

50

вариантов заданий

СОЗДАНО
РАЗРАБОТЧИКАМИ

ЕГЭ

К НОВОЙ ОФИЦИАЛЬНОЙ
ДЕМОНСТРАЦИОННОЙ ВЕРСИИ ЕГЭ

Е. В. Лукашева, Н. И. Чистякова

ФИЗИКА

ЕГЭ

ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

50 вариантов заданий



- Инструкция
- Ответы и решения
- Бланки ответов

2018

ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

Е. В. Лукашева, Н. И. Чистякова

ФИЗИКА

ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

50 вариантов заданий

Инструкция

Ответы и решения

Бланки ответов

***Издательство
«ЭКЗАМЕН»***

**МОСКВА
2018**

УДК 372.8:53
ББК 74.262.22
Л84

Лукашева Е. В.

Л84 ЕГЭ 2018. Физика. 50 вариантов. Типовые тестовые задания от разработчиков ЕГЭ / Е. В. Лукашева, Н. И. Чистякова. — М. : Издательство «Экзамен», 2018. — 527, [1] с. (Серия «ЕГЭ. 50 вариантов. Тесты от разработчиков»)

ISBN 978-5-377-12497-9

Авторский коллектив — члены федеральной предметной комиссии ЕГЭ по физике.

Типовые тестовые задания по физике содержат 50 вариантов комплектов заданий, составленных с учетом всех особенностей и требований Единого государственного экзамена в 2018 году. Назначение пособия — предоставить читателям информацию о структуре и содержании контрольных измерительных материалов 2018 г. по физике, а также о степени трудности заданий.

В сборнике даны ответы на все варианты тестов, приводятся решения всех заданий одного из вариантов, а также решения наиболее сложных задач во всех 50 вариантах. Кроме того, приведены образцы бланков, используемых на ЕГЭ.

Пособие адресовано учителям для подготовки учащихся к экзамену по физике, а учащимся-старшеклассникам — для самоподготовки и самоконтроля.

Приказом № 699 Министерства образования и науки Российской Федерации учебные пособия издательства «Экзамен» допущены к использованию в общеобразовательных организациях.

УДК 372.8:53
ББК 74.262.22

Подписано в печать 25.08.2017. Формат 60×90/8.
Гарнитура «Школьная». Бумага газетная. Уч.-изд. л. 26,67.
Усл. печ. л. 66. Тираж 15 000 экз. Заказ № 6382.

ISBN 978-5-377-12497-9

© Лукашева Е. В., Чистякова Н. И., 2018
© Издательство «ЭКЗАМЕН», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Инструкция по выполнению работы.....	4
Вариант 1	7
Вариант 2	15
Вариант 3	23
Вариант 4	32
Вариант 5	40
Вариант 6	48
Вариант 7	56
Вариант 8	64
Вариант 9	72
Вариант 10.....	81
Вариант 11.....	89
Вариант 12.....	97
Вариант 13.....	105
Вариант 14.....	113
Вариант 15.....	121
Вариант 16.....	129
Вариант 17.....	137
Вариант 18.....	145
Вариант 19.....	153
Вариант 20.....	161
Вариант 21.....	169
Вариант 22.....	178
Вариант 23.....	187
Вариант 24.....	196
Вариант 25.....	204
Вариант 26.....	213
Вариант 27.....	222
Вариант 28.....	230
Вариант 29.....	238
Вариант 30.....	246
Вариант 31.....	254
Вариант 32.....	263
Вариант 33.....	272
Вариант 34.....	281
Вариант 35.....	290
Вариант 36.....	298
Вариант 37.....	306
Вариант 38.....	315
Вариант 39.....	324
Вариант 40.....	332
Вариант 41.....	340
Вариант 42.....	349
Вариант 43.....	357
Вариант 44.....	365
Вариант 45.....	373
Вариант 46.....	381
Вариант 47.....	390
Вариант 48.....	398
Вариант 49.....	406
Вариант 50.....	415
Разбор варианта 1	423
Ответы.....	437

ИНСТРУКЦИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Для выполнения репетиционной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из 2 частей, включающих в себя 32 задания.

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 25–27 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведенному ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответ: 7,5 см.

В бланке:

3	7	,	5																
---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21, 23 и 24 является последовательность двух цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведенному ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

Ответ:

А	Б
4	1

В бланке:

7	4	1																	
---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответом к заданию 13 является слово. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведенному ниже образцу в бланк ответов № 1.

Ответ: ВПРАВО.

В бланке:

1	3	В	П	Р	А	В	О												
---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответом к заданию 19 и 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведенному ниже образцу, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

Ответ: (1,4 ± 0,2) Н.

В бланке:

2	2	1	,	4	0	,	2												
---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответ к заданиям 28–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими черными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.

Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж} / (\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} / \text{К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м} / \text{с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13 600 кг/м ³

Удельная теплоемкость			
воды	$4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг · К)	алюминия	900 Дж/(кг · К)
льда	$2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг · К)	меди	380 Дж/(кг · К)
железа	460 Дж/(кг · К)	чугуна	500 Дж/(кг · К)
свинца	130 Дж/(кг · К)		

Удельная теплота		
парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг	
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг	
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг	

Нормальные условия	давление 10^5 Па, температура 0 °С
---------------------------	--------------------------------------

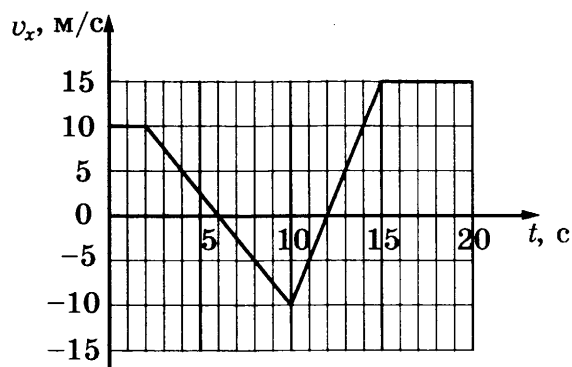
Молярная масса			
азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воды	$18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

ВАРИАНТ 1

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Чему равна проекция ускорения этого тела a_x в интервале времени от 10 до 15 с?

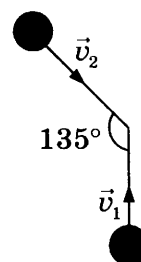


Ответ: _____ м/с².

2. У поверхности Земли на космонавта действует гравитационная сила 900 Н. Какая гравитационная сила действует со стороны Земли на того же космонавта в космическом корабле, который движется по круговой орбите на расстоянии двух радиусов Земли от земной поверхности?

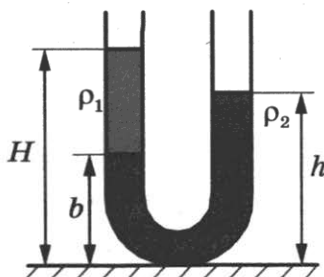
Ответ: _____ Н.

3. Одинаковые шары, массой 0,4 кг каждый движутся со скоростями, показанными на рисунке, и при столкновении слипаются. Чему будет равен суммарный импульс шаров после столкновения, если $v_1 = 4$ м/с, $v_2 = \sqrt{2}v_1$?



Ответ: _____ кг · м/с.

4. В широкую U-образную трубку, расположенную вертикально, налиты жидкости плотностью ρ_1 и ρ_2 (см. рисунок). Жидкости не смешиваются. На рисунке $b = 15$ см, $h = 30$ см, $H = 35$ см. Чему равно отношение плотностей $\frac{\rho_1}{\rho_2}$?



Ответ: _____.

5. Четыре тела одинаковой массы 100 г двигались вдоль оси Ox . В таблице представлена зависимость их координат от времени.

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5
$x_1, \text{ см}$	0	4	8	18	32	50
$x_2, \text{ см}$	2	2	2	2	2	2
$x_3, \text{ см}$	0	2	4	6	8	10
$x_4, \text{ см}$	0	2	0	-2	0	2

Выберите из предложенных утверждений **два**, которые верно отражают результаты этого опыта.

- 1) Первое тело двигалось равномерно.
- 2) Сумма сил, действующих на второе тело, равна нулю.
- 3) Скорость третьего тела равна 2 м/с.
- 4) Период колебаний четвертого тела равен 2 с.
- 5) В момент времени 3 с кинетическая энергия третьего тела была равна 0,4 Дж.

Ответ:

6. Шарик, брошенный от поверхности земли вертикально вверх с начальной скоростью v_0 , поднялся на высоту H , а затем упал обратно на землю. Что произойдет с ускорением шарика и его максимальной потенциальной энергией относительно земной поверхности, если уменьшить начальную скорость шарика в 2 раза? Сопротивлением воздуха пренебречь.

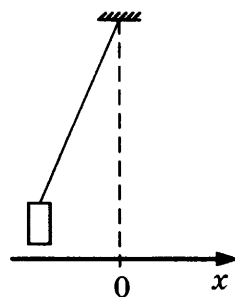
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

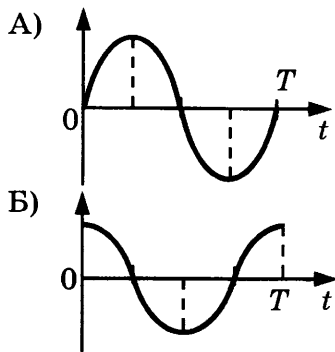
Ускорение шарика	Максимальная потенциальная энергия относительно земной поверхности

7. Груз, привязанный к нити, отклонили от положения равновесия и отпустили из состояния покоя (см. рисунок). На графиках А и Б показано изменение физических величин, характеризующих движение груза после этого. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) кинетическая энергия E_k
- 2) координата x
- 3) проекция импульса p_x
- 4) проекция ускорения a_x

Ответ:

А	Б

8. Объём 1 моль водорода в сосуде при температуре T и давлении p равен 3 л. Чему равен объём 3 моль водорода при том же давлении и температуре $2T$? (Водород считать идеальным газом.)

Ответ: _____ л.

9. Кусок металла с удельной теплоёмкостью 450 Дж / (кг · К) нагрели от 20 °С до 60 °С, затратив количество теплоты, равное 36 кДж. Чему равна масса этого куска металла?

Ответ: _____ кг.

10. Газ в цилиндре расширился, совершив работу 150 Дж. Внутренняя энергия газа при этом уменьшилась на 30 Дж. Какое количество теплоты газ получил от окружающих тел?

Ответ: _____ Дж.

11. В жёстком закрытом сосуде находится влажный воздух при температуре 16 °С. Плотность водяных паров в сосуде равна $1,155 \cdot 10^{-2}$ кг/м³. Воздух в сосуде нагревают до 25 °С. Пользуясь таблицей зависимости плотности насыщенных паров воды от температуры, выберите **два** верных утверждения о результатах этого опыта.

t °С	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho_{\text{нп}}, 10^{-2}$ кг/м ³	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

- 1) При температуре 16 °С на стенках сосуда есть капельки росы.
- 2) Относительная влажность воздуха в сосуде при 18 °С равна 75%.
- 3) При увеличении температуры относительная влажность воздуха в сосуде уменьшается.
- 4) Давление в сосуде остаётся постоянным.
- 5) Плотность водяного пара в сосуде при нагревании увеличивается.

Ответ:

--	--

12. В ходе адиабатного процесса внутренняя энергия 1 моль разреженного гелия увеличивается. Как изменяются при этом температура гелия и его давление?

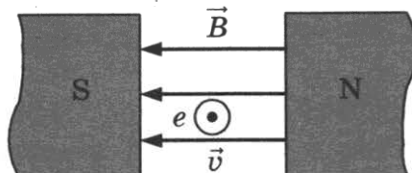
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура гелия	Давление гелия

13. Электрон e влетает в зазор между полюсами электромагнита со скоростью \vec{v} , направленной к наблюдателю перпендикулярно плоскости рисунка (см. рисунок, где кружок с точкой показывает направление движения электрона). Как направлена (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) действующая на него сила Лоренца \vec{F} ? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

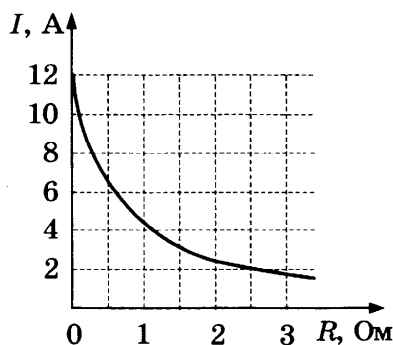
14. Заряженная пылинка массой m с зарядом q движется с ускорением $a = 20 \text{ м/с}^2$ в однородном электрическом поле напряжённостью \vec{E} . Каково ускорение пылинки массой $2m$ с зарядом $3q$ в том же поле? (Силой тяжести, действующей на пылинку, пренебречь.)

Ответ: _____ м/с².

15. Индуктивность одного витка проволоки равна $4 \cdot 10^{-3}$ Гн. При какой силе тока магнитный поток через поперечное сечение катушки, сделанной из 5 витков, равен 20 мВб?

Ответ: _____ А.

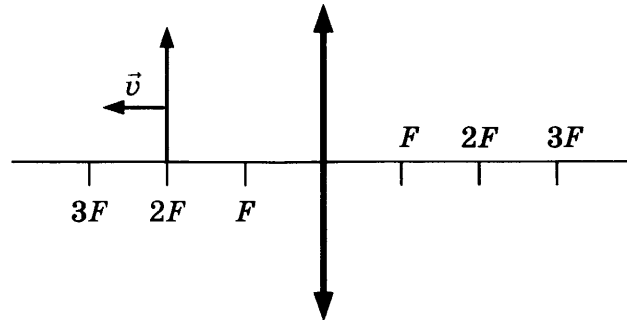
16. К аккумулятору подключили реостат. На рисунке показан график изменения силы тока в реостате в зависимости от его сопротивления. Выберите из предложенных утверждений *два*, которые верно отражают результаты этого опыта.



- 1) Внутреннее сопротивление аккумулятора равно 0,5 Ом.
- 2) ЭДС аккумулятора равна 12 В.
- 3) Мощность, выделяемая в реостате увеличивается при увеличении его сопротивления.
- 4) Напряжение на реостате при силе тока 2 А равно 5 В.
- 5) Напряжение на источнике не зависит от силы тока через реостат.

Ответ:

17. Предмет, расположенный на двойном фокусном расстоянии от тонкой собирающей линзы, передвигают к тройному фокусу (см. рисунок). Как изменятся при этом расстояние от линзы до изображения предмета и размер изображения?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Расстояние от линзы до изображения	Размер изображения

18. Участок цепи постоянного тока содержит резистор. Установите соответствие между формулами для вычисления физических величин и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения: I — сила тока на участке цепи; U — напряжение на участке цепи, t — время протекания тока. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Сопротивлением контура пренебречь.

ФОРМУЛЫ

- А) IU
- Б) It

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) заряд, протекший через резистор
- 2) напряжение на резисторе
- 3) мощность тока, выделяющаяся на резисторе
- 4) сила тока через резистор

Ответ:

А	Б

19. Ядро магния ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ захватило электрон. Определите число протонов и нейтронов в этом ядре, образовавшемся в результате такой реакции.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. На рисунке представлен фрагмент спектра излучения атомарных паров водорода. Цифры на числовой оси — длины волн в нанометрах. Чему равна минимальная энергия фотонов на данном участке спектра? Ответ округлить до целого значения.



Ответ: _____ · 10⁻¹⁹ Дж.

21. В ядерном реакторе цепочка ядерных реакций начинается с захвата ядром быстрого нейтрона. Как изменятся при захвате нейтрона следующие характеристики ядра: заряд ядра и число нуклонов в ядре?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Заряд ядра	Число нуклонов в ядре

22. С помощью амперметра проводились измерения силы тока на участке цепи. Шкала амперметра проградуирована в А. Погрешность измерений силы тока равна половине цены деления шкалы амперметра.



Запишите в ответ величину силы тока в цепи с учётом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) А.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить ускорение тела, соскальзывающего с наклонной плоскости. Для этого школьник взял брусок и наклонную плоскость. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) динамометр
- 2) пружина
- 3) секундомер
- 4) линейка
- 5) весы

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую некоторые характеристики планет Солнечной системы. Размеры и параметры орбит даны в сравнении с планетой Земля.

Имя	Диаметр	Масса	Орбитальный радиус (а.е.)	Период обращения (земных лет)	Период вращения (земных суток)
Меркурий	0,38	0,06	0,39	0,24	58,6
Венера	0,95	0,82	0,72	0,62	243
Земля	1	1	1	1	1
Марс	0,53	0,11	1,5	1/9	1
Юпитер	11,2	318	5,2	11,9	0,41
Сатурн	9,5	95,2	9,5	29,5	0,43
Уран	4	14,6	19,2	84	0,72
Нептун	3,9	17,2	30,1	165	0,67

Выберите *два* утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Средняя плотность Венеры меньше средней плотности Земли.
- 2) Центробежное ускорение Юпитера при его вращении вокруг Солнца больше центробежного ускорения Марса.
- 3) Первая космическая скорость для Нептуна меньше, чем для Урана.
- 4) Ускорение свободного падения на Меркурии составляет примерно 1 м/с^2 .
- 5) Сила притяжения Сатурна к Солнцу больше, чем у Юпитера.

Ответ:

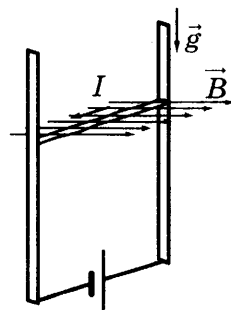
Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Снаряд, летящий со скоростью 100 м/с , разрывается на два осколка. Один из осколков летит под углом 90° к первоначальному направлению, а второй — под углом 60° . Какова масса снаряда до разрыва, если второй осколок массой 1 кг имеет скорость 400 м/с ? Массой взрывчатого вещества пренебречь.

Ответ: _____ кг.

26. В однородном магнитном поле по вертикальным направляющим без трения скользит прямой горизонтальный проводник массой $0,2 \text{ кг}$, по которому течёт ток 2 А . Вектор магнитной индукции направлен горизонтально перпендикулярно проводнику (см. рисунок), $B = 2 \text{ Тл}$. Чему равна длина проводника, если известно, что ускорение проводника направлено вниз и равно 2 м/с^2 ?



Ответ: _____ м.

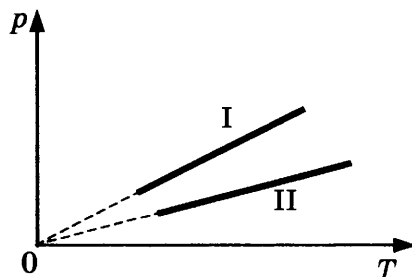
27. Предмет расположен на горизонтальной главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Оптическая сила линзы $D = 5 \text{ дптр}$. Изображение предмета действительное, увеличение (отношение высоты изображения предмета к высоте самого предмета) $k = 2$. Найдите расстояние от изображения предмета до линзы.

Ответ: _____ см.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

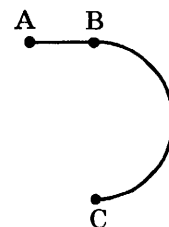
Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Две порции одного и того же идеального газа нагреваются в сосудах одинакового объёма. Графики процессов представлены на рисунке. Почему изохора I лежит выше изохоры II? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.



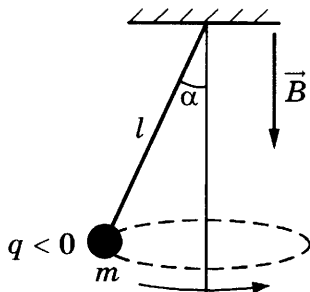
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

29. Стартуя из точки А (см. рисунок), спортсмен движется равноускоренно до точки В, после которой модуль скорости спортсмена остаётся постоянным вплоть до точки С. Во сколько раз время, затраченное спортсменом на участок ВС, больше, чем на участок АВ, если модуль ускорения на обоих участках одинаков? Траектория ВС — полуокружность.



30. Два одинаковых теплоизолированных сосуда соединены короткой трубкой с краном. Объём каждого сосуда $V = 1 \text{ м}^3$. В первом сосуде находится $\nu_1 = 1$ моль гелия при температуре $T_1 = 400 \text{ К}$; во втором $\nu_2 = 3$ моль аргона при температуре T_2 . Кран открывают. После установления равновесного состояния давление в сосудах $p = 5,4 \text{ кПа}$. Определите первоначальную температуру аргона T_2 .

31. В однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} , направленной вертикально вниз, равномерно вращается по окружности в горизонтальной плоскости против часовой стрелки отрицательно заряженный шарик массой m , подвешенный на нити длиной l (конический маятник). Угол отклонения нити от вертикали равен α , скорость вращения шарика равна v . Найдите заряд шарика q . Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шарик.



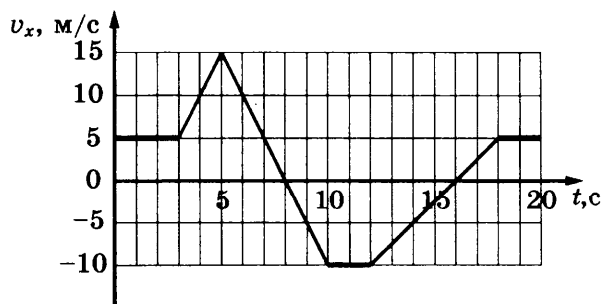
32. Фотокатод с работой выхода $4,42 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ освещается монохроматическим светом. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $4 \cdot 10^{-4} \text{ Тл}$ перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружностям. Максимальный радиус такой окружности 10 мм . Какова частота ν падающего света?

ВАРИАНТ 2

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени t . Какой путь прошло тело за промежуток времени от 0 до 5 с?



Ответ: _____ м.

2. Камень массой 200 г брошен под углом 60° к горизонту с начальной скоростью $v = 20$ м/с. Определите модуль силы тяжести, действующей на камень в верхней точке траектории.

Ответ: _____ Н.

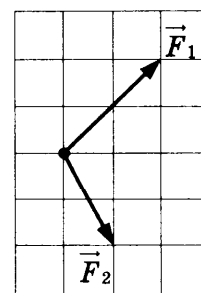
3. Шарик массой 100 г падает с высоты 10 м с нулевой начальной скоростью. К моменту падения на землю потеря полной механической энергии за счёт сопротивления воздуха составила 10%. Какова кинетическая энергия шарика в этот момент?

Ответ: _____ Дж.

4. Шар плотностью $2,5$ г/см³ и объёмом 400 см³ целиком опущен в воду. Определите силу Архимеда, действующую на шар.

Ответ: _____ Н.

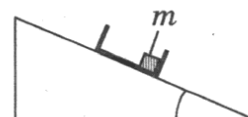
5. На небольшой брусок массой 100 г, покоящийся на гладкой горизонтальной поверхности, в инерциальной системе отсчёта начинают действовать две силы так, как показано на рисунке (вид сверху). Выберите **два** верных утверждения о характере движения бруска в этой системе отсчёта. На представленном рисунке одна клеточка соответствует силе в 0,1 Н.



- 1) Брусок движется равноускоренно вправо.
- 2) Траектория бруска криволинейная.
- 3) Ускорение бруска равно 6 м/с².
- 4) Через 1 с после начала действия сил скорость бруска равна 3 м/с.
- 5) Кинетическая энергия бруска остаётся неизменной в процессе движения.

Ответ:

6. С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением лёгкая коробочка, в которой находится груз массой m (см. рисунок). Как изменятся ускорение и модуль работы силы тяжести при перемещении коробочки от вершины до основания наклонной плоскости, если в коробочке будет лежать груз массой $2m$?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ускорение коробочки	Модуль работы силы тяжести

7. Тело массой 200 г совершает гармонические колебания вдоль оси Ox , при этом его координата изменяется во времени в соответствии с законом $x(t) = 0,03 \cdot \cos(10t)$ (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимости от времени.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) потенциальная энергия тела

Б) проекция импульса тела на ось Ox

ФОРМУЛЫ

1) $0,6 \cdot \sin^2(10t)$

2) $9 \cdot 10^{-3} \cdot \cos^2(10t)$

3) $-0,06 \cdot \sin(10t)$

4) $0,09 \cdot \cos(20t)$

Ответ:

А	Б

8. В ходе изохорного процесса, происходящего с идеальным газом, средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул увеличивается в 4 раза. Каким будет давление этого газа в конце процесса, если в начальном состоянии оно было равно 20 кПа?

Ответ: _____ кПа.

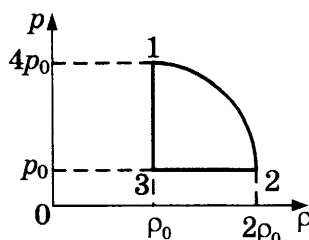
9. Идеальный тепловой двигатель за один свой цикл совершает работу 2 Дж и отдаёт холодильнику количество теплоты, равное 8 Дж. Каков КПД этого двигателя?

Ответ: _____ %.

10. В сосуде при температуре 100 °С находится воздух с относительной влажностью 50%. Чему будет равно парциальное давление водяного пара в сосуде, если его объём уменьшить в 3 раза?

Ответ: _____ кПа.

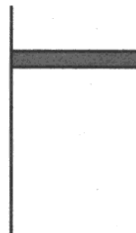
11. На рисунке показана зависимость давления газа p от его плотности ρ в циклическом процессе, совершаемом 2 моль идеального газа в идеальном тепловом двигателе. Цикл состоит из двух отрезков прямых и четверти окружности. На основании анализа этого циклического процесса выберите **два** верных утверждения из пяти, приведенных ниже.



- 1) В процессе 2–3 объём газа уменьшается.
- 2) В процессе 1–2 температура газа уменьшается.
- 3) В состоянии 3 температура газа максимальна.
- 4) Работа газа в процессе 3–1 положительна.
- 5) Отношение максимальной температуры к минимальной температуре в цикле равно 8.

Ответ:

12. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится газ. Поршень может перемещаться в сосуде без трения. Из сосуда медленно выпускают половину массы газа при неизменной температуре. Как изменятся в результате этого объём газа и сила, действующая на поршень со стороны газа?



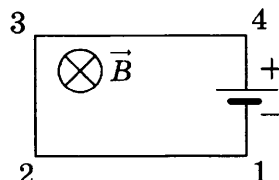
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

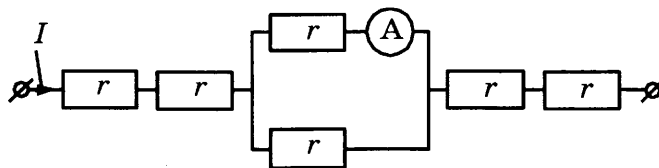
Объём газа	Сила, действующая на поршень со стороны газа

13. Электрическая цепь, состоящая из четырёх прямолинейных горизонтальных проводников (1–2, 2–3, 3–4, 4–1) и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, направленном вертикально вниз (см. рисунок, вид сверху). Куда направлена (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя) вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 2–3? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

14. Через участок электрической цепи (см. рисунок) течёт постоянный ток $I = 6$ А. Что показывает амперметр, если сопротивление каждого резистора равно $r = 1$ Ом? Сопротивлением амперметра пренебречь.

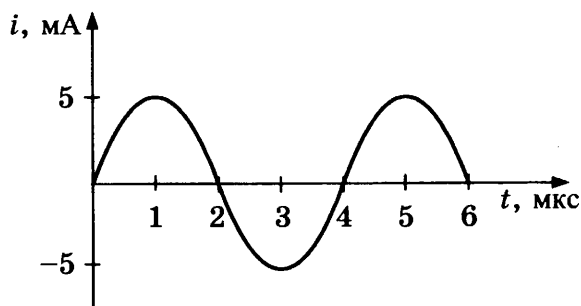


Ответ: _____ А.

15. Контур площадью 200 см^2 находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура. Чему равен модуль ЭДС индукции, возникающей в контуре за 1 секунду при равномерном уменьшении индукции магнитного поля от 0,6 до 0 Тл?

Ответ: _____ мВ.

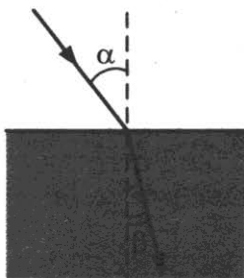
16. На рисунке приведён график зависимости силы тока i от времени t при свободных гармонических колебаниях в колебательном контуре. Какие **два** утверждения верно отражают результаты этого опыта? Емкость конденсатора колебательного контура равна $C = 10 \text{ мкФ}$, сопротивление контура пренебрежимо мало.



- 1) Частота колебаний напряжения на конденсаторе равна 4 Гц.
- 2) В момент времени 3 мкс энергия магнитного поля катушки максимальна.
- 3) Индуктивность катушки примерно равна 0,04 мкГн.
- 4) Максимальный заряд конденсатора примерно равен 10 нКл.
- 5) Период колебаний энергии конденсатора равен 4 мкс.

Ответ:

17. Световой пучок входит из воздуха в воду (см. рисунок). Что происходит при переходе света из воздуха в воду с частотой электромагнитных колебаний в световой волне и скоростью их распространения?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота электромагнитных колебаний в световой волне	Скорость распространения волны

18. Заряженная частица массой m , несущая положительный заряд q , движется перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля \vec{B} по окружности радиусом R . Действием силы тяжести пренебречь.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) период обращения частицы по окружности
 Б) модуль импульса частицы

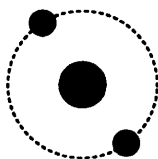
ФОРМУЛЫ

- 1) qBR
 2) $\frac{mq}{RB}$
 3) $\frac{m}{qB}$
 4) $\frac{2\pi m}{qB}$

Ответ:

А	Б

19. На рисунке изображена схема нейтрального атома, соответствующая модели атома Резерфорда. Чёрными кружками обозначены электроны. Сколько протонов и нейтронов содержит ядро данного атома, если его масса равна 3 а.е.м.?

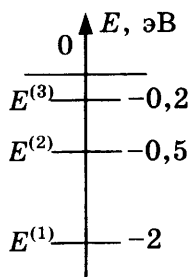


Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Схема низших энергетических уровней атома имеет вид, изображённый на рисунке. В начальный момент времени атом находится в состоянии с энергией $E^{(2)}$. Чему равна энергия фотона, который может излучить данный атом согласно постулатам Бора?



Ответ: _____ эВ.

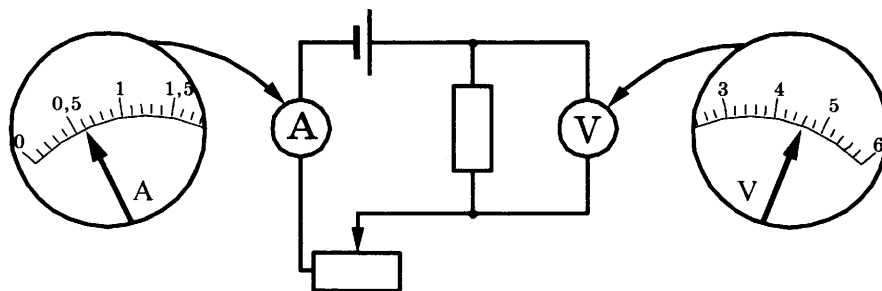
21. Монохроматический свет с энергией фотонов E_ϕ падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. При этом напряжение, при котором фототок прекращается, равно $U_{\text{зап}}$. Как изменятся длина волны λ падающего света и модуль запирающего напряжения $U_{\text{зап}}$, если энергия падающих фотонов E_ϕ уменьшится, но фотоэффект не прекратится? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
 2) уменьшится
 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина волны λ падающего света	Модуль запирающего напряжения $U_{\text{зап}}$

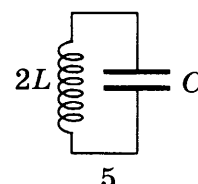
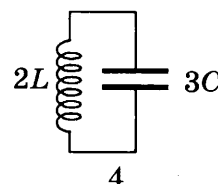
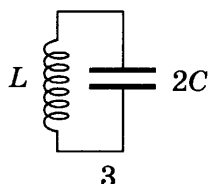
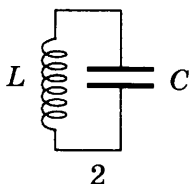
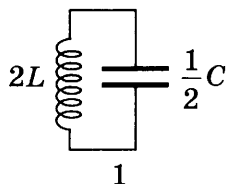
22. Чему равно напряжение на резисторе (см. рисунок), если погрешность прямого измерения напряжения составляет половину цены деления вольтметра?



Ответ: (_____ ± _____) В.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. У ученика есть в распоряжении 5 колебательных контуров, показанных на рисунке. Какие 2 из предложенных колебательных контуров должен выбрать ученик, чтобы изучить зависимость периода электромагнитных колебаний в колебательном контуре от индуктивности катушки?



Ответ:

24. Используя таблицу, содержащую сведения о ярких звездах, выполните задание.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Созвездие, в котором находится звезда
Капелла	5200	3	2,5	Возничий
Менкалинан (β Возничего А)	9350	2,7	2,4	Возничий
Денеб	8550	21	210	Лебедь
Садр	6500	12	255	Лебедь
Бетельгейзе	3100	20	900	Орион
Ригель	11 200	40	138	Орион
Альдебаран	3500	5	45	Телец
Эльнат	14 000	5	4,2	Телец

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд.

- 1) Звезды Денеб и Садр относятся к одному созвездию, значит находятся на одинаковом расстоянии от Солнца.
- 2) Звезда Ригель является сверхгигантом.
- 3) Температура на поверхности Солнца в 2 раза ниже, чем на поверхности Альдебарана.
- 4) Звезда Ригель относится к красным звездам спектрального класса М.
- 5) Звезды Садр и Ригель относятся к различным спектральным классам.

Ответ:

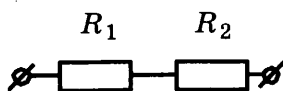
Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Небольшой камень, брошенный с ровной горизонтальной поверхности земли под углом к горизонту, упал обратно на землю в 20 м от места броска. Сколько времени прошло от броска до того момента, когда его скорость была направлена горизонтально и равна 10 м/с?

Ответ: _____ с.

26. По участку цепи, состоящему из резисторов $R_1 = 1$ кОм и $R_2 = 3$ кОм (см. рисунок), протекает постоянный ток I . За время $t_1 = 1$ мин на резисторе R_1 выделяется количество теплоты $Q_1 = 2,4$ кДж. За какое время на резисторе R_2 выделится количество теплоты $Q_2 = 6,0$ кДж?



Ответ: _____ с.

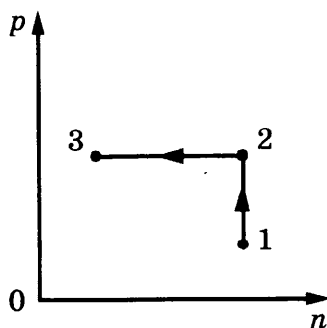
27. На дифракционную решётку, имеющую 100 штрихов на 1 мм, перпендикулярно её поверхности падает луч света, длина волны которого 650 нм. Каков максимальный порядок дифракционного максимума, доступного для наблюдения?

Ответ: _____.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

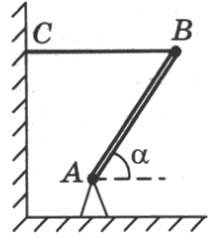
Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Постоянное количество одноатомного идеального газа участвует в процессе, график которого изображён на рисунке в координатах $p - n$, где p — давление газа, n — его концентрация. Определите, получает газ теплоту или отдаёт в процессах 1–2 и 2–3. Ответ поясните, опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики.

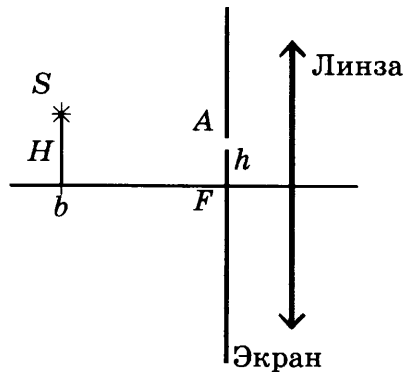


Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

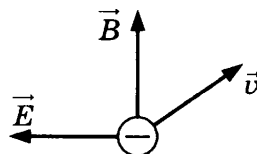
29. Тонкий однородный стержень AB шарнирно закреплён в точке A и удерживается горизонтальной нитью BC (см. рисунок). Трение в шарнире пренебрежимо мало. Масса стержня $m = 1$ кг, угол его наклона к горизонту $\alpha = 45^\circ$. Найдите модуль силы \vec{F} , действующей на стержень со стороны шарнира. Сделайте рисунок, на котором укажите все силы, действующие на стержень.



30. Теплоизолированный горизонтальный сосуд разделён пористой перегородкой на две равные части. В начальный момент в левой части сосуда находится $\nu = 2$ моль гелия, а в правой — такое же количество моль аргона. Атомы гелия могут проникать через перегородку, а для атомов аргона перегородка непроницаема. Температура гелия равна температуре аргона: $T = 300$ К. Определите отношение внутренних энергий газов по разные стороны перегородки после установления термодинамического равновесия.
31. Главная оптическая ось тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 20$ см и точечный источник света S находятся в плоскости рисунка. Точка S находится на расстоянии $b = 60$ см от плоскости линзы и на расстоянии H от её главной оптической оси. В левой фокальной плоскости линзы лежит тонкий непрозрачный экран с маленьким отверстием A , находящимся в плоскости рисунка на расстоянии $h = 4$ см от главной оптической оси линзы. Пройдя через отверстие в экране и линзу, луч SA от точечного источника пересекает её главную оптическую ось на расстоянии $x = 16$ см от плоскости линзы. Найдите величину H . Дифракцией света пренебречь. Постройте рисунок, показывающий ход луча через линзу.



32. Монохроматический свет частотой $6,2 \cdot 10^{14}$ Гц падает на поверхность фотокатода с работой выхода A . Электроны, вылетевшие горизонтально в северном направлении, попадают в электрическое и магнитное поля. Электрическое поле направлено горизонтально на запад, а магнитное — вертикально вверх. Какой должна быть работа выхода, чтобы в момент попадания самых быстрых электронов в область полей, действующая на них сила была направлена на восток? Напряжённость электрического поля $3 \cdot 10^2$ В/м, индукция магнитного поля 10^{-3} Тл.

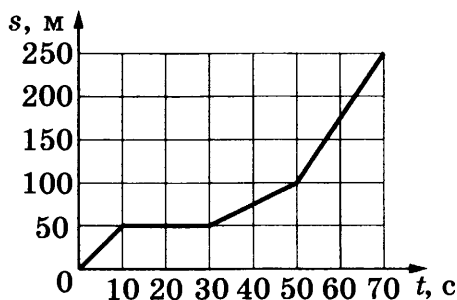


ВАРИАНТ 3

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости пути s велосипедиста от времени t . Определите скорость велосипедиста в интервале времени от 50 до 70 с.



Ответ: _____ м/с.

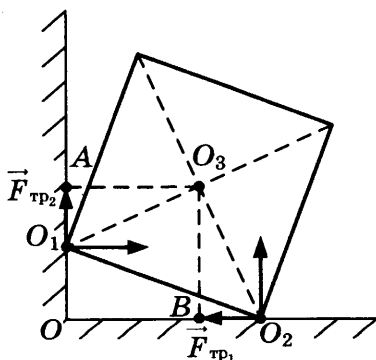
2. Сила трения, действующая на скользящие по горизонтальной дороге стальные санки массой 8 кг, равна 16 Н. Чему равен коэффициент трения скольжения стали по льду?

Ответ: _____.

3. В инерциальной системе отсчёта тело массой 2 кг движется по прямой в одном направлении под действием постоянной силы, равной 3 Н. Насколько увеличится импульс тела за 5 с движения?

Ответ: на _____ кг · м/с.

4. Однородный куб массой 2 кг опирается одним ребром на пол, другим на вертикальную стену (см. рисунок). Чему равен момент силы тяжести \vec{F} относительно оси, перпендикулярной плоскости рисунка и проходящей через точку O , если $OB = 7$ см, $BO_2 = 3$ см, $BO_3 = 6$ см?



Ответ: _____ Н · м.

5. В лабораторной работе изучали движение небольшого бруска массы 100 г по горизонтальной шероховатой поверхности под действием постоянной силы, равной по модулю

0,6 Н. Зависимость скорости бруска от времени приведена в таблице. Выберите *два* верных утверждения на основании анализа представленной таблицы.

Время t , с	0	1	2	3	4	5	6
Скорость v , м/с	0	3	6	9	12	15	18

- 1) Брусок движется равномерно
- 2) Ускорение бруска равно 6 м/с^2 .
- 3) Коэффициент трения бруска о поверхность равен $\mu = 0,3$.
- 4) За первые 2 с сила, действующая на тело, совершила работу 3,6 Дж.
- 5) В момент времени 4 с кинетическая энергия бруска равна 14,4 Дж.

Ответ:

--	--

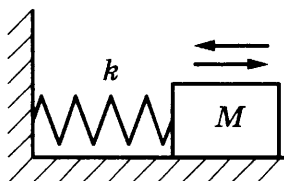
6. Высота полёта искусственного спутника над Землёй увеличилась с 400 до 500 км. Как изменились в результате этого скорость спутника и его потенциальная энергия? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость спутника	Потенциальная энергия спутника

7. На гладком горизонтальном столе брусок массой M , прикрепленный к вертикальной стене пружиной жёсткостью k , совершает гармонические колебания с амплитудой A (см. рисунок). Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) амплитуда скорости груза
 Б) период колебаний груза

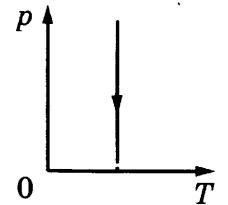
ФОРМУЛЫ

- 1) $A\sqrt{\frac{k}{M}}$
- 2) $2\pi\sqrt{\frac{M}{k}}$
- 3) $A\sqrt{\frac{M}{k}}$
- 4) $2\pi\sqrt{\frac{k}{M}}$

Ответ:

А	Б

8. На рисунке представлен процесс изменения состояния идеального газа. В начальном состоянии давление газа равно 100 кПа, температура 300 К, а объём 5 л. Чему равен объём газа в конечном состоянии, если давление в нём в 2 раза меньше начального?

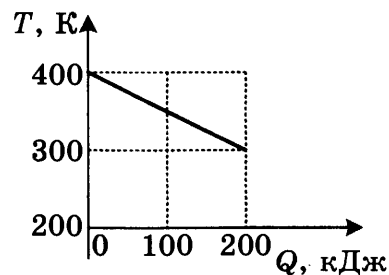


Ответ: _____ л.

9. Какое количество теплоты отдает окружающей среде 1 моль гелия при изохорном охлаждении от температуры 325 К до температуры 285 К?

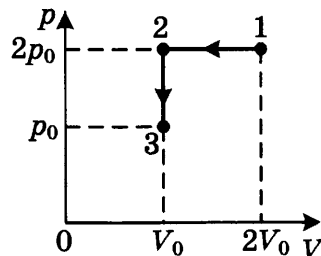
Ответ: _____ Дж.

10. На рисунке приведён график зависимости температуры твёрдого тела от отданного им количества теплоты. Масса тела 8 кг. Какова удельная теплоёмкость вещества этого тела?



Ответ: _____ Дж/(кг · К).

11. На графике показана зависимость давления постоянной массы идеального газа от объёма при переходе газа из состояния 1 в состояние 3.



На основании анализа этого процесса выберите **два** верных утверждения из пяти предложенных. $p_0 = 60$ кПа, $V_0 = 5$ л.

- 1) Модуль работы внешних сил в процессе 1–2 равен 600 Дж.
- 2) Процесс 2–3 является изобарным охлаждением.
- 3) В процессе 2–3 внутренняя энергия газа уменьшается на 300 Дж.
- 4) Температура газа в состояниях 1 и 3 одинакова.
- 5) В процессе 2–3 газ отдаёт тепло окружающей среде.

Ответ:

12. Одноатомный идеальный газ в количестве 4 моль помещают в герметичный закрытый сосуд объёмом 83,1 л и начинают охлаждать. Масса газа в сосуде остаётся неизменной. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими газ, и формулами, выражающими их зависимость от абсолютной температуры T газа в данных условиях (все значения величин в формулах указаны в единицах СИ).
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) внутренняя энергия газа $U(T)$
 Б) давление газа $p(T)$

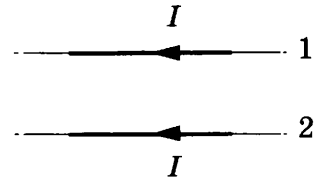
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{400}{T}$
 2) $49,86T$
 3) $400T$
 4) $\frac{49,86}{T}$

Ответ:

А	Б

13. По двум прямым тонким длинным проводникам, параллельным друг другу, текут токи I (см. рисунок). Как направлена (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) в этом случае сила Ампера, действующая на проводник 2 со стороны проводника 1? Ответ запишите словом (словами).

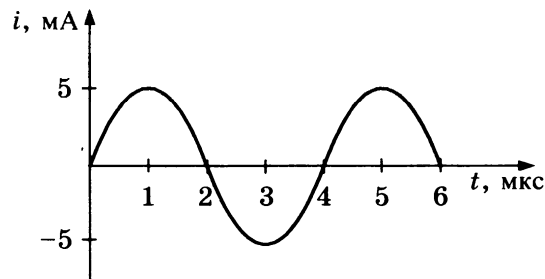


Ответ: _____ .

14. С какой силой взаимодействуют в вакууме два маленьких заряженных шарика, находящихся на расстоянии 4 м друг от друга? Заряд каждого шарика $8 \cdot 10^{-8}$ Кл?

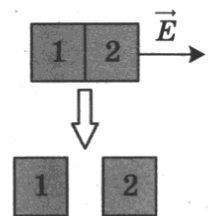
Ответ: _____ мкН.

15. На рисунке приведён график зависимости силы тока i от времени t при свободных гармонических колебаниях в колебательном контуре. Индуктивность катушки контура равна 0,2 Гн. На сколько увеличился магнитный поток через катушку в промежутке времени от 0 до 1 мкс?



Ответ: увеличился на _____ мВб.

16. Два незаряженных стальных кубика 1 и 2 сблизили вплотную и поместили в электрическое поле, напряженность которого направлена горизонтально вправо, как показано в верхней части рисунка. Затем кубики быстро раздвинули и уже потом убрали электрическое поле (нижняя часть рисунка). Какие **два** утверждения соответствуют результатам этого опыта?



- 1) Электроны из кубика 1 перемещались в кубик 2.
- 2) После разделения заряд первого кубика стал отрицательным, а заряд второго — положительным.
- 3) Потенциалы кубиков до их разделения были одинаковы.
- 4) После разделения оба кубика остались незаряженными.
- 5) До разделения кубиков на границе их соприкосновения накопился положительный заряд.

Ответ:

--	--

17. Частица массой m , несущая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиусом R со скоростью v . Что произойдёт с радиусом орбиты и периодом обращения частицы, если её скорость не изменится, а заряд увеличится? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус орбиты	Период обращения

18. Пучок монохроматического света переходит из воды в воздух. Скорость света в воде — v , скорость света в воздухе — c , длина световой волны в воде — λ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) показатель преломления воды относительно воздуха
- Б) длина световой волны в воздухе

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{\lambda c}{v}$
- 2) $\frac{v}{c}$
- 3) $\frac{v\lambda}{c}$
- 4) $\frac{c}{v}$

Ответ:

А	Б

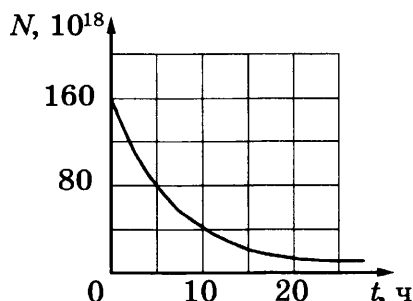
19. Какие заряд и массовое число имеет ядро элемента, получившегося из ядра изотопа ${}_{92}^{238}\text{U}$ после одного α -распада и двух β -распадов?

Ответ:

Заряд	Массовое число

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер эрбия ${}_{68}^{172}\text{Er}$ от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа эрбия?



Ответ: _____ ч.

21. Как изменятся с уменьшением массового числа изотопов одного и того же элемента число нейтронов в ядре и число электронов в электронной оболочке соответствующего нейтрального атома?

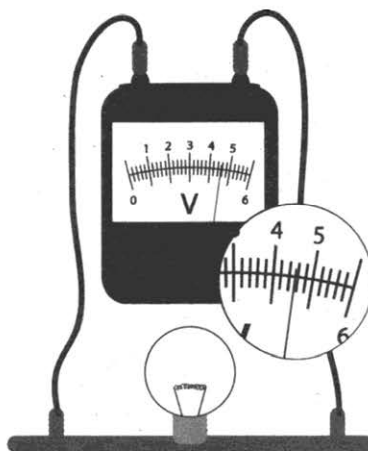
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Число нейтронов в ядре	Число электронов в электронной оболочке

22. Чему равно напряжение на лампочке (см. рисунок), если погрешность прямого измерения напряжения составляет половину цены деления вольтметра?



Ответ: (_____ ± _____) В.

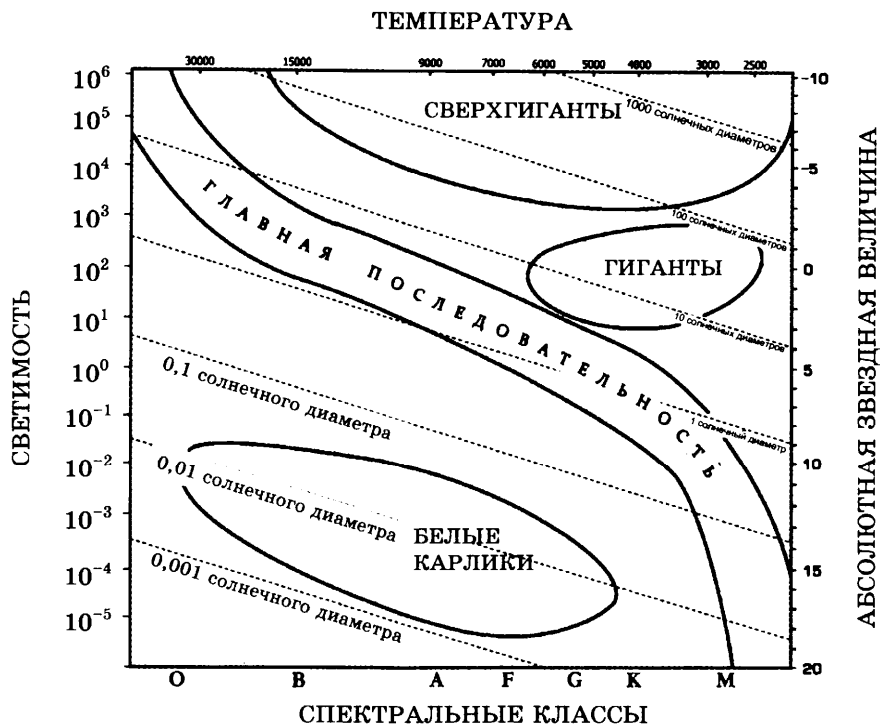
В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Ученик изучает свойства маятника. В его распоряжении имеется 5 маятников, состоящих из нити и сплошного шарика. Характеристики маятников приведены в таблице. Какие два маятника нужно взять ученику для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость периода колебаний маятника от его длины?

№	Длина маятника	Объем шарика	Материал, из которого сделан шарик
1	1,0 м	5 см ³	Сталь
2	0,5 м	5 см ³	Медь
3	2,0 м	5 см ³	Алюминий
4	1,0 м	8 см ³	Сталь
5	1,5 м	5 см ³	Сталь

Ответ:

24. На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга – Рассела.



Выберите *два* утверждения о звездах, которые соответствуют диаграмме.

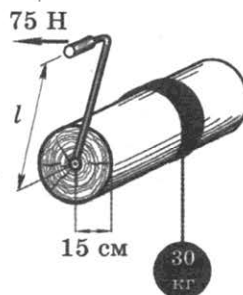
- 1) Плотность белых карликов существенно меньше средней плотности гигантов.
- 2) Звезда Канопус относится к сверхгигантам, поскольку ее радиус почти в 65 раз превышает радиус Солнца.
- 3) Температура звезд спектрального класса G в 3 раза выше температуры звезд спектрального класса A.
- 4) Солнце относится к спектральному классу В.
- 5) Звезда Альтаир имеет температуру поверхности 8000 К и относится к звездам спектрального класса A.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Какой длины l должна быть рукоятка ворота, чтобы при усилии в 75 Н равномерно поднимать груз массой 30 кг? Радиус вала ворота 15 см, трением пренебечь.



Ответ: _____ см.

26. При сжатии идеального одноатомного газа при постоянном давлении внешние силы совершили работу 400 Дж. Какое количество теплоты было передано при этом газом окружающим телам?

Ответ: _____ Дж.

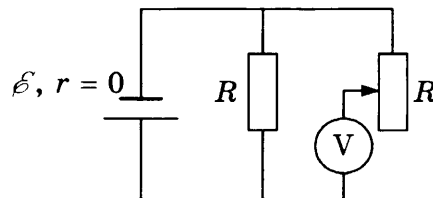
27. Прямолинейный проводник длиной 1 м, по которому течёт ток, равный 3 А, расположен в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,4$ Тл под углом 30° к вектору \vec{B} . Каков модуль силы, действующей на проводник со стороны магнитного поля?

Ответ: _____ Н.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

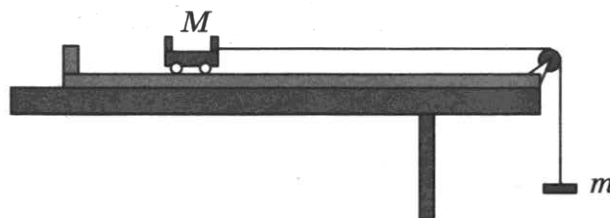
Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. В схеме на рисунке сопротивление резистора и полное сопротивление реостата равны R , ЭДС батарейки равна \mathcal{E} , её внутреннее сопротивление ничтожно ($r = 0$). Как ведут себя (увеличиваются, уменьшаются, остаются постоянными) показания идеального вольтметра при перемещении движка реостата из крайнего верхнего в крайнее нижнее положение? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

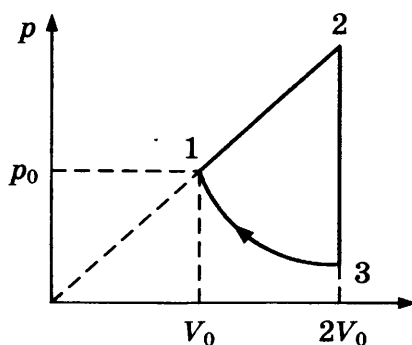


Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

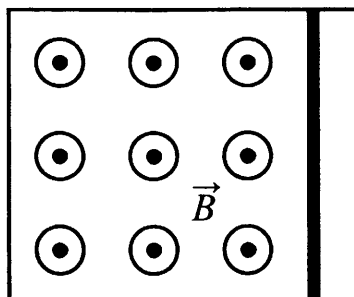
29. В установке, изображённой на рисунке, масса грузика m подобрана так, что первоначально покоящаяся тележка после толчка вправо движется равномерно по поверхности трибометра. С каким ускорением будет двигаться тележка, если её толкнуть влево? Масса грузика m в 9 раз меньше массы тележки M . Массами блока и нити пренебречь. Нить нерастяжима. Силу сопротивления движению тележки считать постоянной и одинаковой в обоих случаях.



30. Над одноатомным идеальным газом проводится циклический процесс, показанный на рисунке. На участке 1–2 газ совершает работу $A_{12} = 1000$ Дж. Участок 3–1 — адиабата. Количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику, равно $|Q_{\text{хол}}| = 3370$ Дж. Количество вещества газа в ходе процесса не меняется. Найдите работу $|A_{31}|$ внешних сил на адиабате.



31. Металлический стержень, согнутый в виде буквы П, закреплён в горизонтальной плоскости. На параллельные стороны стержня опирается концами перпендикулярная перемычка массой 92 г и длиной 1,5 м. Сопротивление перемычки равно 0,1 Ом. Вся система находится в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл. С какой установившейся скоростью будет двигаться перемычка, если к ней приложить постоянную горизонтальную силу 1,13 Н? Коэффициент трения между стержнем и перемычкой равен 0,25. Сопротивлением стержня пренебречь. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на перемычку.



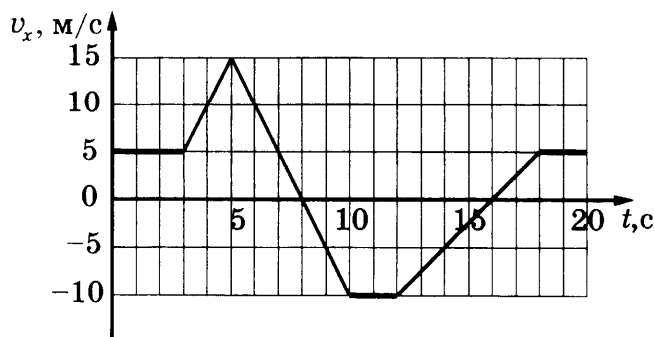
32. Фотоэлектроны, выбитые монохроматическим светом частоты $\nu = 6,7 \cdot 10^{14}$ Гц из металла с работой выхода $A_{\text{вых}} = 1,89$ эВ, попадают в однородное электрическое поле $E = 100$ В/м. Каков тормозной путь для тех электронов, чья скорость максимальна и направлена вдоль линий напряжённости поля?

ВАРИАНТ 4

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Чему равна a_x проекция ускорения тела на ось Ox в интервале времени от 5 до 10 с?



Ответ: _____ м/с².

2. Определите силу, под действием которой пружина жёсткостью 200 Н/м удлинится на 5 см.

Ответ: _____ Н.

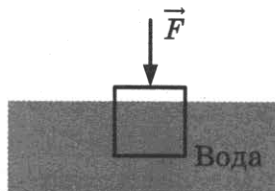
3. Шарик массой 150 г начинает падать с высоты 20 м из состояния покоя. Какова его кинетическая энергия в момент перед падением на землю, если сопротивление воздуха пренебрежимо мало?

Ответ: _____ Дж.

4. Скорость звука в воздухе 330 м/с. Длина звуковой волны 0,33 м. Какова частота колебаний источника звука?

Ответ: _____ Гц.

5. В таблице приведены результаты опытов по определению модуля силы \vec{F} , с которой нужно вертикально вниз действовать на деревянный кубик с ребром 10 см, для того, чтобы погрузить его в воду. Перед началом опытов кубик плавал в воде. Погрешность измерения силы составила 0,1 Н. Выберите **два** верных утверждения на основании данных, приведённых в таблице. Считать, что в каждом из опытов кубик покоился.



№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8
Модуль силы, F , Н	0,2	0,8	1,8	3,0	4,0	5,0	6,0	6,0

- 1) В опыте № 6 сила Архимеда, действующая на кубик, меньше, чем в опыте №2.
- 2) В опыте № 8 кубик погружен в воду полностью.
- 3) Масса кубика равна 0,6 кг.
- 4) В опыте № 4 кубик погружен в воду на половину своего объема.
- 5) Плотность кубика равна 400 кг/м^3 .

Ответ:

--	--

6. Камень брошен вверх под углом к горизонту. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Как изменятся с набором высоты модуль ускорения камня и горизонтальная составляющая его скорости?

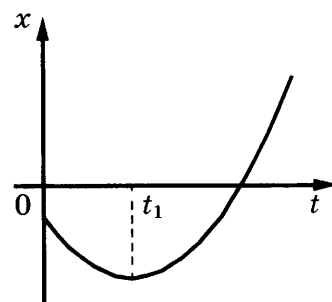
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

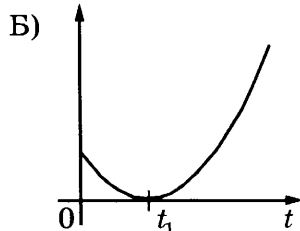
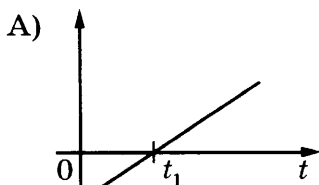
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль ускорения камня	Горизонтальная составляющая скорости камня

7. На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси Ox , от времени t (парабола). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение этого тела, от времени t . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) модуль импульса тела
- 2) проекция скорости тела на ось Ox
- 3) кинетическая энергия тела
- 4) модуль ускорения тела

Ответ:

А	Б

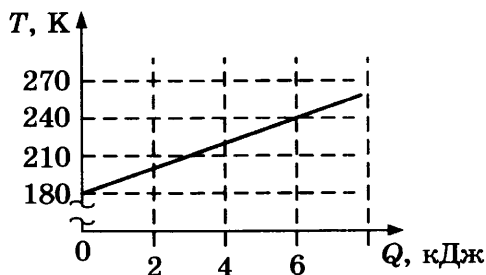
8. Разреженный углекислый газ изобарно сжимается. Масса газа постоянна. Во сколько раз нужно уменьшить абсолютную температуру газа, чтобы его объем уменьшился в 4 раза?

Ответ: уменьшить в _____ раз (раза).

9. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде 60%. Какой будет относительная влажность, если объём сосуда при неизменной температуре уменьшить в 1,5 раза?

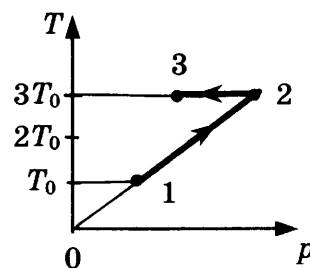
Ответ: _____ %.

10. На графике представлена зависимость температуры тела от подводимого к нему количества теплоты. Масса тела 0,2 кг. Чему равна удельная теплоёмкость вещества в этом процессе?



Ответ: _____ Дж/(кг · К).

11. Зависимость температуры одного моля одноатомного идеального газа от давления показана на рисунке. Выберите из предложенных утверждений *два*, которые верно отражают результаты этого эксперимента.



- 1) В процессе 1–2 объём газа увеличился в 3 раза.
- 2) В процессе 2–3 газ совершал работу.
- 3) В процессе 2–3 внутренняя энергия газа уменьшалась.
- 4) В процессе 1–2 от газа отводили тепло.
- 5) Концентрация газа в состоянии 1 равна концентрации газа в состоянии 2.

Ответ:

12. Объём сосуда с идеальным газом уменьшили вдвое, выпустив половину газа и поддерживая температуру газа в сосуде постоянной. Как изменятся в результате этого давление газа в сосуде и его внутренняя энергия?

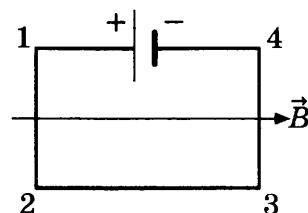
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

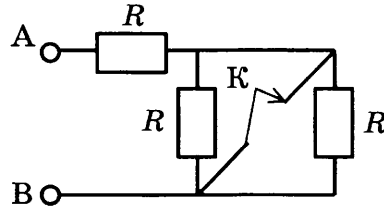
Давление газа	Внутренняя энергия газа

13. Электрическая цепь, состоящая из четырёх прямолинейных горизонтальных проводников (1–2, 2–3, 3–4, 4–1) и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции которого \vec{B} направлен горизонтально вправо (см. рисунок, вид сверху). Куда направлена (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 3–4? Ответ запишите словом (словами).



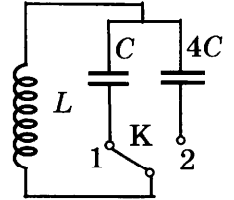
Ответ: _____.

14. Определите сопротивление участка цепи АВ, изображённого на рисунке, если ключ К замкнуть. Сопротивление каждого резистора равно 3 Ом.



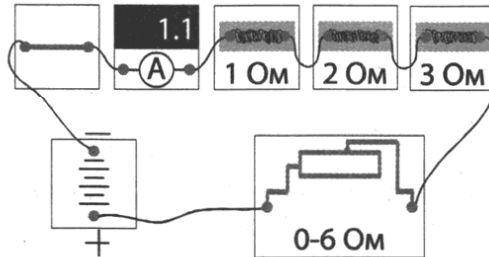
Ответ: _____ Ом.

15. В колебательном контуре, показанном на рисунке, период колебаний силы тока равен 2 мкс. Каким будет период колебаний напряжения на конденсаторе, если ключ К перевести из положения 1 в положение 2?



Ответ: _____ мкс.

16. На рисунке представлена электрическая цепь. Показания включённого в цепь амперметра даны в амперах. Какие **два** утверждения верно отражают результаты этого опыта? Сопротивления батарейки, ключа и амперметра пренебрежимо малы.



- 1) Если идеальный вольтметр подключить параллельно резистору с сопротивлением 3 Ом, то его показания будут равны 3 В.
- 2) На резисторе с сопротивлением 2 Ом за 1 минуту выделяется 145,2 Дж теплоты.
- 3) При перемещении ползунка реостата вправо показания амперметра увеличиваются.
- 4) При перемещении ползунка реостата влево напряжение на резисторе с сопротивлением 1 Ом увеличивается.
- 5) Общее сопротивление цепи равно 6 Ом, если ползунок реостата находится в крайнем правом положении.

Ответ:

17. Плоский конденсатор с диэлектриком между пластинами подключён к аккумулятору. Не отключая конденсатор от аккумулятора, диэлектрик удалили из конденсатора. Как изменятся при этом энергия конденсатора и разность потенциалов между его обкладками?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

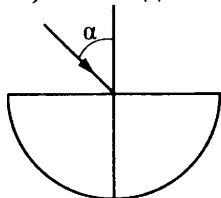
Энергия конденсатора	Разность потенциалов между обкладками конденсатора

18. Исследовались возможные способы наблюдения полного внутреннего отражения. В первом из них узкий пучок света шёл из воздуха в стекло, во втором — из стекла в воздух. (Показатель преломления стекла в обоих случаях n). При каких углах падения возможно наблюдение этого явления?

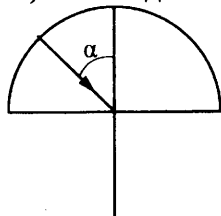
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

СПОСОБ НАБЛЮДЕНИЯ

А) свет идёт из воздуха в стекло



Б) свет идёт из стекла в воздух



УСЛОВИЯ НАБЛЮДЕНИЯ

1) наблюдать нельзя ни при каких углах падения

2) наблюдается при $\alpha > \alpha_0$, где $\sin \alpha_0 = \frac{1}{n}$

3) наблюдается при $\alpha < \alpha_0$, где $\sin \alpha_0 = \frac{1}{n}$

4) наблюдается при $\alpha > \alpha_0$, где $\sin \alpha_0 = n$

Ответ:

А	Б

19. Сколько протонов и нейтронов содержит частица X , которая образуется в результате реакции ${}^7_3\text{Li} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{10}_5\text{B} + X$.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. В образце имеется $2 \cdot 10^{10}$ ядер радиоактивного изотопа цезия ${}^{137}_{55}\text{Cs}$, имеющего период полураспада 26 лет. Через сколько лет останутся нераспавшимися $0,25 \cdot 10^{10}$ ядер данного изотопа?

Ответ: через _____ лет.

21. Выберите среди приведённых во втором столбце ядерных реакций те, которые являются примерами реакций альфа- и бета-распада.

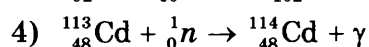
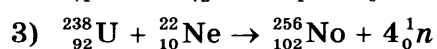
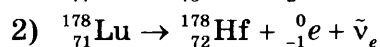
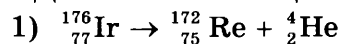
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВИД ЯДЕРНОЙ РЕАКЦИИ

А) альфа-распад

Б) бета-распад

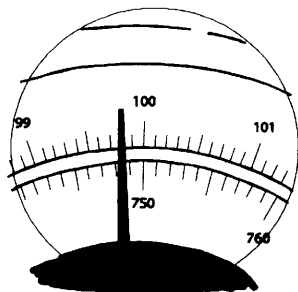
ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ



Ответ:

А	Б

22. В паспорте барометра указано, что погрешность прямого измерения давления не превосходит 3 мм рт. ст. Чему равно давление в комнате согласно показаниям барометра?



Ответ: (_____ ± _____) мм рт. ст.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить сопротивление резистора. Для этого школьник взял батарейку, резистор и соединительные провода. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) реостат
- 2) вольтметр
- 3) конденсатор
- 4) линейка
- 5) амперметр

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую некоторые характеристики планет Солнечной системы. Размеры и параметры орбит даны в сравнении с планетой Земля.

Имя	Диаметр	Масса	Орбитальный радиус (а.е.)	Период обращения (земных лет)	Период вращения (земных суток)
Меркурий	0,38	0,06	0,39	0,24	58,6
Венера	0,95	0,82	0,72	0,62	243
Земля	1	1	1	1	1
Марс	0,53	0,11	1,5	1/9	1
Юпитер	11,2	318	5,2	11,9	0,41
Сатурн	9,5	95,2	9,5	29,5	0,43
Уран	4	14,6	19,2	84	0,72
Нептун	3,9	17,2	30,1	165	0,67

Выберите *два* утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Линейная скорость вращения по орбите у Сатурна больше, чем у Урана.
- 2) Ускорение свободного падения на Венере составляет примерно $3,1 \text{ м/с}^2$.
- 3) Угловая скорость вращения Марса относительно собственной оси вращения больше, чем у Земли.
- 4) Средняя плотность Венеры почти в 10 раз меньше средней плотности Сатурна.
- 5) Вторая космическая скорость для Нептуна больше, чем для Урана.

Ответ:

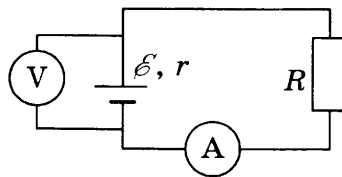
Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Столкнулись два одинаковых пластилиновых шарика, причём векторы их скоростей непосредственно перед столкновением были взаимно перпендикулярны и вдвое отличались по модулю: $v_1 = 2v_2$. Какой была скорость более быстрого шарика перед абсолютно неупругим столкновением, если после него величина скорости шариков стала равной 1,5 м/с? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ м/с.

26. В цепи, изображённой на рисунке, ЭДС источника 5 В, а его внутреннее сопротивление 2 Ом. Источник нагружен на сопротивление 3 Ом. Какова сила тока в цепи?



Ответ: _____ А.

27. Предмет расположен перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы с оптической силой 10 дптр. Расстояние от предмета до линзы равно 30 см. Определите расстояние от линзы до изображения предмета.

Ответ: _____ см.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Намагниченный стальной стержень начинает свободное падение с нулевой начальной скоростью из положения, изображённого на рис. 1. Пролетая сквозь закреплённое проволочное кольцо, стержень создаёт в нём электрический ток, сила которого изменяется со временем так, как показано на рис. 2.

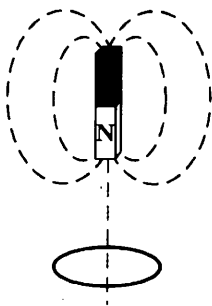


Рис. 1

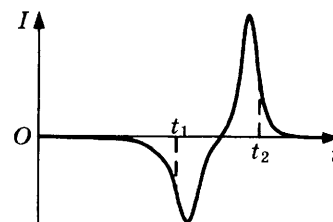


Рис. 2

Почему в моменты времени t_1 и t_2 ток в кольце имеет различные направления? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения. Влиянием тока в кольце на движение магнита пренебречь.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

29. От груза, неподвижно висящего на невесомой пружине жёсткостью $k = 400 \text{ Н/м}$, отделился с начальной скоростью, равной нулю, его фрагмент, после чего оставшаяся часть груза поднялась на максимальную высоту $h = 3 \text{ см}$ относительно первоначального положения. Какова масса m отделившегося от груза фрагмента?



30. В теплоизолированный сосуд, в котором находится 1 кг льда при температуре $-20 \text{ }^\circ\text{C}$, налили 0,2 кг воды при температуре $10 \text{ }^\circ\text{C}$. Определите массу льда в сосуде после установления теплового равновесия. Теплоёмкостью сосуда и потерями тепла пренебречь.
31. Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рисунок). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $\frac{1}{10}R$, сопротивление вольтметра $9R$. Каковы показания вольтметра в первой схеме, если во второй схеме они равны U_2 ? Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.

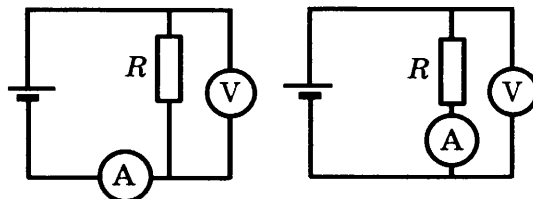


Схема 1

Схема 2

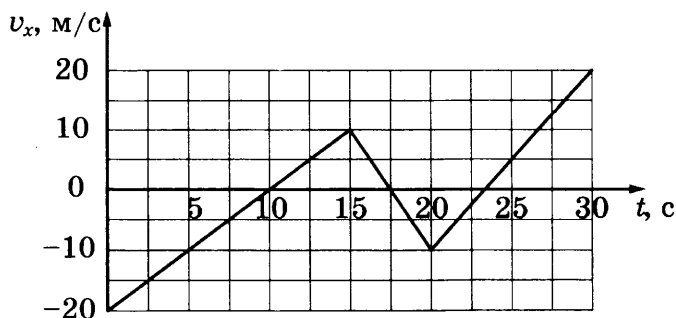
32. Металлическую пластину освещают монохроматическим светом с длиной волны $\lambda = 531 \text{ нм}$. Каков максимальный импульс фотоэлектронов, если работа выхода электронов из данного металла $A_{\text{вых}} = 1,73 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$?

ВАРИАНТ 5

Часть 1

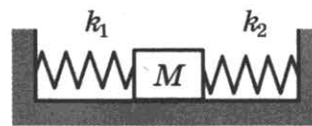
Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Чему равна проекция ускорения тела на ось Ox в промежутке от 15 до 20 с?



Ответ: _____ м/с².

2. Кубик массой 1 кг покоится на гладком горизонтальном столе, сжатый с боков пружинами (см. рисунок). Первая пружина сжата на 4 см, а вторая сжата на 3 см. Жёсткость второй пружины $k_2 = 600$ Н/м. Чему равна жёсткость первой пружины k_1 ?

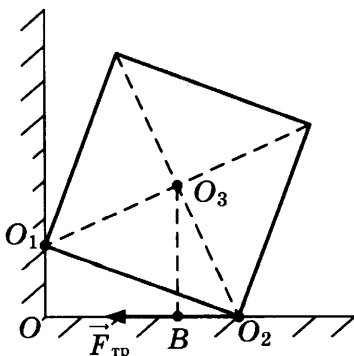


Ответ: _____ Н/м.

3. Автомобиль с выключенным двигателем проехал 50 м вниз по дороге, проложенной под углом 30° к горизонту. При этом его скорость достигла 30 м/с. Какова начальная скорость автомобиля? Трением пренебречь.

Ответ: _____ м/с.

4. Однородный куб опирается одним ребром на пол, другим — на вертикальную стену (см. рисунок). Чему равен момент силы трения $\vec{F}_{\text{тр}}$ относительно оси, проходящей через точку O_3 перпендикулярно плоскости чертежа, если модуль силы трения равен 2 Н, $O_3B = 4$ см, $O_2O_3 = 5$ см, $OO_2 = 6,5$ см?



Ответ: _____ Н · м.

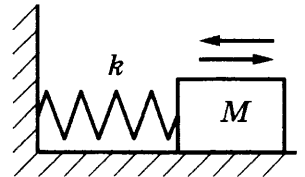
5. Груз массой 0,1 кг подвешен на невесомой нерастяжимой нити длиной 40 см. В результате небольшого толчка груз пришёл в движение. В таблице приведена зависимость высоты груза относительно положения равновесия h от времени t . На основании данных, приведённых в таблице, выберите **два** верных утверждения о движении груза.

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$h, \text{ см}$	0	12	20	12	0	12	20	12	0

- 1) Максимальный угол отклонения нити от вертикали равен 60° .
- 2) Частота колебаний груза равна 0,25 Гц.
- 3) В промежуток времени от 0 с до 5 с кинетическая энергия груза достигла максимального значения 2 раза.
- 4) В момент 8 с кинетическая энергия груза равна 0.
- 5) Максимальная скорость груза равна 4 м/с.

Ответ:

6. На гладкой наклонной плоскости колеблется небольшой брусок, соединённый пружиной с вертикальной стенкой (пружинный маятник). Как изменится амплитуда колебаний бруска и его максимальная кинетическая энергия, если в момент прохождения положения равновесия вертикально сверху положить на первый брусок еще один такой же брусок?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

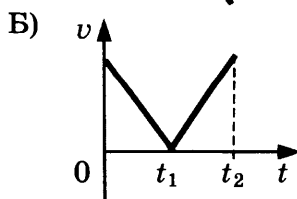
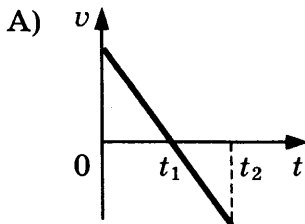
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Амплитуда колебаний	Максимальная кинетическая энергия

7. Графики А и Б представляют собой зависимости проекции скорости прямолинейно движущегося тела от времени t . Установите соответствие между графиками и характеристиками движения каждого тела.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



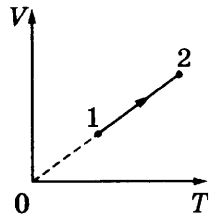
ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИЖЕНИЯ

- 1) в промежутке времени от 0 до t_2 тело не меняло направление движения
- 2) в промежутке времени от 0 до t_2 тело не останавливалось
- 3) в промежутке времени от 0 до t_2 ускорение тела было постоянным
- 4) путь, пройденный телом в промежутке времени от 0 до t_1 , меньше, чем в промежутке времени от t_1 до t_2

Ответ:

А	Б

8. На рисунке приведен график зависимости объёма идеального газа от его абсолютной температуры. Давление газа в состоянии 1 равно 50 кПа. Чему равно давление газа в состоянии 2, если его объём увеличился в 2 раза?



Ответ: _____ кПа.

9. У теплового двигателя, работающего по циклу Карно, температура нагревателя 500 К, а температура холодильника 300 К. Рабочее тело за один цикл получает от нагревателя 40 кДж теплоты. Какую работу совершает при этом рабочее тело двигателя?

Ответ: _____ кДж.

10. В процессе эксперимента газ получил от нагревателя количество теплоты, равное 3 кДж. При этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 13 кДж. Какую работу совершил газ в этом процессе?

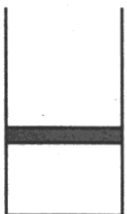
Ответ: _____ кДж.

11. В сосуде под поршнем находится вода и водяной пар. Масса воды равна массе пара. Объём сосуда изотермически увеличивают в 3 раза. Выберите из предложенных утверждений *два*, которые верно отражают результаты этого опыта.

- 1) Масса пара в сосуде не изменяется.
- 2) В конечном состоянии давление пара в сосуде в три раза меньше первоначального.
- 3) Давление пара сначала было постоянным, а затем стало уменьшаться.
- 4) Плотность пара в начале и в конце опыта одинакова.
- 5) Концентрация пара в сосуде в начале опыта больше, чем в конце опыта.

Ответ:

12. В цилиндрическом сосуде под поршнем находится газ. Поршень не закреплён и может перемещаться в сосуде без трения (см. рисунок). В сосуд закачивается ещё такое же количество газа при неизменной температуре. Как изменится в результате этого давление газа и концентрация его молекул?



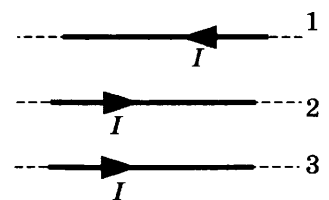
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

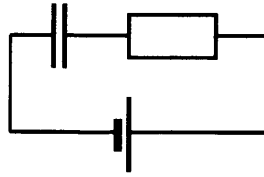
Давление газа	Концентрация молекул газа

13. Как направлена (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) сила Ампера, действующая на проводник № 2 со стороны двух других (см. рисунок), если все проводники тонкие, длинные, прямые, лежат в одной плоскости, параллельны друг другу и расстояния между соседними проводниками одинаковы? (I — сила тока). Ответ запишите словом (словами).



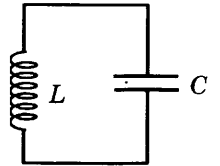
Ответ: _____.

14. Чему равен заряд конденсатора в схеме, представленной на рисунке, если ЭДС батарейки равна $\mathcal{E} = 8 \text{ В}$, сопротивление резистора $R = 5 \text{ Ом}$, ёмкость конденсатора $C = 20 \text{ мкФ}$?



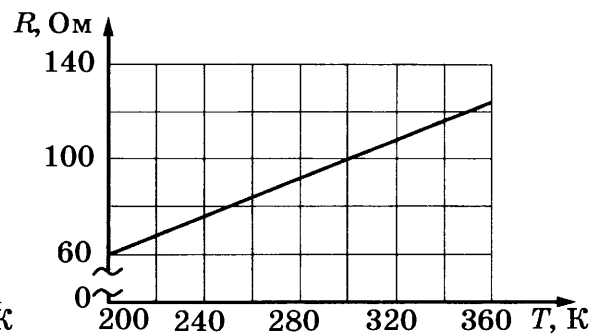
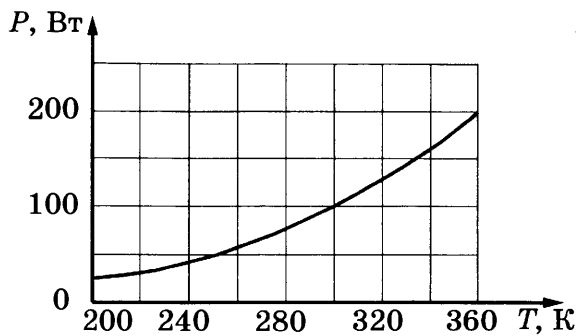
Ответ: _____ мкКл.

15. В колебательном контуре (см. рисунок) напряжение между обкладками конденсатора меняется по закону $U_C = U_0 \cos \omega t$, где $U_0 = 5 \text{ В}$, $\omega = 2000\pi \text{ с}^{-1}$. Определите период колебаний напряжения.



Ответ: _____ с.

16. На рисунке изображены графики зависимости мощности лампы накаливания $P = P(T)$ и сопротивления её спирали $R = R(T)$ от температуры. Выберите **два** верных утверждения, которые можно сделать, анализируя эти графики



- 1) Напряжение на спирали лампы при подводимой мощности $P = 200 \text{ Вт}$ меньше 150 В .
- 2) Сопротивление спирали лампы при подводимой мощности $P = 100 \text{ Вт}$ равно 80 Ом .
- 3) С уменьшением мощности, подводимой к лампе, напряжение на ней падает.
- 4) Напряжение на лампе возрастает пропорционально подводимой к ней мощности.
- 5) Напряжение на спирали лампы при подводимой мощности $P = 100 \text{ Вт}$ равно 100 В .

Ответ:

17. Неразветвлённая электрическая цепь постоянного тока состоит из источника тока и подключённого к его выводам внешнего резистора. Как изменятся при уменьшении сопротивления резистора сила тока в цепи и ЭДС источника?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока в цепи	ЭДС источника

18. Установите соответствие между формулами для расчёта физических величин в цепях постоянного тока и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения: W — мощность тока в резисторе; I — сила тока; U — напряжение на резисторе. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Сопrotивлением контура пренебречь.

ФОРМУЛЫ

А) $\frac{W}{U}$

Б) IU

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) сила тока через резистор

2) напряжение на резисторе

3) мощность тока в резисторе

4) сопротивление резистора

Ответ:

А	Б

19. На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д. И. Менделеева. Под названием элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов, нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость изотопа в природе.

2	II	Li ЛИТИЙ 7 _{ез} 6 _{7,4}	3	Be БЕРИЛЛИЙ 9 ₁₀₀	4	5	B БОР 11 ₈₀ 10 ₂₀
3	III	Na НАТРИЙ 23 ₁₀₀	11	Mg МАГНИЙ 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	12	13	Al АЛЮМИНИЙ 27 ₁₀₀
4	IV	K КАЛИЙ 39 _{ез} 41 _{6,7}	19	Ca КАЛЬЦИЙ 40 ₉₇ 44 _{2,1}	20	21	Sc СЦИАНДИЙ 45 ₁₀₀
	V	29	Cu МЕДЬ 63 ₆₉ 65 ₃₁	30	Zn ЦИНК 64 ₄₉ 66 ₂₈ 68 ₁₉	31	Ga ГАЛЛИЙ 69 ₆₀ 71 ₄₀

Чему равно число протонов и число нейтронов в ядре самого распространённого изотопа меди?

Ответ:

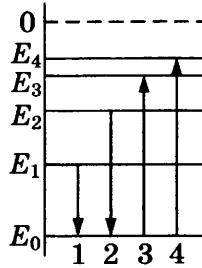
Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Два источника излучают пучки монохроматического света с длинами волн $\lambda_1 = 500$ нм и $\lambda_2 = 800$ нм. Чему равно отношение энергий фотонов в этих пучках $\frac{E_1}{E_2}$?

Ответ: _____ .

21. На рисунке изображена упрощённая диаграмма энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какой из этих четырёх переходов связан с поглощением света наибольшей длины волны, а какой — с излучением света наибольшей частоты?



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

- А) поглощение света наибольшей длины волны
- Б) излучение света наибольшей частоты

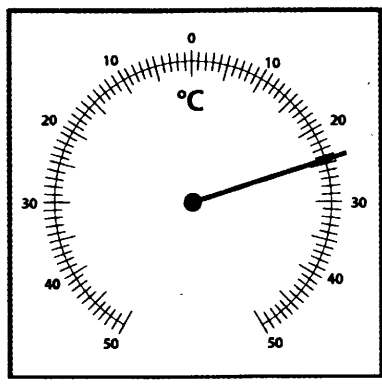
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

Ответ:

А	Б

22. Чему равна температура в комнате, согласно показаниям комнатного термометра, если погрешность измерения температуры равна цене деления термометра?



Ответ: (_____ ± _____) °C.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить коэффициент жесткости пружины. Для этого школьник взял штатив, с закреплённой на нём пружиной, и небольшой груз известной массы. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

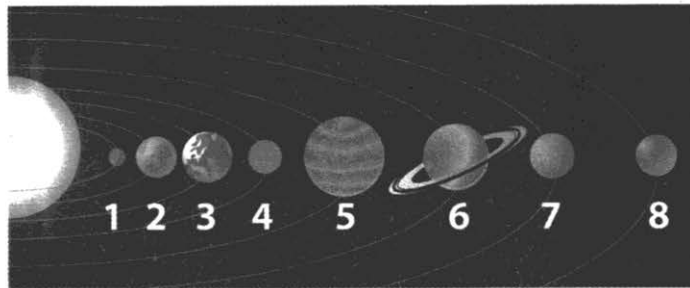
- 1) реостат
- 2) весы
- 3) секундомер
- 4) линейка
- 5) динамометр

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

--	--

24. На рисунке приведено схематическое изображение Солнечной системы. Планеты на этом рисунке обозначены цифрами. Выберите из приведённых ниже утверждений *два* верных, и укажите их номера.



- 1) Планетой 2 является Венера.
- 2) Планета 5 относится к планетам земной группы.
- 3) Планета 3 имеет 1 спутник.
- 4) Планета 5 не имеет спутников.
- 5) Атмосфера планеты 1 состоит, в основном, из углекислого газа.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

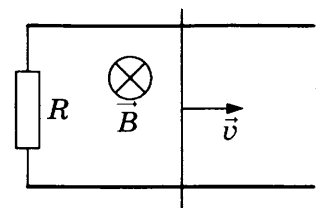
25. За 2 с прямолинейного движения с постоянным ускорением тело прошло 20 м, не меняя направления движения и уменьшив свою скорость в 3 раза. Чему равна начальная скорость тела на этом интервале?

Ответ: _____ м/с.

26. Идеальный одноатомный газ находится в сосуде с жесткими стенками объемом $0,6 \text{ м}^3$. При нагревании его внутренняя энергия увеличилась на 18 кДж. На сколько возросло давление газа?

Ответ: _____ кПа.

27. Прямоугольный контур, образованный двумя рельсами и двумя перемычками, находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура. Правая перемычка скользит по рельсам, сохраняя надежный контакт с ними. Известны величины: индукция магнитного поля $B = 0,1 \text{ Тл}$, расстояние между рельсами $l = 10 \text{ см}$, скорость движения перемычки $v = 2 \text{ м/с}$, сопротивление контура $R = 2 \text{ Ом}$. Какова сила индукционного тока в контуре?



Ответ: _____ мА.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. В опыте по изучению фотоэффекта катод освещается жёлтым светом, в результате чего в цепи возникает ток (рис. 1). Зависимость показаний амперметра I от напряжения U между анодом и катодом приведена на рис. 2. Используя законы фотоэффекта и предполагая, что отношение числа фотоэлектронов к числу поглощённых фотонов не зависит от частоты света, объясните, как изменится представленная зависимость $I(U)$, если освещать катод зелёным светом, оставив мощность поглощённого катодом света неизменной.

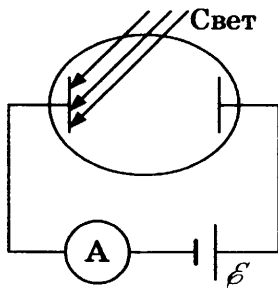


Рис. 1

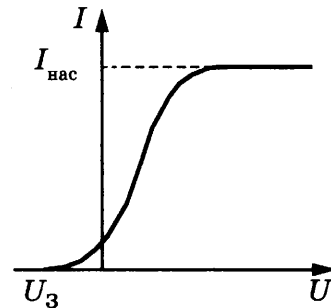
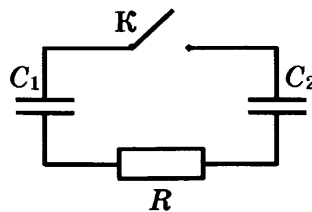


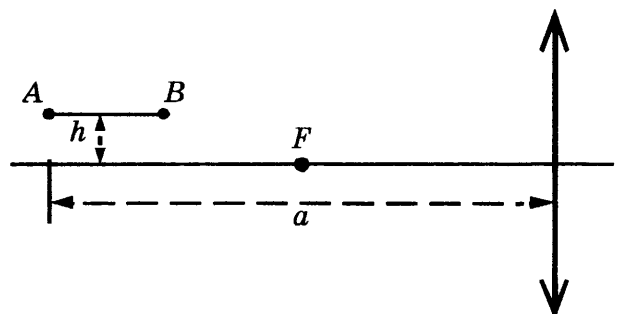
Рис. 2

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

29. Средняя плотность планеты Плук равна средней плотности Земли, а первая космическая скорость для Плюка в 2 раза больше, чем для Земли. Чему равно отношение периода обращения спутника, движущегося вокруг Плюка по низкой круговой орбите, к периоду обращения аналогичного спутника Земли? Объем шара пропорционален кубу радиуса ($V \sim R^3$).
30. Воздушный шар объёмом 2500 м^3 с массой оболочки 400 кг имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой до температуры 77 °C . Какой должна быть максимальная температура окружающего воздуха плотностью $1,2 \text{ кг/м}^3$, чтобы шар взлетел вместе с грузом (корзина и воздухоплаватель) массой 200 кг ? Оболочку шара считать нерастяжимой.
31. Конденсатор $C_1 = 1 \text{ мкФ}$ заряжен до напряжения $U = 300 \text{ В}$ и включён в последовательную цепь из резистора $R = 300 \text{ Ом}$, незаряженного конденсатора $C_2 = 2 \text{ мкФ}$ и разомкнутого ключа K (см. рисунок). Какое количество теплоты выделится в цепи после замыкания ключа, пока ток в цепи не прекратится?



32. Тонкая палочка AB длиной $l = 10 \text{ см}$ расположена параллельно главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии $h = 15 \text{ см}$ от неё (см. рисунок). Конек A палочки располагается на расстоянии $a = 40 \text{ см}$ от линзы. Постройте изображение палочки в линзе и определите его длину L . Фокусное расстояние линзы $F = 20 \text{ см}$.

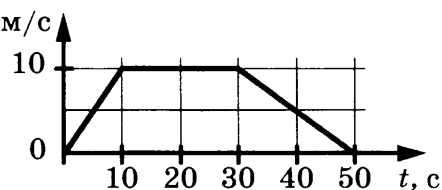


ВАРИАНТ 6

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости модуля v , м/с скорости v автомобиля от времени t . Определите путь, пройденный автомобилем в интервале времени от 0 до 30 с.



Ответ: _____ м.

2. В инерциальной системе отсчёта сила F сообщает телу массой m ускорение $4,5 \text{ м/с}^2$. Чему равно ускорение тела массой $2m$ под действием силы $\frac{1}{3}F$ в этой системе отсчёта?

Ответ: _____ м/с^2 .

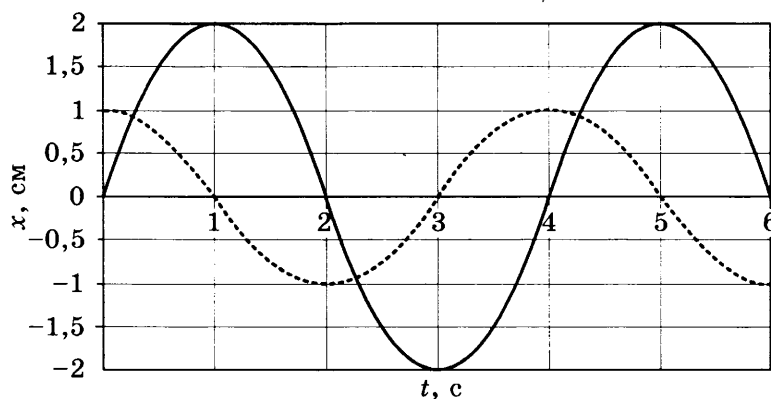
3. Самосвал массой m_0 при движении на пути к карьере имеет кинетическую энергию 250 кДж . Какова его кинетическая энергия после загрузки, если он двигался с прежней скоростью, а масса его увеличилась в 2 раза?

Ответ: _____ кДж.

4. Человек массой 80 кг с сумкой весом 100 Н стоит неподвижно на полу. Сила давления подошв его ботинок на пол равномерно распределена по площади 600 см^2 . Какое давление человек оказывает на пол?

Ответ: _____ Па.

5. На рисунке приведены зависимости от времени координат двух колеблющихся тел 1 и 2, прикрепленных к одинаковым пружинам. Сплошной линией изображены колебания груза m_1 , пунктиром — тела m_2 . Выберите **два** верных утверждения о движении тел.



- 1) Период колебаний тела 1 в два раза меньше периода колебаний тела 2.
- 2) Амплитуда колебаний тела 1 в два раза больше амплитуды колебаний тела 2.
- 3) Масса тела 1 в два раза больше массы тела 2 ($m_1 = 2m_2$).
- 4) Максимальная скорость груза 1 в два раза больше, чем максимальная скорость груза 2.
- 5) Максимальные потенциальные энергии пружин одинаковы.

Ответ:

6. Массивный груз, подвешенный к потолку на пружине, совершает вертикальные свободные колебания. Пружина всё время остаётся растянутой. Как ведёт себя потенциальная энергия пружины и кинетическая энергия груза, когда груз движется вниз от положения равновесия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Потенциальная энергия пружины	Кинетическая энергия груза

7. На гладкой горизонтальной плоскости покоится небольшое тело массой m . На него налетает тело массой $2m$, движущееся со скоростью v . Чему равна кинетическая энергия первого тела и изменение модуля скорости второго тела в результате абсолютно неупругого столкновения тел?

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) кинетическая энергия тела массой m
- Б) изменение модуля скорости тела массой $2m$

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{1}{3}v$
- 2) $\frac{2}{3}v$
- 3) $\frac{2}{9}mv^2$
- 4) $\frac{1}{4}mv^2$

Ответ:

А	Б

8. В результате охлаждения и расширения идеального одноатомного газа его давление уменьшилось в 4 раза, а концентрация его молекул уменьшилась в 2 раза. Во сколько раз при этом уменьшилась температура газа?

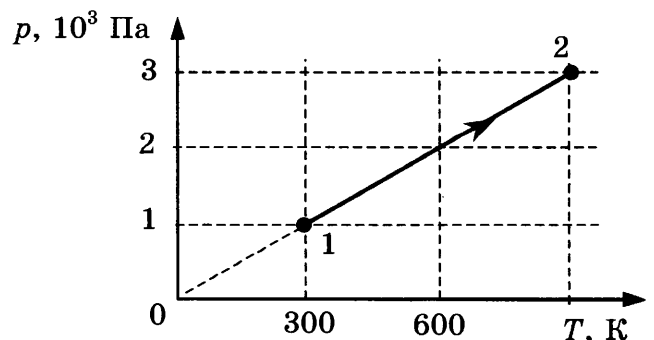
Ответ: уменьшилась в _____ раз (раза).

9. В сосуде находится воздух с относительной влажностью 40% при температуре 100 °С. Чему равно парциальное давление водяного пара в сосуде?

Ответ: _____ кПа.

10. На рисунке показан график изменения состояния постоянной массы одноатомного идеального газа. В этом процессе газ получил количество теплоты, равное 3 кДж. На сколько в результате этого увеличилась его внутренняя энергия?

Ответ: увеличивается на _____ кДж.



11. В сосуде неизменного объема при комнатной температуре находилась смесь водорода и гелия по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 2 моль водорода. Считая газы идеальными, а их температуру постоянной, выберите из предложенного перечня *два* утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных исследований, и укажите их номера.

- 1) Парциальное давление водорода уменьшилось.
- 2) Давление смеси газов в сосуде увеличилось.
- 3) Концентрация гелия не изменилась.
- 4) В начале опыта концентрации газов были одинаковые.
- 5) В начале опыта массы газов были одинаковые.

Ответ:

--	--

12. Аргон помещают в открытый сверху сосуд под лёгкий подвижный поршень и начинают охлаждать. Давление воздуха, окружающего сосуд, равно 10^5 Па. Начальный объём газа 9 л, начальная температура 450 К. Масса газа в сосуде остаётся неизменной. Трением между поршнем и стенками сосуда пренебречь.

Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими аргон, и формулами, выражающими их зависимость от абсолютной температуры T газа в условиях данной задачи.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) объём газа $V(T)$
- Б) внутренняя энергия газа $U(T)$

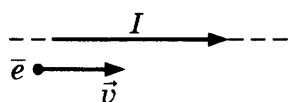
ФОРМУЛЫ

- 1) $dT, d = 3$ Дж/К
- 2) $\frac{b}{T}, b = 4050$ м³ · К
- 3) $aT, a = 2 \cdot 10^{-5}$ м³/К
- 4) $cT, c = 20$ Дж/К

Ответ:

А	Б

13. Электрон \bar{e} имеет горизонтальную скорость \vec{v} , направленную вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рисунок). Куда направлена (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) действующая на электрон сила Лоренца? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____

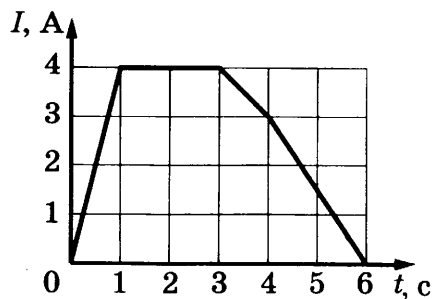
14. Два неподвижных точечных электрических заряда действуют друг на друга с силами 16 нН. Какими станут силы взаимодействия между ними, если, не меняя расстояния между зарядами, увеличить модуль каждого из них в 4 раза?

Ответ: _____ нН.

15. Предмет находится на расстоянии 60 см от плоского зеркала. Каково будет расстояние между ним и его изображением, если предмет приблизить к зеркалу на 25 см?

Ответ: _____ см.

16. В катушке индуктивностью 6 мГн сила тока I зависит от времени t , как показано на графике. Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения о процессах, происходящих в катушке.



- 1) Скорость изменения тока в катушке была максимальна в интервале времени от 4 до 6 с.
- 2) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, минимален в интервале времени от 3 до 4 с.
- 3) Энергия магнитного поля катушки в интервале времени от 1 до 3 с оставалась равной 12 мДж.
- 4) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в рамке, в интервале времени от 4 до 6 с равен 9 мВ.
- 5) Модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке, максимален в интервале времени от 0 до 1 с.

Ответ:

17. Протон в однородном магнитном поле движется по окружности. Как изменятся радиус окружности и частота обращения, если в этом поле двигалась с той же скоростью α -частица?

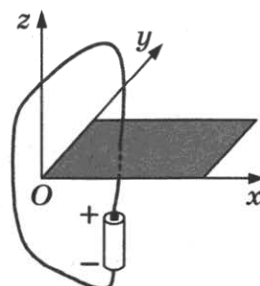
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус окружности	Частота обращения

18. При подключении проводника к полюсам гальванического элемента на поверхности проводника появляются заряды: положительные вблизи положительного полюса, отрицательные вблизи отрицательного полюса — и возникает электрический ток. Заряды на поверхности проводника создают в пространстве электрическое поле, а ток — магнитное поле. Проводник, подключённый к гальваническому элементу, проходит через отверстие в доске.



На рисунках 1–4 при помощи силовых линий (линий поля) изображены электрическое и магнитное поля, создаваемые проводником (вид сверху). Установите соответствие между видами поля и рисунками, изображающими силовые линии.

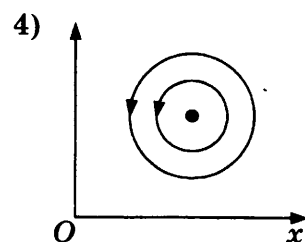
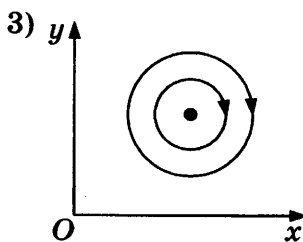
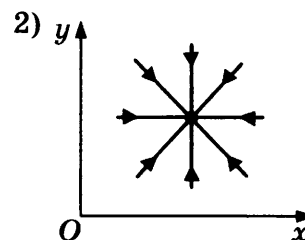
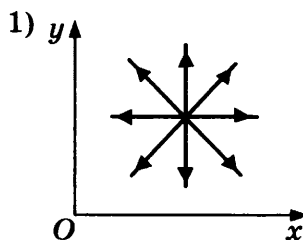
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВИДЫ ПОЛЯ

А) электрическое поле

Б) магнитное поле

ИЗОБРАЖЕНИЯ СИЛОВЫХ ЛИНИЙ



Ответ:

А	Б

19. Сколько протонов и нейтронов содержит ядро, появившееся в результате реакции ядра ${}_{13}^{27}\text{Al}$ и α -частицы?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Длина волны красного света в 2 раза больше длины волны фиолетового света. Во сколько раз импульс фотона красного света меньше импульса фотона фиолетового света?

Ответ: в _____ раз(раза).

21. В опытах по фотоэффекту взяли пластину из металла с работой выхода $5,4 \cdot 10^{-19}$ Дж и стали освещать её светом частотой $3 \cdot 10^{14}$ Гц. Затем частоту света увеличили в 2 раза, одновременно увеличив в 1,5 раза число фотонов, падающих на пластину за 1 с. Как изменится при этом количество вылетающих из пластины фотоэлектронов и длина световой волны?

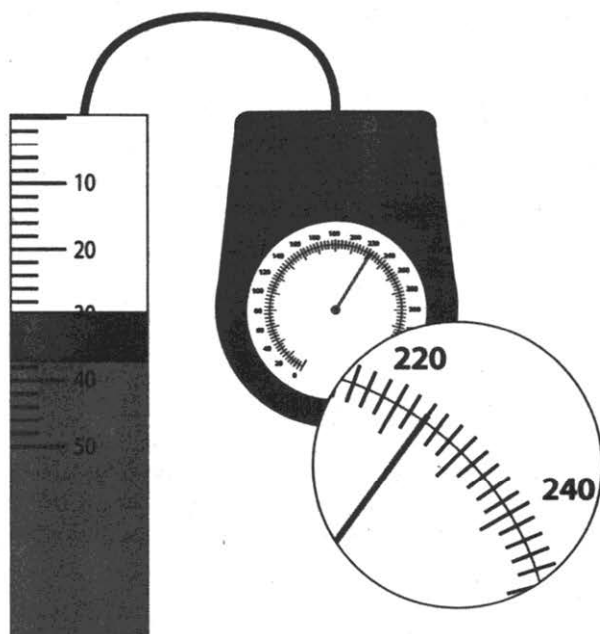
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Количество фотоэлектронов	Длина волны

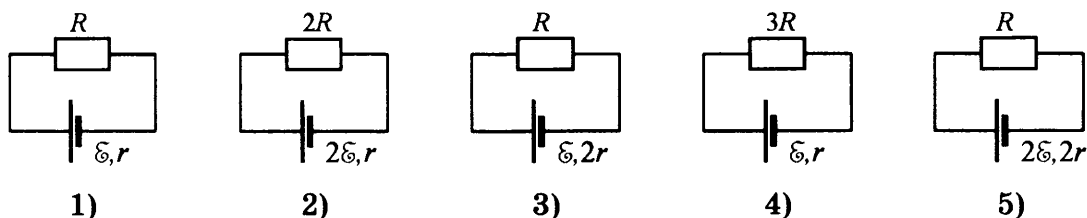
22. Чему равно давление воздуха в баллоне, если погрешность манометра $\Delta p = 3$ мм рт. ст.?



Ответ: (_____ \pm _____) мм. рт. ст.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Для выполнения лабораторной работы ученику требуется проверить зависимость тепловой мощности, выделяющейся на резисторе от его сопротивления. В распоряжении ученика имеются 5 установок, показанные на рисунке. Какие из установок нужно использовать для того, чтобы выполнить эту работу?



В ответе запишите номера выбранных установок.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звездах.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Расстояние до звезды (св. год)
Альдебаран	3500	5	45	68
Альтаир	8000	1,7	1,7	360
Бетельгейзе	3100	20	900	650
Вега	10600	3	3	27
Капелла	5200	3	2,5	45
Кастор	10400	3	2,5	45
Процион	6900	1,5	2	11
Спика	16800	15	7	160

Выберите *два* утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд.

- 1) Звезда Спика относится к звездам спектрального класса F.
- 2) Плотность вещества звезды Вега составляет 1 г/см^3 .
- 3) Звезды Кастор и Капелла находятся на одинаковом расстоянии от Солнца.
- 4) Звезды Вега и Кастор имеют примерно одинаковую температуру и массу, следовательно, будет одинаковой и их видимая звездная величина.
- 5) Температура поверхности и радиус Альдебарана говорят о том, что эта звезда относится к гигантам.

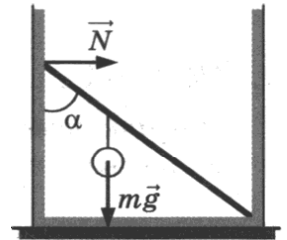
Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Невесомый стержень длиной 1 м, находящийся в ящике с гладкими дном и стенками, составляет угол $\alpha = 45^\circ$ с вертикалью (см. рисунок). К стержню на расстоянии 25 см от его левого конца подвешен на нити шар массой 2 кг (см. рисунок). Каков модуль силы N , действующей на стержень со стороны левой стенки ящика?

Ответ: _____ Н.



26. При изобарном нагревании газообразный гелий получил количество теплоты 100 Дж. Каково изменение внутренней энергии гелия? Масса гелия в данном процессе не менялась.

Ответ: _____ Дж.

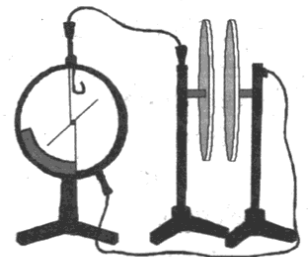
27. Чему равна сила Ампера, действующая на стальной прямой проводник с током длиной 10 см и площадью поперечного сечения $2 \cdot 10^{-2} \text{ мм}^2$, если напряжение на нём 2,4 В, а модуль вектора магнитной индукции 1 Тл? Вектор магнитной индукции перпендикулярен проводнику. Удельное сопротивление стали $0,12 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$.

Ответ: _____ Н.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

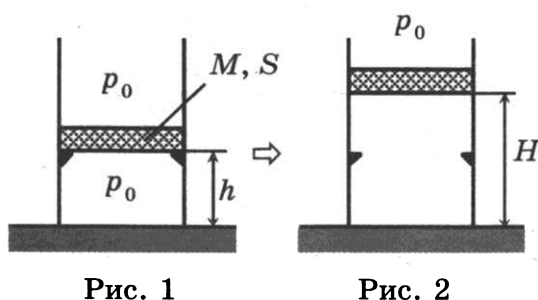
Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Две плоские пластины конденсатора, закреплённые на изолирующих штативах, расположили на небольшом расстоянии друг от друга и соединили одну пластину с заземлённым корпусом, а другую — со стержнем электрометра (см. рисунок). Затем пластину, соединённую со стержнем электрометра, зарядили. Объясните, опираясь на известные вам законы, как изменяются показания электрометра при внесении между пластинами диэлектрической пластины. Отклонение стрелки электрометра пропорционально разности потенциалов между пластинами.

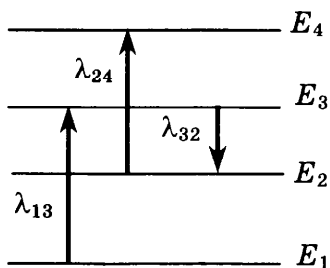


Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

29. Если во время полёта между двумя городами дует попутный ветер, то самолёт затрачивает на перелёт между ними 6 ч. Если дует такой же боковой ветер перпендикулярно линии полёта, то самолёт затрачивает на перелёт 7,5 ч. Найдите скорость ветра, если скорость самолёта относительно воздуха постоянна и равна 328 км/ч.
30. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками, открытом сверху, под поршнем находится одноатомный идеальный газ. В начальном состоянии поршень массой M и площадью основания S покоится на высоте h , опираясь на выступы (см. рис. 1). Давление газа p_0 равно внешнему атмосферному. Какое количество теплоты Q нужно сообщить газу при медленном его нагревании, чтобы поршень оказался на высоте H (см. рис. 2)? Тепловыми потерями пренебречь.



31. Определите силу тока, протекающего через однородный цилиндрический алюминиевый проводник сечением $2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$, если за 15 с его температура повысилась на 10 К. Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление алюминия $2,5 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.)
32. На рисунке изображены энергетические уровни атома и указаны длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой. Экспериментально установлено, что минимальная длина волны для фотонов, излучаемых при переходах между этими уровнями, равна $\lambda_0 = 250 \text{ нм}$. Какова величина λ_{13} , если $\lambda_{32} = 545 \text{ нм}$, $\lambda_{24} = 400 \text{ нм}$?

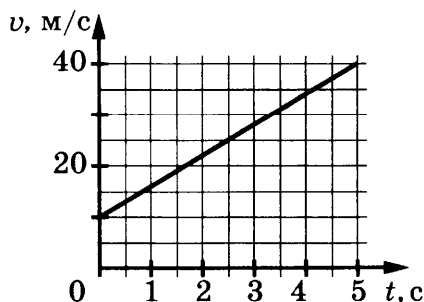


ВАРИАНТ 7

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На графике приведена зависимость скорости тела от времени при прямолинейном движении. Определите ускорение тела.



Ответ: _____ м/с².

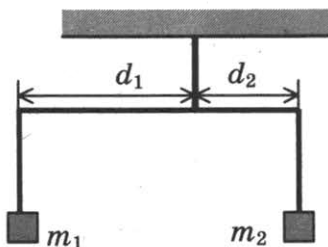
2. Деревянный брусок массой $m = 0,2$ кг, площади граней которого связаны отношением $S_1 : S_2 : S_3 = 1 : 2 : 3$, скользит равномерно и прямолинейно под действием горизонтальной силы $F = 0,3$ Н по горизонтальной шероховатой опоре, соприкасаясь с ней гранью площадью S_3 . Каков коэффициент трения бруска об опору, если $S_1 = 15$ см²?

Ответ: _____.

3. Тело массой $0,1$ кг вращается в горизонтальной плоскости на нити длиной 1 м. Чему равна работа силы тяжести за один оборот вращения тела?

Ответ: _____ Дж.

4. Коромысло весов, к которому подвешены на нитях два тела (см. рисунок), находится в равновесии. При этом плечи коромысла равны $d_1 = 10$ см, $d_2 = 5$ см. Массу первого тела уменьшили в 2 раза. Какой длины нужно сделать плечо d_2 , чтобы равновесие сохранилось? (Коромысло и нити считать невесомыми, масса второго тела не меняется.)



Ответ: _____ см.

5. Из начала декартовой системы координат в момент времени $t = 0$ тело (материальная точка) брошено под углом к горизонту. В таблице приведены результаты измерения координат x и y от времени наблюдения. Выберите *два* верных утверждения на основании данных, приведённых в таблице.

Время, с	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
Координата x , м	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4
Координата y , м	0,35	0,6	0,75	0,8	0,75	0,6	0,35	0

- 1) Тело бросили со скоростью 5 м/с.
- 2) Тело поднялось на максимальную высоту, равную 1,2 м.
- 3) В момент времени $t = 0,3$ с тело удалилось от начала системы координат на расстояние, большее 2 м.
- 4) Проекция скорости v_y в момент времени $t = 0,2$ с равна 2 м/с.
- 5) Тело бросили под углом 45° .

Ответ:

--	--

6. В результате перехода спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение уменьшается. Как изменятся в результате этого перехода скорость движения спутника по орбите и период обращения вокруг Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость движения спутника по орбите	Период обращения спутника вокруг Земли

7. Один конец лёгкой пружины жёсткостью k прикреплен к бруску, а другой закреплён неподвижно. Брусок скользит по горизонтальной направляющей так, что его координата изменяется со временем по закону $x(t) = A \sin \omega t$.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их изменения во времени.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) потенциальная энергия пружины $E_{\text{п}}(t)$
- Б) проекция $F_x(t)$ равнодействующей силы на ось x

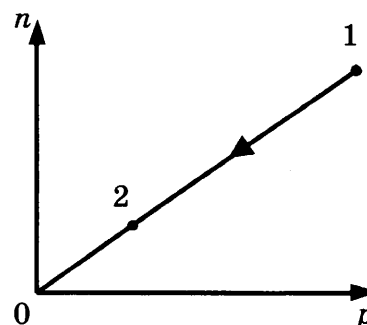
ФОРМУЛЫ

- 1) $-kA \sin \omega t$
- 2) $-kA^2 \sin^2 \omega t$
- 3) $kA^2 \sin \omega t$
- 4) $\frac{kA^2}{2} \sin^2 \omega t$

Ответ:

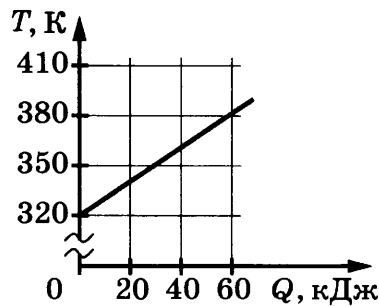
А	Б

8. При переводе постоянной массы идеального газа из состояния 1 в состояние 2 концентрация молекул n пропорциональна давлению p (см. рисунок). Чему равна температура газа в состоянии 2, если начальная температура равна 600 К, а $\frac{p_2}{p_1} = 3$?



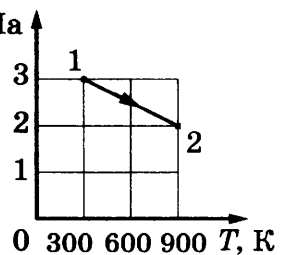
Ответ: _____ К.

9. На рисунке изображён график зависимости температуры тела от подводимого к нему количества теплоты. Удельная теплоёмкость вещества этого тела равна $500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$. Чему равна масса тела?



Ответ: _____ кг.

10. На рисунке показан график зависимости давления одноатомного идеального газа от температуры при постоянной массе. В состоянии 1 внутренняя энергия газа равна $1,5 \text{ кДж}$. Чему равна внутренняя энергия газа в состоянии 2?



Ответ: _____ кДж.

11. Твёрдое вещество медленно нагревалось в плавильной печи с постоянной мощностью. В таблице приведены результаты измерений температуры вещества с течением времени.

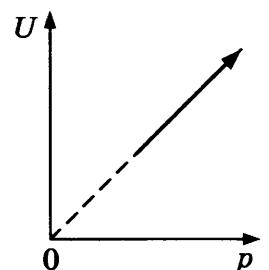
Время, мин	0	5	10	15	20	25	30	35
Температура, °С	305	314	323	327	327	327	329	334

Выберите из предложенного перечня *два* утверждения, которые соответствуют результатам проведённого экспериментального исследования, и укажите их номера.

- 1) Температура плавления вещества в данных условиях равна $329 \text{ }^\circ\text{C}$.
- 2) Через 18 мин после начала измерений вещество находилось и в жидком и в твёрдом состоянии.
- 3) Теплоемкость вещества в жидком и твёрдом состояниях одинакова.
- 4) Через 30 мин после начала измерений в стакане находилось вещество только в твёрдом состоянии.
- 5) Процесс плавления вещества продолжался менее 25 минут.

Ответ:

12. На рисунке показан процесс изменения состояния одного моля одноатомного идеального газа (U — внутренняя энергия газа; p — его давление). Как изменятся в ходе этого процесса объём и теплоёмкость газа? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

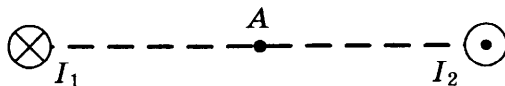


- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

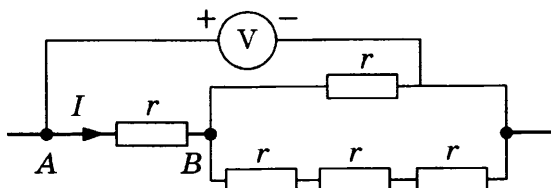
Объём газа	Теплоёмкость газа
<input type="text"/>	<input type="text"/>

13. Магнитное поле создано в точке A двумя параллельными длинными проводниками с токами I_1 и I_2 , расположенными перпендикулярно плоскости чертежа. Как направлен (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя) вектор индукции магнитного поля \vec{B} в точке A ? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

14. Пять одинаковых резисторов с сопротивлением $r = 0,5$ Ом соединены в электрическую цепь, схема которой представлена на рисунке. По участку AB идёт ток $I = 2$ А. Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?

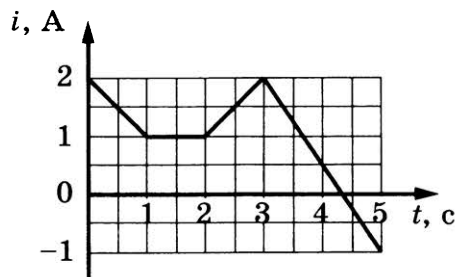
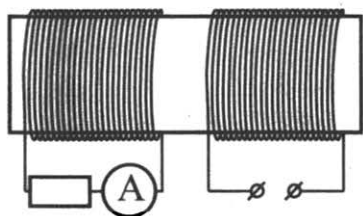


Ответ: _____ В.

15. Определите энергию магнитного поля катушки индуктивностью $2 \cdot 10^{-4}$ Гн при силе тока в ней 3 А.

Ответ: _____ мДж.

16. На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают ток, который меняется согласно приведённому графику. На основании этого графика выберите **два** верных утверждения. Индуктивностью катушек пренебречь.



- 1) В промежутке между 1 с и 2 с показания амперметра были равны 0.
- 2) В промежутках 0–1 с и 2–3 с направления тока в левой катушке были одинаковы.
- 3) В промежутке между 1 с и 2 с индукция магнитного поля в сердечнике была равна 0.
- 4) Всё время измерений сила тока через амперметр была отлична от 0.
- 5) В промежутках 0–1 с и 2–3 с сила тока в левой катушке была одинаковой.

Ответ:

17. Стеклолинзу (показатель преломления стекла $n_{\text{стекла}} = 1,54$), показанную на рисунке, перенесли из воздуха ($n_{\text{воздуха}} = 1$) в воду ($n_{\text{воды}} = 1,33$). Как изменились при этом фокусное расстояние и оптическая сила линзы?

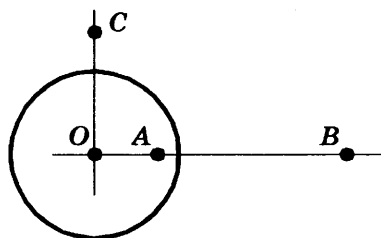
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Фокусное расстояние	Оптическая сила

18. На неподвижном проводящем уединённом шарике радиусом R находится заряд Q . Точка O — центр шарика, $OA = \frac{3R}{4}$, $OB = 3R$, $OC = \frac{3R}{2}$. Модуль напряжённости электростатического поля заряда Q в точке C равен E_C . Чему равен модуль напряжённости электростатического поля заряда Q в точке A и точке B ?



Установите соответствие между физическими величинами и их значениями.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Сопротивлением контура пренебречь.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль напряжённости электростатического поля заряда Q в точке A
 Б) модуль напряжённости электростатического поля заряда Q в точке B

ИХ ЗНАЧЕНИЯ

- 1) 0
 2) $4E_C$
 3) $\frac{E_C}{2}$
 4) $\frac{E_C}{4}$

Ответ:

А	Б

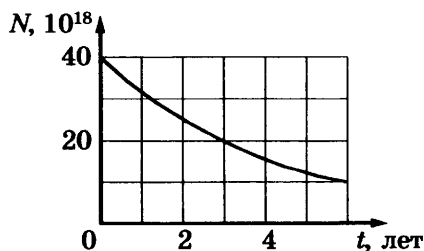
19. Какое количество нейтронов и электронов содержит нейтральный атом ${}^{60}_{27}\text{Co}$?

Ответ:

Число нейтронов	Число электронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер натрия ${}^{22}_{11}\text{Na}$ от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа натрия?



Ответ: _____ лет (года).

21. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (ν — частота фотона, h — постоянная Планка, p — импульс фотона). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) длина волны фотона
Б) энергия фотона

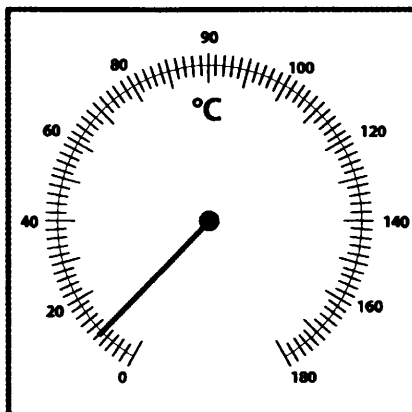
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{p}{h}$
2) $\frac{h}{p}$
3) $h\nu$
4) $\frac{\nu}{h}$

Ответ:

А	Б

22. Чему равна температура на улице, если погрешность измерения температуры равна цене деления термометра?



Ответ: (_____ \pm _____) В.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Для проведения лабораторной работы по обнаружению зависимости сопротивления проводника от его диаметра ученику выдали 5 разных проводников, характеристики которых приведены в таблице. Какие два проводника ученик должен выбрать для проведения этой лабораторной работы?

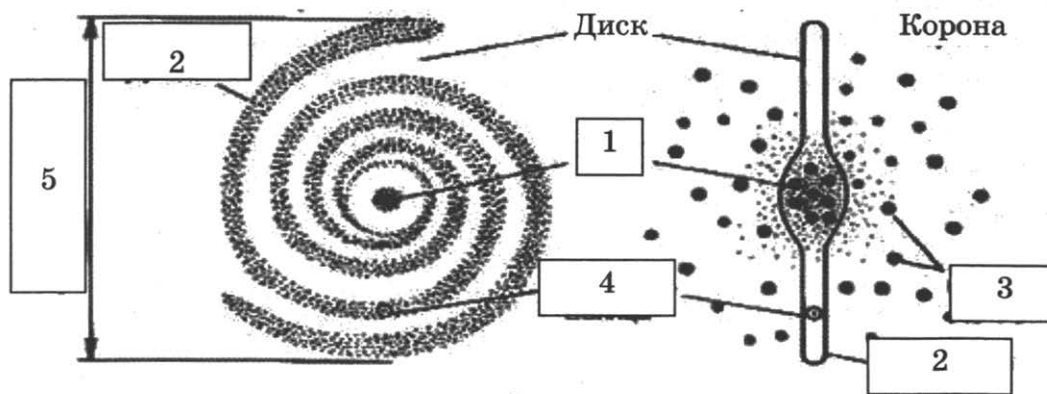
№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	5 м	1,0 мм	Сталь
2	1 м	0,5 мм	Сталь
3	2 м	1,0 мм	Медь
4	1 м	1,0 мм	Сталь
5	1 м	0,5 мм	Алюминий

Запишите в ответ номера выбранных проводников.

Ответ:

--	--

24. Рассмотрите схему строения спиральной Галактики (виды плашмя и с ребра).



Выберите *два* утверждения, которые соответствуют элементам, обозначенным цифрами 1–5.

- 1) Цифра 1 — ядро Галактики.
- 2) Цифра 2 — скопления белых карликов на краю Галактики.
- 3) Цифра 3 — шаровые скопления.
- 4) Цифра 4 — положение созвездия Телец в спиральном рукаве.
- 5) Цифра 5 — диаметр Галактики примерно 10 000 световых лет.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Смещение груза пружинного маятника меняется с течением времени по закону $x = A \sin \frac{2\pi}{T} t$, где период $T = 1$ с. Через какое минимальное время, начиная с момента $t = 0$, потенциальная энергия маятника достигнет половины своего максимума?

Ответ: _____ с.

26. В двух идеальных колебательных контурах с одинаковой индуктивностью происходят свободные электромагнитные колебания, причём период колебаний в первом контуре $9 \cdot 10^{-8}$ с, во втором $3 \cdot 10^{-8}$ с. Во сколько раз амплитудное значение силы тока во втором контуре больше, чем в первом, если максимальный заряд конденсаторов в обоих случаях одинаков?

Ответ: в _____ раз(а).

27. Когда на металлическую пластину падает электромагнитное излучение с длиной волны λ , максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 4,5 эВ. Если длина волны падающего излучения равна 2λ , то максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 1 эВ. Чему равна работа выхода электронов из металла?

Ответ: _____ эВ.

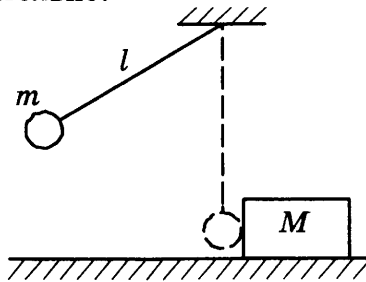
Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

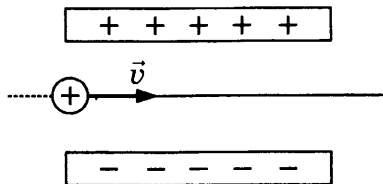
28. В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают выдвигать из сосуда, при этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

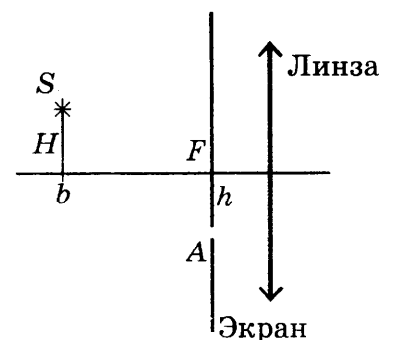
29. Маленький шарик массой $m = 0,3$ кг подвешен на лёгкой нерастяжимой нити длиной $l = 0,9$ м, которая разрывается при силе натяжения $T_0 = 6$ Н. Шарик отведён от положения равновесия (оно показано на рисунке пунктиром) и отпущен. Когда шарик проходит положение равновесия, нить обрывается, и шарик тут же абсолютно неупруго сталкивается с бруском массой $M = 1,5$ кг, лежащим неподвижно на гладкой горизонтальной поверхности стола. Какова скорость u бруска после удара? Считать, что брусок после удара движется поступательно.



30. Сосуд объёмом 10 л содержит смесь водорода и гелия общей массой 2 г при температуре 27 °С и давлении 200 кПа. Каково отношение массы водорода к массе гелия в смеси?
31. Протон влетает в электрическое поле конденсатора параллельно его пластинам в точке, находящейся посередине между его пластинами (см. рисунок). Минимальная скорость v , с которой протон должен влететь в конденсатор, чтобы затем вылететь из него, равна 350 км/с. Длина пластин конденсатора 5 см, напряжённость электрического поля конденсатора 5200 В/м. Каково расстояние между пластинами конденсатора? Поле внутри конденсатора считать однородным, силой тяжести пренебречь.



32. Главная оптическая ось тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 20$ см и точечный источник света S находятся в плоскости рисунка. Точка S находится на расстоянии $b = 70$ см от плоскости линзы и на расстоянии $H = 5$ см от её главной оптической оси. В левой фокальной плоскости линзы лежит тонкий непрозрачный экран с малым отверстием A , находящимся в плоскости рисунка на расстоянии $h = 4$ см от главной оптической оси линзы. На каком расстоянии x от плоскости линзы луч SA от точечного источника, пройдя через отверстие в экране и линзу, пересечет её главную оптическую ось? Дифракцией света пренебречь. Постройте рисунок, показывающий ход луча через линзу.

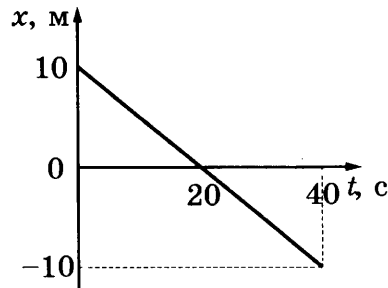


ВАРИАНТ 8

Часть 1

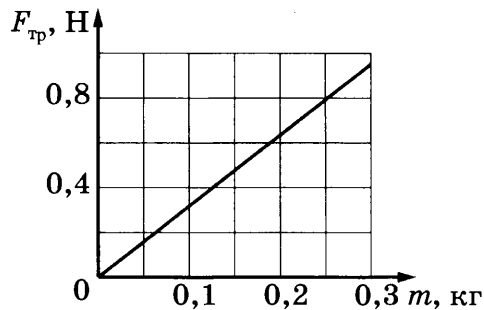
Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости координаты тела от времени при прямолинейном движении тела по оси Ox . Чему равна v_x проекция скорости тела на ось Ox ?



Ответ: _____ м/с.

2. При исследовании зависимости силы трения скольжения $F_{тр}$ деревянного бруска по горизонтальной поверхности стола от массы m бруска получен график, представленный на рисунке. Чему равен коэффициент трения в этом исследовании?



Ответ: _____.

3. Шарик на длинной лёгкой нерастяжимой нити совершает колебания. Максимальная потенциальная энергия шарика в поле тяжести, если считать её равной нулю в положении равновесия, равна 0,8 Дж. Максимальная скорость шарика в процессе колебаний равна 2 м/с. Какова масса шарика? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ кг.

4. Пружинный маятник совершает незатухающие колебания с периодом 0,5 с. В момент времени $t = 0$ отклонение груза маятника от положения равновесия максимально. Сколько раз кинетическая энергия маятника достигнет своего максимального значения к моменту времени 2 с?

Ответ: _____ раз (раза).

5. Небольшой свинцовый брусок массой $m_1 = 100$ г покоится на гладкой горизонтальной поверхности. На него налетает пластилиновый шарик массой $m_2 = 200$ г, скользящий по поверхности со скоростью 3 м/с. В результате тела слипаются и движутся как единое целое. Выберите *два* верных утверждения о результатах этого опыта.

- 1) Скорость тел после соударения равна 2 м/с.
- 2) Кинетическая энергия свинцового бруска после соударения равна 0,1 Дж.
- 3) Общая кинетическая энергия системы тел «брусок+шарик» не изменилась.
- 4) В результате соударения выделилось количество теплоты, равное 0,3 Дж.
- 5) Импульс налетающего шарика изменился на 0,5 кг · м/с.

Ответ:

--	--

6. На поверхности воды плавает деревянный брусок. Как изменится масса вытесненной воды и действующая на брусок сила Архимеда, если его заменить бруском той же плотности и той же массы, но меньшей высоты?

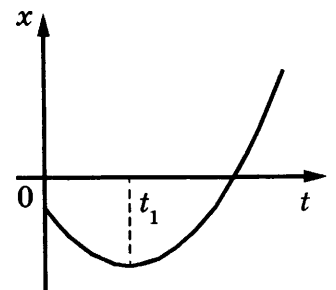
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

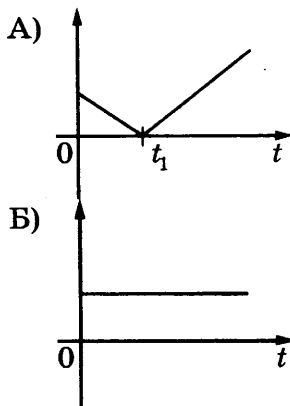
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Масса вытесненной воды	Сила Архимеда

7. На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси Ox , от времени t (парабола). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение этого тела, от времени t . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



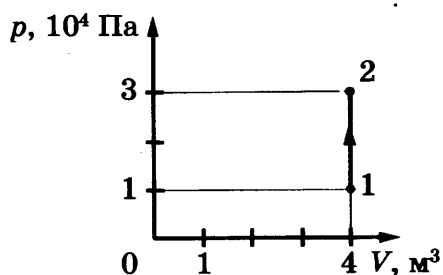
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция импульса тела на ось Ox
- 2) модуль скорости тела
- 3) проекция ускорения тела на ось Ox
- 4) кинетическая энергия тела

Ответ:

А	Б

8. На рисунке изображено изменение состояния постоянной массы разреженного аргона. Температура газа в состоянии 1 равна $27\text{ }^{\circ}\text{C}$. Какая температура соответствует состоянию 2?



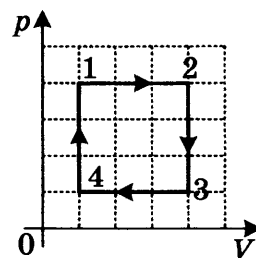
Ответ: _____ К.

9. Относительная влажность воздуха в сосуде, закрытом поршнем, равна 30% . Какой будет относительная влажность, если перемещением поршня объём сосуда при неизменной температуре уменьшить в 3 раза?

Ответ: _____ %.

10. Чему равна работа, совершенная 2 моль идеального газа в процессе 1–2–3–4, показанном на рисунке, если в состоянии 1 давление равно 80 кПа , а объём 1 л ?

Ответ: _____ Дж.



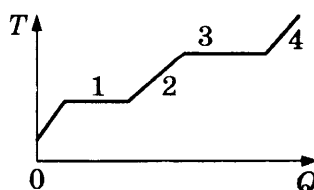
11. При изучении процессов, происходящих с газом, ученик занёс в таблицу результаты измерения температуры и давления одного того же количества газа в различных равновесных состояниях. Какие два из утверждений, приведённых ниже, соответствуют результатам этих опытов? Газ считать идеальным.

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7
p , кПа	100	90	75	50	55	75	100
t , $^{\circ}\text{C}$	27	27	27	27	57	177	327

- 1) Объём газа в состоянии 4 в 1,5 раза больше объёма газа в состоянии 3.
- 2) В опытах 1 и 7 объём газа одинаковый.
- 3) Внутренняя энергия газа в опыте 2 равна внутренней энергии газа в опыте 1.
- 4) При переходе от состояния 6 к состоянию 7 газ отдавал тепло.
- 5) При переходе от состояния 4 к состоянию 5 внешние силы совершали работу по сжатию газа.

Ответ:

12. В цилиндре под поршнем находится твёрдое вещество. Цилиндр поместили в раскалённую печь. На рисунке показан график изменения температуры T вещества по мере поглощения им количества теплоты Q . Какие участки графика соответствуют нагреванию вещества в газообразном состоянии и кипению жидкости?



Установите соответствие между тепловыми процессами и участками графика.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ

- А) нагревание вещества в газообразном состоянии
- Б) кипение жидкости

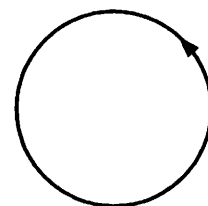
УЧАСТКИ ГРАФИКА

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

Ответ:

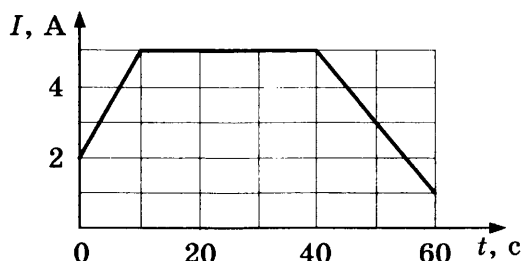
А	Б

13. На рисунке изображён проволочный виток, по которому течёт электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в плоскости чертежа. Как направлен (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) в центре витка вектор индукции магнитного поля, созданного током, протекающим по витку? Ответ запишите словом (словами).



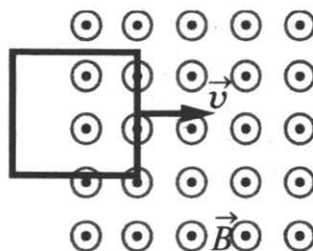
Ответ: _____.

14. На графике показана зависимость силы тока в проводнике от времени. Определите заряд, прошедший через проводник за $\Delta t = 60$ с с момента начала отсчёта времени.



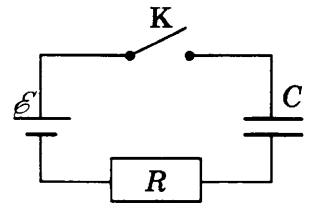
Ответ: _____ Кл.

15. В некоторой области пространства создано однородное магнитное поле (см. рисунок). Квадратная металлическая рамка движется через границу этой области с постоянной скоростью \vec{v} , направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно вектору магнитной индукции \vec{B} . ЭДС индукции, генерируемая при этом в рамке, равна $\mathcal{E} = 6$ мВ. Какой станет ЭДС, если рамка будет двигаться со скоростью $\frac{\vec{v}}{4}$?



Ответ: _____ мВ.

16. Конденсатор подключен к источнику тока последовательно с резистором $R = 30$ кОм (см. рисунок). В момент времени $t = 0$ ключ замыкают. В этот момент конденсатор полностью разряжен. Результаты измерений силы тока в цепи, выполненных с точностью ± 1 мкА, представлены в таблице.



$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6
$I, \text{ мкА}$	200	80	20	10	3	1	0

Выберите *два* верных утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте.

- 1) Ток через резистор в процессе наблюдения увеличивается.
- 2) Через 6 с после замыкания ключа конденсатор полностью зарядился.
- 3) Напряжение на конденсаторе в момент времени 6 с равно 6 В.
- 4) В момент времени $t = 4$ с напряжение на резисторе равно 0,3 В.
- 5) В момент времени $t = 3$ с напряжение на конденсаторе равно 4,2 В.

Ответ:

17. Участок цепи состоит из двух последовательно соединённых цилиндрических проводников, сопротивление первого из которых равно R , а второго $2R$. Как изменится общее сопротивление этого участка и тепловая мощность, выделяемая на первом проводнике, если удельное сопротивление и площадь поперечного сечения первого проводника увеличить вдвое, а длину первого проводника и напряжение на концах участка оставить без изменения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Общее сопротивление участка цепи	Тепловая мощность на первом проводнике

18. Медный проводник с сопротивлением R согнули так, что получился замкнутый контур, имеющий форму квадрата площадью S . Контур поместили в магнитное поле, вектор магнитной индукции которого направлен перпендикулярно плоскости контура. Магнитное поле равномерно убывает от величины B_0 до 0 за время t . Чему равны ЭДС индукции, возникающей при этом в контуре, и протекший через него заряд? Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Сопротивлением контура пренебречь.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) ЭДС индукции
- Б) заряд, протекший через контур

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{2B_0 S}{R}$
- 2) $\frac{B_0 S}{R}$
- 3) $\frac{B_0 S}{R} t$
- 4) $\frac{B_0 S}{t}$

Ответ:

А	Б

19. Чему равны массовое число и число протонов ядра X в реакции ${}_{95}^{241}\text{Am} + {}_2^4\text{He} \rightarrow X + 2{}_0^1n$?

Ответ:

Массовое число	Число протонов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Период полураспада некоторого радиоактивного изотопа йода составляет 8 суток. Определите промежуток времени, в течение которого изначально большое число ядер этого изотопа уменьшится в 16 раз.

Ответ: за _____ сут.

21. В опытах по фотоэффекту взяли пластину из металла с работой выхода 3,0 эВ и стали освещать её светом частотой $9 \cdot 10^{14}$ Гц. Затем интенсивность падающей на пластину световой волны увеличили в 2 раза, оставив неизменной её частоту. Как изменятся при этом максимальная скорость фотоэлектронов и их количество?

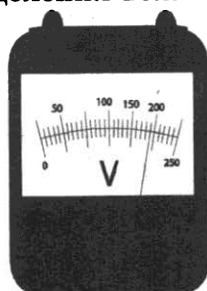
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Максимальная скорость фотоэлектронов	Количество фотоэлектронов

22. Чему равно напряжение, которое показывает вольтметр, если погрешность измерения напряжения равна половине цены деления вольтметра?



Ответ: (_____ ± _____) В.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить оптическую силу линзы. Для этого школьник взял линзу и небольшую лампочку. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) призма
- 2) экран
- 3) секундомер
- 4) линейка
- 5) дифракционная решетка

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

--	--

24. Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых спутников планет Солнечной системы.

Название спутника	Радиус спутника, км	Радиус орбиты, тыс. км	Средняя плотность, г/см ³	Вторая космическая скорость, м/с	Планета
Луна	1737	384,4	3,35	2038	Земля
Фобос	~12	9,38	2,20	11	Марс
Ио	1815	422,6	3,57	2560	Юпитер
Европа	1569	670,9	2,97	2040	Юпитер
Каллисто	2400	1883	1,86	2420	Юпитер
Титан	2575	1221,9	1,88	2640	Сатурн
Оберон	761	587,0	1,50	770	Уран
Тритон	1350	355,0	2,08	1450	Нептун

Выберите *два* утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Масса Луны больше массы Ио.
- 2) Ускорение свободного падения на Тритоне примерно равно $0,79 \text{ м/с}^2$.
- 3) Сила притяжения Ио к Юпитеру больше, чем сила притяжения Европы.
- 4) Первая космическая скорость для Фобоса составляет примерно $0,08 \text{ км/с}$.
- 5) Период обращения Каллисто меньше периода обращения Европы вокруг Юпитера.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Мяч брошен вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с . Чему равно перемещение мяча за 3 с , считая от момента броска? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ м.

26. В калориметре находятся в тепловом равновесии 50 г воды и 5 г льда. Какой должна быть минимальная масса болта, имеющего удельную теплоёмкость $500 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$ и температуру 339 К , чтобы после опускания его в калориметр весь лёд растаял? Тепловыми потерями пренебречь.

Ответ: _____ г.

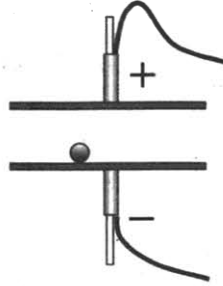
27. Предмет находится на расстоянии $d = 5 \text{ см}$ от тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 4 \text{ см}$. Определите увеличение предмета, даваемое линзой.

Ответ: _____.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

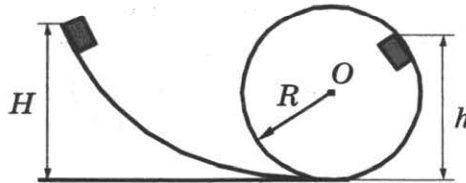
Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. На одну из двух близко расположенных горизонтальных металлических пластин, укрепленных на изолирующих подставках, положили металлический шарик (см. рисунок). Когда пластины подсоединили к клеммам высоковольтного выпрямителя, подав на них заряды разных знаков, шарик пришёл в движение. Опираясь на законы электростатики и механики, опишите и объясните движение шарика.

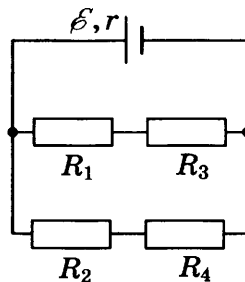


Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

29. Небольшой кубик массой $m = 1$ кг начинает соскальзывать с высоты $H = 3$ м по гладкой горке, переходящей в мёртвую петлю (см. рисунок). Определите радиус петли R , если на высоте $h = 2,5$ м от нижней точки петли кубик давит на её стенку с силой $F = 4$ Н. Сделайте рисунок с указанием сил, поясняющий решение.



30. Цикл тепловой машины, рабочим веществом которой является ν моль идеального одноатомного газа, состоит из изотермического расширения, изохорного охлаждения и адиабатического сжатия. В изохорном процессе температура газа понижается на ΔT , а КПД тепловой машины равен η . Определите работу, совершённую газом в изотермическом процессе.
31. В схеме, изображённой на рисунке, сопротивления резисторов $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 6$ Ом, $R_3 = 6$ Ом, $R_4 = 9$ Ом, ЭДС батареи $\mathcal{E} = 20$ В, её внутреннее сопротивление $r = 2$ Ом. Определите мощность, выделяемую на резисторе R_3 .



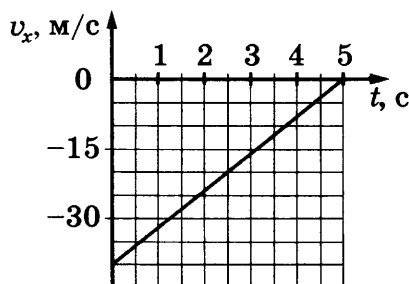
32. В открытый контейнер объёмом 80 мл поместили изотоп полония-210 ${}^{210}_{84}\text{Po}$. Затем контейнер герметично закрыли. Изотоп полония радиоактивен и претерпевает альфа-распад с периодом полураспада примерно 140 дней, превращаясь в стабильный изотоп свинца. Через 5 недель давление внутри контейнера составило $1,3 \cdot 10^5$ Па. Какую массу полония первоначально поместили в контейнер? Температура внутри контейнера поддерживается постоянной и равна 45°C , атмосферное давление равно 10^5 Па.

ВАРИАНТ 9

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На графике приведена зависимость проекции скорости тела от времени при прямолинейном движении по оси x . Определите проекцию ускорения тела на эту ось.



Ответ: _____ м/с².

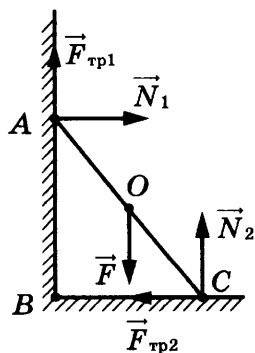
2. Во сколько раз масса Юпитера больше массы Земли, если сила притяжения Юпитера к Солнцу в 11,8 раз больше, чем сила притяжения Земли к Солнцу, а расстояние между Юпитером и Солнцем в 5,2 раз больше, чем расстояние между Солнцем и Землёй? Считать, что обе планеты движутся вокруг Солнца по окружности. Ответ округлить до целых.

Ответ: больше в _____ раз (раза).

3. Снаряд вылетает из ствола пушки, закреплённой на железнодорожной платформе, вдоль рельсов под углом 60° к горизонту. Каким будет отношение $\frac{v_c}{v_n}$ скоростей снаряда и платформы, с которыми они станут двигаться после выстрела, если отношение масс платформы с пушкой и снаряда равно $\frac{m_n}{m_c} = 1000$?

Ответ: _____.

4. На рисунке изображены силы, действующие на однородную доску, прислонённую к стене. Чему равен момент силы тяжести \vec{F} относительно оси, проходящей через точку B перпендикулярно плоскости рисунка? Масса доски 10 кг, $BC = 1,2$ м, $AC = 1,6$ м.



Ответ: _____ Н · м.

5. Небольшой груз, покоящийся на гладком горизонтальном столе, соединён пружиной со стенкой. Груз немного смещают от положения равновесия вдоль оси пружины и отпускают без начальной скорости, после чего он начинает колебаться, двигаясь вдоль оси пружины. В таблице приведены значения координаты груза x в различные моменты времени t . Выберите *два* верных утверждения о результатах этого опыта на основании данных, содержащихся в таблице. Погрешность измерения координаты равна 0,1 см, времени 0,1 с.

t , с	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
x , см	2,0	1,4	0,0	-1,4	-2,0	-1,4	0,0

- 1) Период колебаний груза равен 2 с.
- 2) Частота колебаний груза равна 0,25 Гц.
- 3) В момент времени 1,0 с кинетическая энергия груза максимальна.
- 4) В момент времени 3,0 с ускорение груза максимально.
- 5) Модуль силы, с которой пружина действует на груз в момент времени 2,0 с, меньше, чем в момент времени 0,5 с.

Ответ:

--	--

6. Мальчик бросил стальной шарик вверх под углом к горизонту. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите, как меняются по мере приближения к Земле модуль ускорения шарика и модуль вертикальной составляющей его скорости?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль ускорения шарика	Модуль вертикальной составляющей скорости шарика

7. Установите соответствие между зависимостью проекции скорости тела от времени (все величины выражены в СИ) и зависимостью координаты этого тела от времени.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

СКОРОСТЬ

- А) $v_x = 3$
- Б) $v_x = -2 + t$

КООРДИНАТА

- 1) $x = 5 - 3t$
- 2) $x = 1 - 2t + 0,5t^2$
- 3) $x = 2 + 3t$
- 4) $x = 2t + t^2$

Ответ:

А	Б

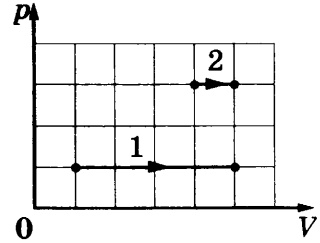
8. В результате охлаждения разреженного одноатомного газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул уменьшилась в 4 раза. Во сколько раз уменьшилась при этом абсолютная температура газа?

Ответ: уменьшилась в _____ раз (раза).

9. Относительная влажность воздуха в помещении равна 60%, температура воздуха 18 °С. Чему равно парциальное давление водяного пара в помещении, если давление насыщенных водяных паров при этой температуре равно 2 кПа?

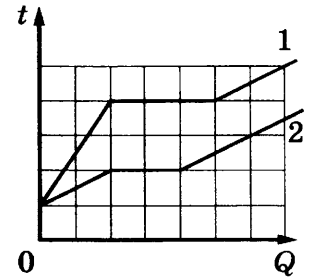
Ответ: _____ кПа.

10. На p - V -диаграмме показаны два процесса, проведённые с одним и тем же количеством газообразного неона. Чему равно отношение работ $\frac{A_2}{A_1}$, совершённых газом в этих процессах?



Ответ: _____.

11. На рисунке представлены графики зависимости температуры t двух тел одинаковой массы от сообщённого им количества теплоты Q . Первоначально тела находились в твёрдом агрегатном состоянии. Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня *два* верных утверждения и укажите их номера.



- 1) Оба тела имеют одинаковую удельную теплоту плавления.
- 2) Температура плавления первого тела в 1,5 раза больше, чем второго.
- 3) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в твёрдом агрегатном состоянии.
- 4) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии.
- 5) Удельная теплоёмкость второго тела в твёрдом агрегатном состоянии в 3 раза больше, чем первого.

Ответ:

12. При исследовании изопроцессов использовался закрытый сосуд переменного объёма, заполненный аргоном и соединённый с манометром. Объём сосуда медленно уменьшают, сохраняя температуру аргона в нём неизменной. Как изменятся при этом внутренняя энергия аргона в сосуде и концентрация его молекул?

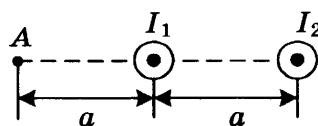
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

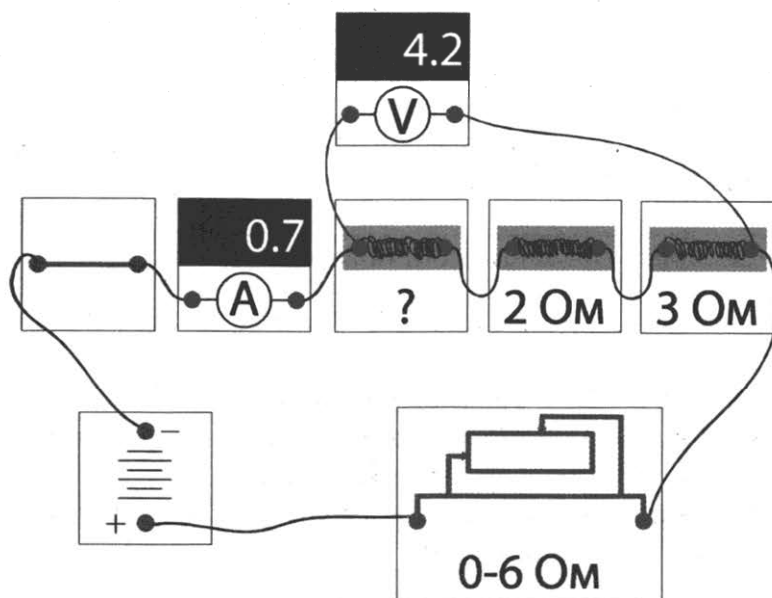
Внутренняя энергия аргона	Концентрация молекул аргона

13. Два параллельных длинных проводника с токами I_1 и $I_2 > I_1$ расположены перпендикулярно плоскости чертежа (см. рисунок). Как направлен (вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю) вектор \vec{B} индукции магнитного поля, создаваемого этими проводниками в точке A ? Ответ запишите словом (словами).



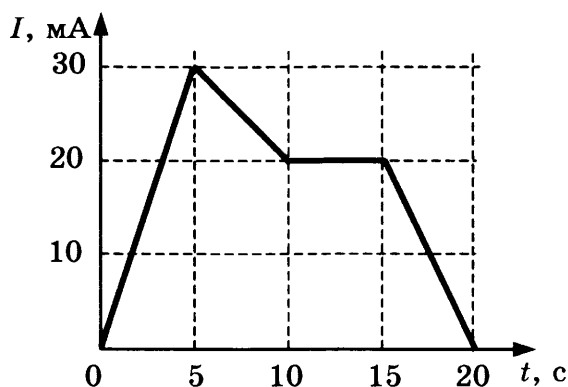
Ответ: _____.

14. На рисунке представлена электрическая цепь. Показания вольтметра даны в вольтах, амперметра — в амперах. Чему равно сопротивление неизвестного резистора? Вольтметр и амперметр считать идеальными.



Ответ: _____ Ом.

15. На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в электрической цепи, индуктивность которой 1 Гн. Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале времени от 15 до 20 с.



Ответ: _____ мВ.

16. Стеклолинзу (показатель преломления стекла $n_{\text{стекла}} = 1,54$), показанную на рисунке, перенесли из воздуха ($n_{\text{воздуха}} = 1$) в воду ($n_{\text{воды}} = 1,33$). Выберите **два** верных утверждения о характере изменений, произошедших с линзой.

- 1) Линза из рассеивающей превратилась в собирающую.
- 2) Фокусное расстояние уменьшилось, оптическая сила увеличилась.
- 3) Линза из собирающей превратилась в рассеивающую.
- 4) Фокусное расстояние увеличилось, оптическая сила уменьшилась.
- 5) Линза осталась собирающей.

Ответ:

17. Плоский конденсатор с диэлектриком между пластинами подключён к аккумулятору. Не отключая конденсатор от аккумулятора, диэлектрик удалили из конденсатора. Как изменятся при этом ёмкость конденсатора и величина заряда на его обкладках?

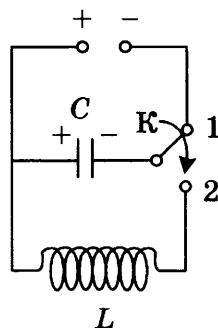
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ёмкость конденсатора	Величина заряда на обкладках конденсатора

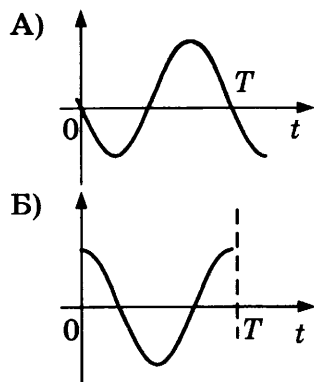
18. Конденсатор колебательного контура длительное время подключен к источнику постоянного напряжения (см. рис.). В момент времени $t = 0$ переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Приведённые ниже графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого (T — период электромагнитных колебаний в контуре).



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Сопротивлением контура пренебречь.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) сила тока в катушке
- 2) энергия магнитного поля катушки
- 3) энергия электрического поля конденсатора
- 4) заряд на левой обкладке конденсатора

Ответ:

А	Б

19. В результате реакции синтеза ${}_x^Y Z + {}_4^9 \text{Be} \rightarrow {}_5^{10} \text{B} + {}_0^1 n$ образуются ядро бора и нейтрон. Сколько протонов и нейтронов содержит неизвестное ядро ${}_x^Y Z$?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Образец радиоактивного радия находится в закрытом сосуде, из которого откачан воздух. Ядра радия испытывают α -распад с периодом полураспада 11,4 суток. Определите число моль гелия в сосуде через 22,8 суток, если образец в момент помещения в сосуд содержал $2,4 \cdot 10^{23}$ атомов радия.

Ответ: _____ моль.

21. При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только синий свет, а во второй — только зелёный. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение. Как изменятся запирающее напряжение и работа выхода при переходе от первой серии опытов ко второй?

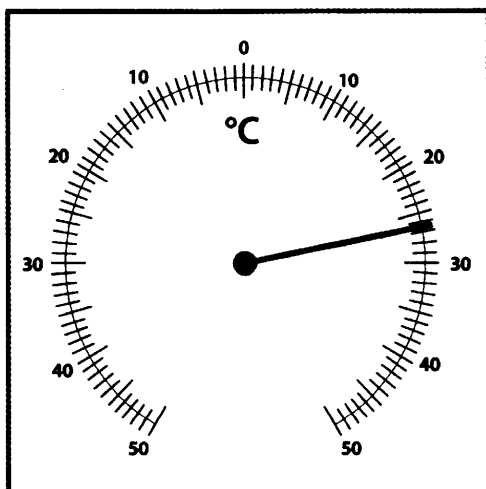
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Запирающее напряжение	Работа выхода

22. Чему равна температура в комнате согласно показаниям термометра? Погрешность измерения температуры равна цене деления термометра?



Ответ: (_____ ± _____) °C.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Ученик изучает свойства пружинных маятников. В его распоряжении имеются маятники, параметры которых приведены в таблице.

Какие из маятников нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость периода колебаний маятника от жёсткости пружины?

№ маятника	Жёсткость пружины	Объём сплошного груза	Материал, из которого сделан груз
1	10 Н/м	10 см ³	Сталь
2	20 Н/м	50 см ³	Сталь
3	10 Н/м	50 см ³	Алюминий
4	40 Н/м	10 см ³	Сталь
5	50 Н/м	80 см ³	Дерево

В ответе запишите номера выбранных маятников.

Ответ:

24. Используя таблицу, содержащую сведения о ярких звездах, выполните задание.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Созвездие, в котором находится звезда
Капелла	5200	3	2,5	Возничий
Менкалинан (β Возничего А)	9350	2,7	2,4	Возничий
Денеб	8550	21	210	Лебедь
Садр	6500	12	255	Лебедь
Бетельгейзе	3100	20	900	Орион
Ригель	11 200	40	138	Орион
Альдебаран	3500	5	45	Телец
Эльнат	14 000	5	4,2	Телец

Выберите *два* утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд.

- 1) Звезда Альдебаран является сверхгигантом.
- 2) Звезды Альдебаран и Эльнат имеют одинаковую массу, значит они относятся к одному и тому же спектральному классу.
- 3) Звезда Бетельгейзе относится к красным звездам спектрального класса М.
- 4) Звезды Альдебаран и Эльнат относятся к одному созвездию, значит находятся на одинаковом расстоянии от Солнца.
- 5) Температура на поверхности Солнца больше, чем температура на поверхности звезды Капелла.

Ответ:

Часть 2

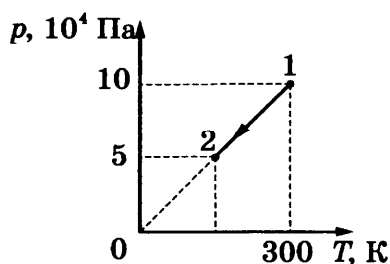
Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. К бруску массой $0,4$ кг, лежащему на горизонтальной поверхности стола, прикрепена пружина. Свободный конец пружины тянут медленно в вертикальном направлении (см. рисунок). Определите величину потенциальной энергии, запасённой в пружине к моменту отрыва бруска от поверхности стола, если пружина при этом растягивается на 2 см. Массой пружины пренебречь.



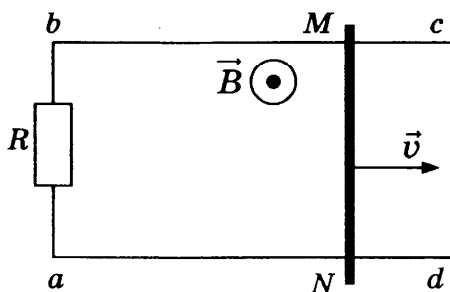
Ответ: _____ мДж.

26. На рисунке изображён график изменения состояния одноатомного идеального газа в количестве 20 моль. Какая температура соответствует состоянию 2?



Ответ: _____ К.

27. По параллельным проводникам bc и ad , находящимся в магнитном поле с индукцией $B = 0,4$ Тл, скользит проводящий стержень MN , который находится в контакте с проводниками (см. рисунок). Расстояние между проводниками $l = 20$ см. Слева проводники замкнуты резистором с сопротивлением $R = 2$ Ом. Сопротивление стержня и проводников пренебрежимо мало. При движении стержня через резистор R протекает ток $I = 40$ мА. С какой скоростью движется проводник? Считать, что вектор \vec{B} перпендикулярен плоскости рисунка.

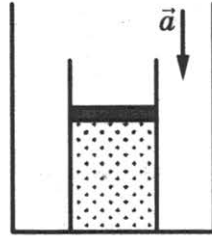


Ответ: _____ м/с.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

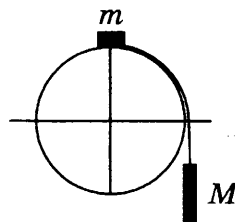
Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. На полу неподвижного лифта стоит теплоизолированный сосуд, открытый сверху. В сосуде под тяжёлым подвижным поршнем находится одноатомный идеальный газ. Поршень находится в равновесии. Лифт начинает равноускоренно опускаться вниз. Опираясь на законы механики и молекулярной физики, объясните, куда сдвинется поршень относительно сосуда после начала движения лифта и как при этом изменится температура газа в сосуде. Трением между поршнем и стенками сосуда, а также утечкой газа из сосуда пренебречь.



Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

29. Система из грузов m и M и связывающей их лёгкой нерастяжимой нити в начальный момент покоится в вертикальной плоскости, проходящей через центр закреплённой сферы. Груз m находится в точке A на вершине сферы (см. рисунок). В ходе возникшего движения груз m отрывается от поверхности сферы, пройдя по ней дугу 30° . Найдите массу M , если $m = 100$ г. Размеры груза m ничтожно малы по сравнению с радиусом сферы. Трением пренебречь. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на грузы.



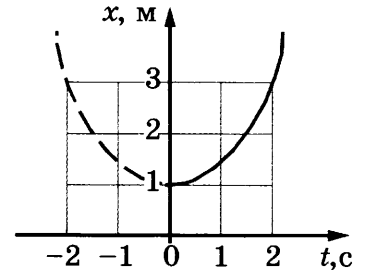
30. Давление влажного воздуха в сосуде под поршнем при температуре $t = 100^\circ\text{C}$ равно $p_1 = 1,8 \cdot 10^5$ Па. Объём под поршнем изотермически уменьшили в $k = 4$ раза. При этом давление в сосуде увеличилось в $n = 3$ раза. Найдите относительную влажность φ воздуха в первоначальном состоянии. Утечкой вещества из сосуда пренебречь.
31. Электрическая цепь состоит из источника тока и реостата. ЭДС источника $\mathcal{E} = 6$ В. Максимальная мощность тока P_{\max} , выделяемая на реостате, достигается при промежуточном значении его сопротивления и равна 4,5 Вт. Чему равно внутреннее сопротивление источника?
32. Излучением лазера с длиной волны $3,3 \cdot 10^{-7}$ м за время $1,25 \cdot 10^4$ с был расплавлен лёд массой 1 кг, взятый при температуре 0°C , и полученная вода была нагрета на 100°C . Сколько фотонов излучает лазер за 1 с? Считать, что 50% излучения поглощается веществом.

ВАРИАНТ 10

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Материальная точка движется прямолинейно с постоянным ускорением. График зависимости её координаты от времени изображён на рисунке. Чему равна проекция ускорения a_x материальной точки на ось Ox ?



Ответ: _____ м/с².

2. Две звезды имеют одинаковые массы и взаимодействуют с силами, равными по модулю F . Во сколько раз уменьшился бы модуль сил притяжения между звёздами, если бы расстояние между их центрами увеличилось в 1,5 раза, а масса каждой звезды уменьшилась в 2 раза?

Ответ: уменьшится в _____ раз.

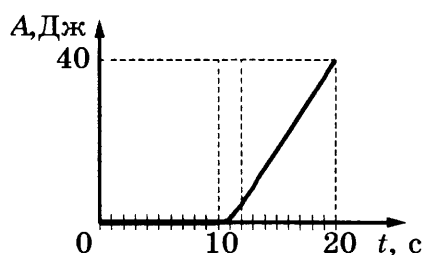
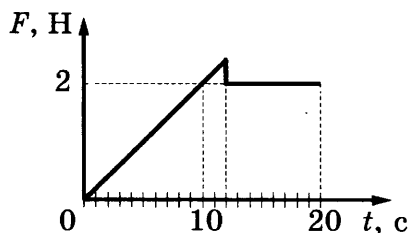
3. Отношение импульса автокрана к импульсу легкового автомобиля $\frac{p_1}{p_2} = 1,8$. Каково отношение их масс $\frac{m_1}{m_2}$, если отношение скорости автокрана к скорости легкового автомобиля $\frac{v_1}{v_2} = 0,3$?

Ответ: _____.

4. В сосуд высотой 20 см налита вода, уровень которой ниже края сосуда на 2 см. Чему равна сила давления воды на дно сосуда, если площадь дна $0,01 \text{ м}^2$? Атмосферное давление не учитывать.

Ответ: _____ Н.

5. На шероховатой поверхности лежит брусок массой 1 кг. На него начинает действовать горизонтальная сила \vec{F} , направленная вдоль поверхности и зависящая от времени так, как показано на графике слева. Зависимость работы этой силы от времени представлена на графике справа. Выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленных зависимостей.



- 1) За первые 10 с брусок переместился на 20 м.
- 2) Первые 10 с брусок двигался с постоянной скоростью.
- 3) В интервале времени от 12 до 20 с брусок двигался с постоянным ускорением.
- 4) В интервале времени от 12 до 20 с брусок двигался с постоянной скоростью.
- 5) Сила трения скольжения равна 2 Н.

Ответ:

--	--

6. В первой серии опытов брусок перемещают при помощи нити равномерно и прямолинейно вверх по наклонной плоскости. Во второй серии опытов на бруске закрепили груз, не меняя прочих условий.

Как изменятся при переходе от первой серии опытов ко второй сила натяжения нити и коэффициент трения между бруском и плоскостью?

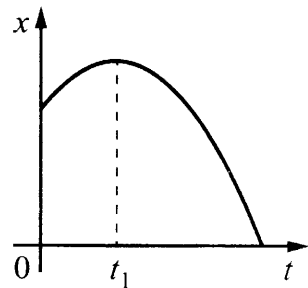
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

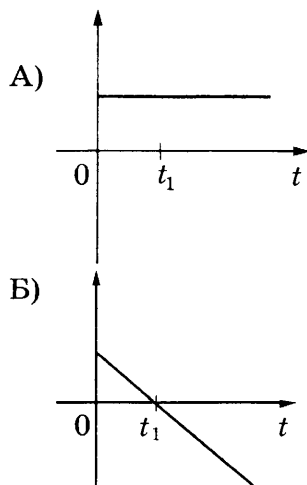
Сила натяжения нити	Коэффициент трения между бруском и плоскостью

7. На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося равноускоренно вдоль оси Ox , от времени t . Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих данное движение этого тела, от времени t . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



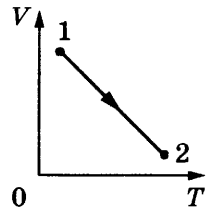
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) кинетическая энергия тела
- 2) модуль ускорения тела
- 3) модуль импульса тела
- 4) проекция скорости тела на ось x

Ответ:

А	Б

8. 2 моль идеального газа переходят из состояния 1 в состояние 2 так, как показано на рисунке. Во сколько раз увеличивается давление в этом процессе, если объём газа уменьшился в 4 раза, а температура выросла в 2 раза?



Ответ: увеличивается в _____ раз (раза).

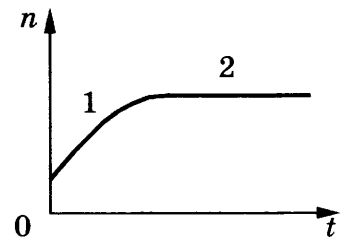
9. Идеальная тепловая машина Карно с КПД 40% за цикл работы получает от нагревателя количество теплоты, равное 10 кДж. Какое количество теплоты машина отдаёт холодильнику за цикл работы?

Ответ: _____ кДж.

10. Идеальный одноатомный газ получил от нагревателя 8 кДж теплоты и совершил работу 4 кДж. На сколько увеличилась внутренняя энергия газа в этом процессе?

Ответ: увеличивается на _____ кДж.

11. В сосуд налили жидкий аммиак и закрыли его. Аммиак постепенно испарялся. На рисунке показан график изменения концентрации n молекул паров аммиака со временем t внутри сосуда. Температура в сосуде в течение всего времени проведения опыта оставалась постоянной. В конце опыта в сосуде ещё оставался жидкий аммиак. Какие **два** утверждения верно отражают результаты этого опыта?



- 1) Давление паров аммиака в течение опыта все время увеличивалось.
- 2) На участке 2 внутренняя энергия паров аммиака оставалась постоянной.
- 3) На участках 1 и 2 пар ненасыщенный.
- 4) На участке 2 пар насыщенный.
- 5) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газообразного аммиака на участке 1 увеличивалась.

Ответ:

--	--

12. Гелий, находящийся в сосуде под подвижным поршнем, изотермически сжимают. Начальное давление газа p_0 , а его объём V_0 . Масса газа остаётся неизменной. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими газ, и формулами, выражающими их зависимость от объёма V газа.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) давление газа $p(V)$
 Б) внутренняя энергия газа $U(V)$

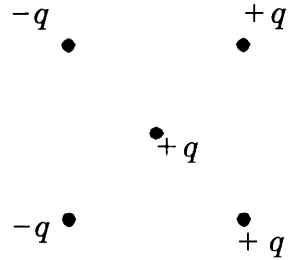
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{3}{2} p_0 V_0$
- 2) $\frac{2}{3} \frac{p_0 V_0}{V}$
- 3) $\frac{p_0 V_0}{V}$
- 4) $\frac{3}{2} \frac{p_0}{V_0}$

Ответ:

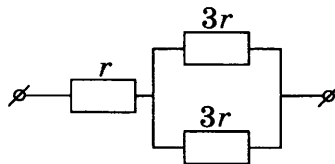
А	Б

13. Как направлена (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) сила Кулона \vec{F} , действующая на положительный точечный заряд $+q$, помещённый в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$ (см. рисунок)? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

14. На рисунке показан участок цепи постоянного тока. Каково сопротивление этого участка, если $r = 1$ Ом?



Ответ: _____ Ом.

15. За время $\Delta t = 2$ с магнитный поток, пронизывающий проволочную рамку, равномерно уменьшается от некоторого значения Φ до нуля. При этом в рамке генерируется ЭДС, равная 2 мВ. Определите начальный магнитный поток Φ через рамку.

Ответ: _____ мВб.

16. Точечный источник света находится в ёмкости с жидкостью и равномерно опускается вертикально вниз от поверхности жидкости. При этом на поверхности жидкости возникает пятно, образованное лучами света, выходящими из жидкости в воздух. Глубина погружения источника (расстояние от поверхности жидкости до источника света), измеренная через равные промежутки времени, а также соответствующий радиус светлого пятна представлены в таблице. Погрешность измерения глубины погружения и радиуса пятна составила 1 см. Выберите *два* верных утверждения на основании данных, приведённых в таблице.

Глубина погружения, см	10	20	30	40	50	60	70
Радиус пятна, см	12	24	36	48	60	72	84

- 1) Показатель преломления жидкости меньше 1,5.
- 2) Образование пятна на поверхности обусловлено дисперсией света в жидкости.
- 3) Образование пятна на поверхности обусловлено явлением полного внутреннего отражения.
- 4) Граница пятна движется с ускорением.
- 5) Угол полного внутреннего отражения меньше 45° .

Ответ:

17. Небольшой предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на тройном фокусном расстоянии от неё. Его начинают приближать к фокусу линзы. Как изменятся при этом расстояние от линзы до изображения и оптическая сила линзы? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Расстояние от линзы до изображения	Оптическая сила линзы

18. Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью C и катушки индуктивностью L . При свободных электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре, максимальная сила тока, протекающего через катушку индуктивности, равна I . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Сопротивлением контура пренебречь.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) максимальный заряд пластины конденсатора
- Б) максимальная энергия электрического поля конденсатора

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{CI^2}{2}$
- 2) $\frac{I}{\sqrt{LC}}$
- 3) $\frac{LI^2}{2}$
- 4) $I\sqrt{LC}$

Ответ:

А	Б

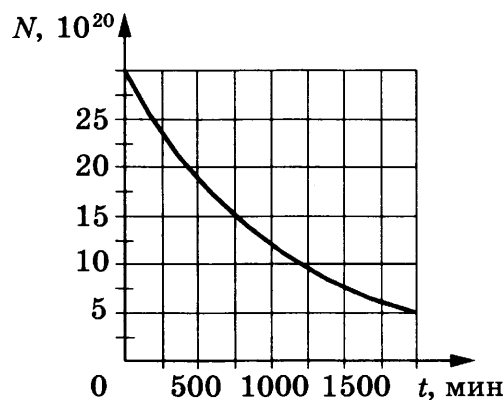
19. Сколько протонов и нейтронов содержит частица X , принимающая участие в ядерной реакции: ${}^6_3\text{Li} + X \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^3_2\text{He}$?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер висмута ${}^{203}_{83}\text{Bi}$ от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа висмута?



Ответ: _____ мин.

21. Ядро испытывает позитронный β -распад (среди продуктов распада есть позитрон ${}^0_{+1}e$). Как при этом изменяются заряд ядра и число протонов в ядре?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

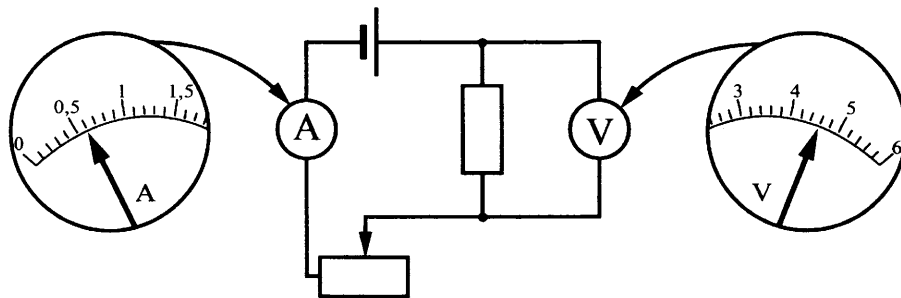
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается

3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Заряд ядра	Число протонов в ядре

22. На рисунке приведена схема электрической цепи, собранной учеником для исследования зависимости силы тока, проходящего через резистор, от напряжения на нём. На рисунке показаны шкалы амперметра и вольтметра. Чему равна сила тока в цепи, если погрешность измерения силы тока равна половине цены деления амперметра?



Ответ: (_____ ± _____) А.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить коэффициент трения скольжения стали по дереву. Для этого школьник взял стальной брусок с крючком. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) пластмассовая рейка
- 2) мензурка
- 3) динамометр
- 4) линейка
- 5) деревянная рейка.

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых спутников планет Солнечной системы.

Название спутника	Радиус спутника, км	Радиус орбиты, тыс. км	Средняя плотность, г/см ³	Вторая космическая скорость, м/с	Планета
Луна	1737	384,4	3,35	2038	Земля
Фобос	~12	9,38	2,20	11	Марс
Ио	1815	422,6	3,57	2560	Юпитер
Европа	1569	670,9	2,97	2040	Юпитер
Каллисто	2400	1883	1,86	2420	Юпитер
Титан	2575	1221,9	1,88	2640	Сатурн
Оберон	761	587,0	1,50	770	Уран
Тритон	1350	355,0	2,08	1450	Нептун

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Ио находится дальше от поверхности Юпитера, чем Каллисто.
- 2) Объем Тритона почти в 2 раза меньше объема Титана.
- 3) Масса Титана больше массы Каллисто.
- 4) Ускорение свободного падения на Ио составляет примерно $1,82 \text{ м/с}^2$.
- 5) Первая космическая скорость для Европы примерно равна $1,64 \text{ км/с}$.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Шарик, подвешенный на пружине, сместили вертикально вниз на расстояние $0,1 \text{ м}$ от положения равновесия и отпустили с начальной скоростью, равной нулю. Какова частота колебаний шарика, если путь $0,2 \text{ м}$ он пройдёт за $0,25 \text{ с}$?

Ответ: _____ Гц.

26. Цилиндрический сосуд разделён неподвижной теплоизолирующей перегородкой. В одной части сосуда находится кислород, в другой — водород, концентрации газов одинаковы. Давление кислорода в 2 раза больше давления водорода. Чему равно отношение средней кинетической энергии молекул кислорода к средней кинетической энергии молекул водорода?

Ответ: _____.

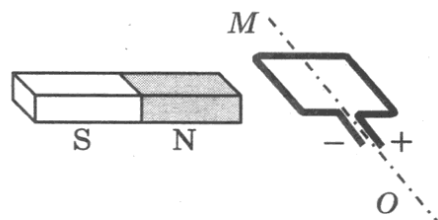
27. Две частицы, имеющие отношение зарядов $\frac{q_1}{q_2} = \frac{1}{4}$ и отношение масс $\frac{m_1}{m_2} = 2$, влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно его линиям индукции и движутся по окружностям. Определите отношение радиусов траекторий $\frac{R_1}{R_2}$ частиц, если отношение их скоростей $\frac{v_1}{v_2} = 2$.

Ответ: _____.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

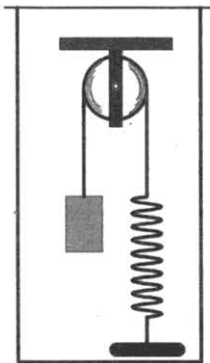
Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Рамку с постоянным током удерживают неподвижно в поле полосового магнита (см. рисунок). Полярность подключения источника тока к выводам рамки показана на рисунке. Как будет двигаться рамка на неподвижной оси MO , если рамку не удерживать? Считать, что рамка испытывает небольшое сопротивление движению со стороны воздуха. Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

29. В сосуде (см. рисунок) находится система тел, состоящая из блока с перекинутой через него нитью, к концам которой привязаны тело объёмом V и пружина жёсткостью k . Нижний конец пружины прикреплён ко дну сосуда. Как изменится сила натяжения нити, действующая на пружину, если эту систему целиком погрузить в жидкость плотностью ρ ? (Считать, что трение в оси блока отсутствует.)



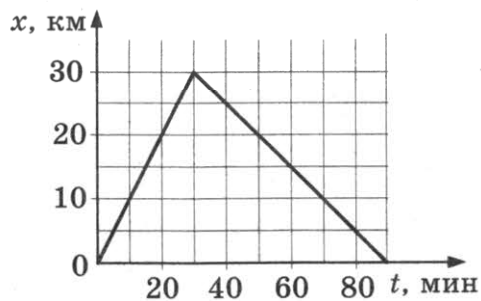
30. С разреженным азотом, который находится в сосуде с поршнем, провели два опыта. В первом опыте газу сообщили, закрепив поршень, количество теплоты $Q_1 = 742$ Дж, в результате чего его температура изменилась на некоторую величину ΔT . Во втором опыте, предоставив азоту возможность изобарно расширяться, сообщили ему количество теплоты $Q_2 = 1039$ Дж, в результате чего его температура изменилась так же на ΔT . Каким было изменение температуры ΔT в опытах? Масса азота $m = 1$ кг.
31. На дне бассейна с водой находится небольшая лампочка. На поверхности воды плавает круглый плот — так, что центр плота находится точно над лампочкой. Определите глубину бассейна H , если минимальный радиус плота, при котором свет от лампочки не выходит из воды, $R = 2,4$ м. Сделайте рисунок, поясняющий решение. Толщиной плота пренебречь; показатель преломления воды $n = \frac{4}{3}$.
32. Источник в монохроматическом пучке параллельных лучей за время $\Delta t = 8 \cdot 10^{-4}$ с излучает $N = 5 \cdot 10^{14}$ фотонов. Лучи падают по нормали на площадку $S = 0,7$ см² и создают давление $P = 1,5 \cdot 10^{-5}$ Па. При этом 40% фотонов отражается, а 60% поглощается. Определите длину волны излучения.

ВАРИАНТ 11

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график движения автобуса по прямой дороге, расположенной вдоль оси X . Определите проекцию скорости автобуса на ось X в интервале времени от 0 до 30 мин.



Ответ: _____ км/ч.

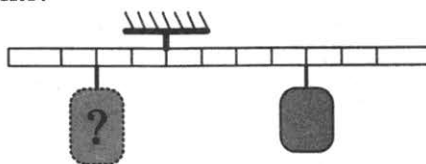
2. Тело равномерно движется по горизонтальной плоскости. Сила давления тела на плоскость равна 10 Н, сила трения 2,5 Н. Чему равен коэффициент трения скольжения?

Ответ: _____.

3. Первоначальное удлинение пружины равно Δl . Во сколько раз уменьшится потенциальная энергия пружины, если ее удлинение станет вдвое меньше?

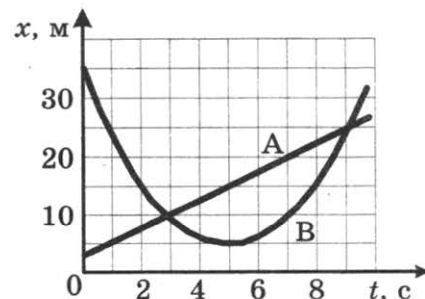
Ответ: в _____ раз(а).

4. Тело массой 0,1 кг подвесили к четвертому делению правого плеча невесомого рычага (см. рисунок). Груз какой массы надо подвесить ко второму делению левого плеча рычага для достижения равновесия?



Ответ: _____ кг.

5. На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени для двух тел: А и В, движущихся по прямой, вдоль которой и направлена ось X . Выберите **два** верных утверждения о движении тел.



- 1) Временной интервал между встречами тел А и В составляет 6 с.
- 2) Тело А движется со скоростью 3 м/с.
- 3) Тело А движется равноускоренно.
- 4) За первые 5 с тело А прошло 15 м.
- 5) Тело В движется с постоянным ускорением.

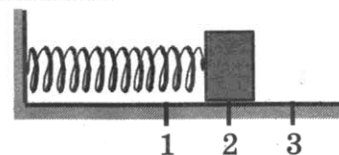
Ответ:

--	--

6. Груз изображенного на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняются кинетическая энергия груза маятника и модуль ускорения груза при движении от точки 2 к точке 1?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется



Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Кинетическая энергия груза маятника	Модуль ускорения груза

7. Два пластилиновых бруска, массы которых равны $m_1 = m$ и $m_2 = 3m$, скользят без трения друг за другом по горизонтальной плоскости со скоростями $v_1 = v$, $v_2 = 3v$. Второй брусок догоняет первый, и между ними происходит абсолютно неупругое столкновение. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Модуль скорости второго бруска после столкновения
- Б) Кинетическая энергия первого бруска после столкновения

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{5}{2}v$
- 2) $2mv^2$
- 3) $2v$
- 4) $\frac{25}{8}mv^2$

Ответ:

А	Б

8. В сосуде под поршнем находится идеальный газ. Давление газа равно 100 кПа. При постоянной температуре объем газа увеличили в 4 раза. Определите давление газа в конечном состоянии.

Ответ: _____ кПа.

9. В идеальном тепловом двигателе, работающем по циклу Карно, температура нагревателя равна 500 К, а холодильника 27°C. Определите КПД этого двигателя.

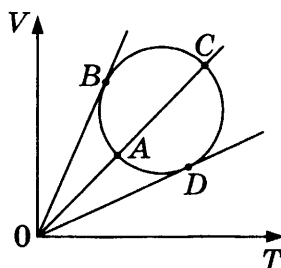
Ответ: _____ %.

10. Какое количество теплоты необходимо для нагревания 100 г свинца от 300 К до 320 К?

Ответ: _____ Дж.

11. Зависимость объема постоянной массы идеального газа от температуры показана на V - T -диаграмме (см. рисунок). Выберите **два** верных утверждения о процессе, происходящем с газом.

- 1) Давление газа максимально в состоянии D .
- 2) При переходе из состояния D в состояние A внутренняя энергия увеличивается.
- 3) При переходе из состояния B в состояние C работа газа все время положительна.
- 4) Давление газа в состоянии C больше, чем давление газа в состоянии A .
- 5) При переходе из состояния B в состояние C внутренняя энергия газа увеличивается.



Ответ:

--	--

12. Установите соответствие между процессами в идеальном газе и значениями физических величин, характеризующих эти процессы (ΔU — изменение внутренней энергии; A — работа газа, ν — количество газа).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

- А) Изобарное расширение при $\nu = \text{const}$
- Б) Изотермическое сжатие при $\nu = \text{const}$

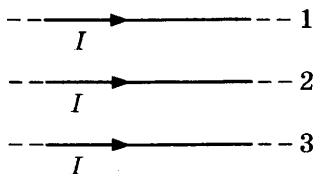
ЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

- 1) $\Delta U > 0, A = 0$
- 2) $\Delta U > 0, A > 0$
- 3) $\Delta U = 0, A > 0$
- 4) $\Delta U = 0, A < 0$

Ответ:

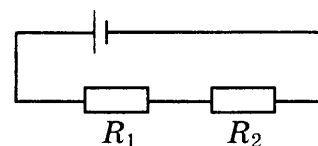
А	Б

13. По трем тонким длинным прямым параллельным проводникам текут одинаковые токи I (см. рисунок). Как направлена сила Ампера, действующая на проводник 3 со стороны двух других (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*)? Расстояния между соседними проводниками одинаковы. Ответ запишите словом (словами).



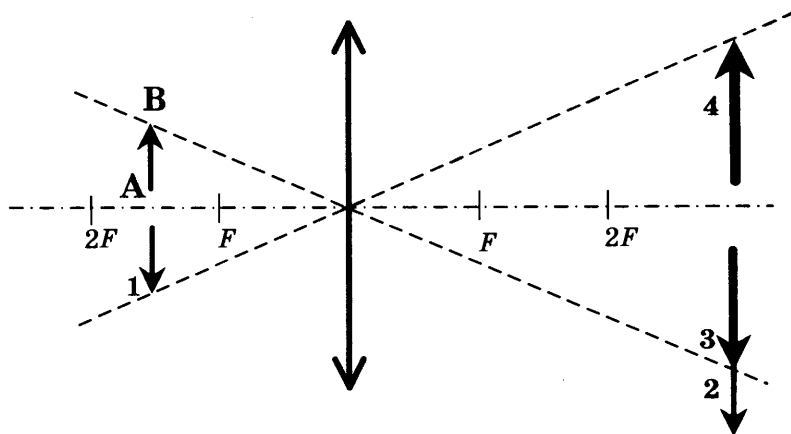
Ответ: _____.

14. В электрической цепи, представленной на рисунке, сопротивления резисторов равны $R_1 = 20$ Ом и $R_2 = 30$ Ом. Чему равно отношение выделяющихся на резисторах мощностей $\frac{P_2}{P_1}$?



Ответ: _____.

15. Какой из образов 1–4 служит изображением предмета АВ в тонкой линзе с фокусным расстоянием F ?



Ответ: _____.

16. В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялась сила тока в контуре с течением времени.

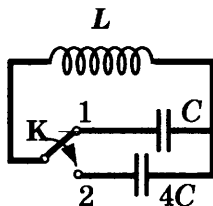
t , мкс	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I , А	0,0	2,2	3,0	2,2	0,0	-2,2	-3,0	-2,2	0,0	2,2

Выберите *два* верных утверждения о процессе, происходящем в контуре.

- 1) В момент $t = 1$ мкс напряжение на конденсаторе минимально.
- 2) Период колебаний энергии магнитного поля катушки равен $t = 4$ мкс.
- 3) Частота электромагнитных колебаний равна 25 кГц.
- 4) В момент $t = 2$ мкс заряд конденсатора максимален
- 5) В момент $t = 6$ мкс энергия магнитного поля катушки максимальна.

Ответ:

17. Как изменятся частота собственных колебаний и максимальная сила тока в катушке колебательного контура (см. рисунок), если ключ K перевести из положения 1 в положение 2 в тот момент, когда заряд конденсатора равен 0?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

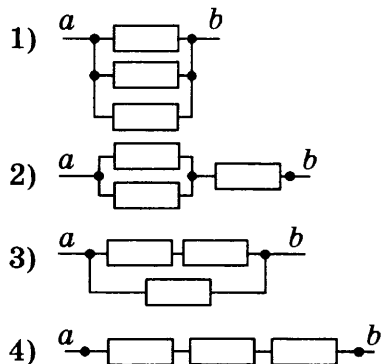
Частота собственных колебаний	Максимальная сила тока в катушке

18. Установите соответствие между сопротивлением участка цепи постоянного тока и схематическим изображением этого участка цепи. Сопротивления всех резисторов на рисунках одинаковы и равны R .

СОПРОТИВЛЕНИЕ УЧАСТКА ЦЕПИ

- А) $\frac{R}{3}$
 Б) $\frac{3R}{2}$

УЧАСТОК ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА



Ответ:

А	Б

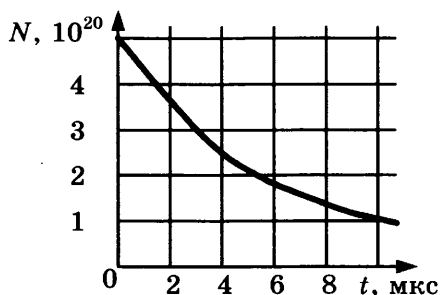
19. Укажите число протонов и число нейтронов в ядре натрия $^{24}_{11}\text{Na}$.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. На рисунке приведен график зависимости числа нераспавшихся ядер полония $^{213}_{84}\text{Po}$ от времени. Определите период полураспада этого изотопа.



Ответ: _____ мкс.

21. Монохроматический свет с длиной волны λ падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. Как изменятся энергия фотонов $E_{\text{ф}}$ падающего излучения и работа выхода электронов $A_{\text{вых}}$ с поверхности металла, если уменьшить длину волны падающего света? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
 2) уменьшится
 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Энергия фотонов $E_{\text{ф}}$	Работа выхода $A_{\text{вых}}$

22. При измерении периода колебаний маятника было измерено время, за которое совершается 20 колебаний, которое оказалось равным 18,0 с. Погрешность измерения времени составила 0,2 с. Запишите в ответ измеренный период колебаний с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) с.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Ученик изучает свойства маятников. В его распоряжении имеются маятники, параметры которых приведены в таблице.

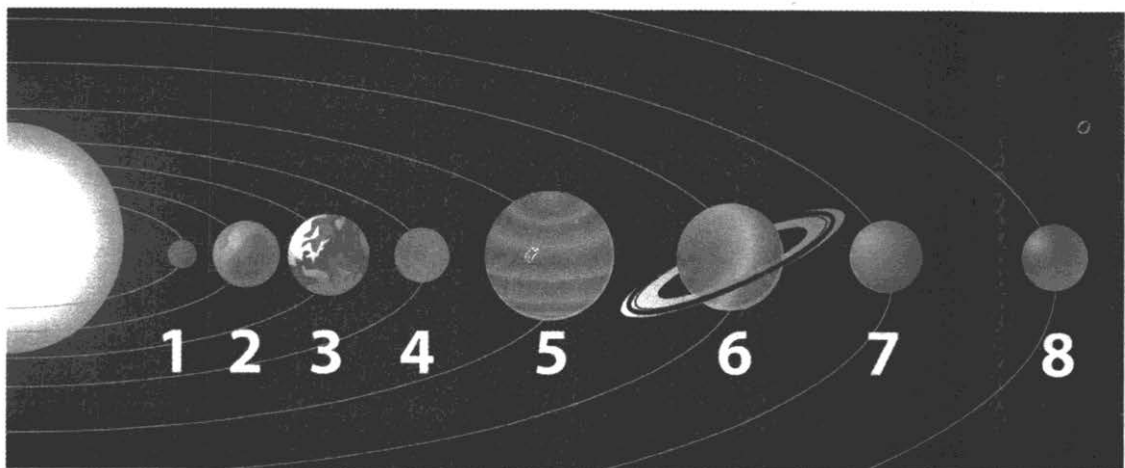
Какие из маятников нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость периода колебаний маятника от его длины?

№ маятника	Длина маятника	Объем сплошного шарика	Материал, из которого сделан шарик
1	1,0 м	5 см ³	сталь
2	1,5 м	5 см ³	сталь
3	2,0 м	5 см ³	алюминий
4	1,0 м	8 см ³	сталь
5	1,0 м	5 см ³	медь

В ответе запишите номера выбранных маятников.

Ответ:

24. На рисунке приведено схематическое изображение Солнечной системы. Планеты на этом рисунке обозначены цифрами. Выберите из приведённых ниже утверждений **два** верных, и укажите их номера.



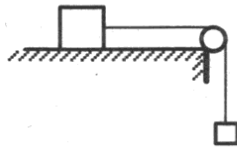
- 1) Уран на рисунке обозначен цифрой 7.
- 2) Атмосфера планеты 2 состоит, в основном, из кислорода и азота.
- 3) Период обращения вокруг Солнца планет 3 и 4 практически одинаковы.
- 4) Планета 5 не имеет спутников
- 5) Планета 6 не имеет твёрдой поверхности.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. По горизонтальному столу движется брусок массой 0,8 кг, соединенный с грузом массой 0,2 кг невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок (см. рисунок). Груз движется с ускорением $1,2 \text{ м/с}^2$. Определите коэффициент трения бруска о поверхность стола.



Ответ: _____.

26. В баллоне объемом $16,62 \text{ м}^3$ находятся 14 кг азота при температуре 300 К. Каково давление этого газа? Ответ выразите в килопаскалях.

Ответ: _____ кПа.

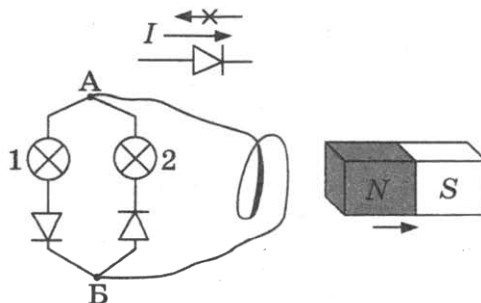
27. Прямолинейный проводник длиной $l = 0,1 \text{ м}$, по которому течет ток, находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,4 \text{ Тл}$ и расположен под углом 90° к вектору \vec{B} . Какова сила тока, если сила, действующая на проводник со стороны магнитного поля, равна $0,2 \text{ Н}$?

Ответ: _____ А.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

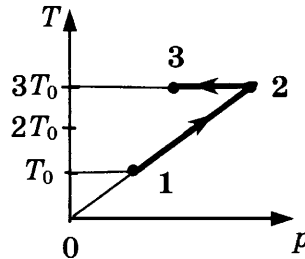
Полное решение задач 28–32 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28. Электрическая цепь состоит из двух лампочек, двух диодов и витка провода, соединенных, как показано на рисунке. (Диод пропускает ток только в одном направлении, как показано в верхней части рисунка.) Какая из лампочек загорится, если отодвигать от витка северный полюс магнита? Ответ объясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.

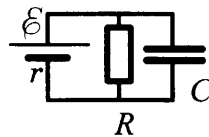


Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

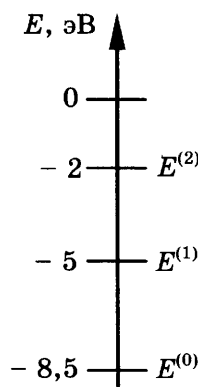
29. Кусок пластилина сталкивается со скользящим навстречу по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом направлены противоположно друг другу и равны $v_{пл} = 15$ м/с и $v_{бр} = 5$ м/с. Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом $\mu = 0,17$. На какое расстояние переместятся слипшиеся брусок с пластилином к моменту, когда их скорость уменьшится на 30%?



30. Один моль одноатомного идеального газа совершает процесс 1 – 2 – 3 (см. рисунок, где $T_0 = 100$ К). На участке 2 – 3 к газу подводят $Q_{23} = 2,5$ кДж теплоты. Найдите отношение работы A_{123} , совершаемой газом в ходе процесса, к количеству поглощенной газом теплоты Q_{123} .
31. Какой должна быть ЭДС \mathcal{E} источника тока, чтобы напряженность электрического поля в плоском конденсаторе была равна $E = 2$ кВ/м, если внутреннее сопротивление источника тока $r = 2$ Ом, сопротивление резистора $R = 10$ Ом, расстояние между пластинами конденсатора $d = 2$ мм (см. рисунок)?



32. Предположим, что схема нижних энергетических уровней атомов некоего элемента имеет вид, показанный на рисунке, и атомы находятся в состоянии с энергией $E^{(1)}$. Электрон в результате столкновения с одним из таких атомов приобрел некоторую дополнительную энергию. Импульс электрона после столкновения с покоящимся атомом оказался равным $p_1 = 1,2 \cdot 10^{-24}$ кг м/с. Определите кинетическую энергию E_0 электрона до столкновения. Возможностью испускания света атомом при столкновении с электроном пренебречь.

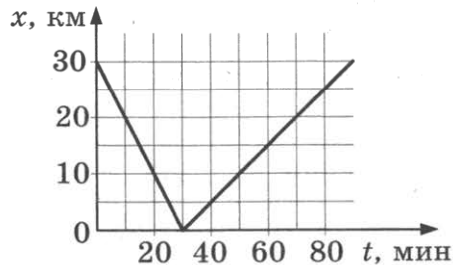


ВАРИАНТ 12

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график движения автобуса по прямой дороге, расположенной вдоль оси X . Определите проекцию скорости автобуса на ось X в интервале времени от 0 до 30 мин.



Ответ: _____ км/ч.

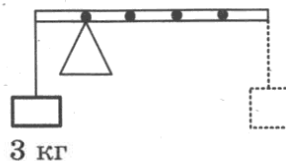
2. Тело скользит по горизонтальной плоскости. С какой силой тело давит на плоскость, если сила трения, действующая на тело, равна 9 Н, а коэффициент трения скольжения равен 0,2?

Ответ: _____ Н.

3. Первоначальное удлинение пружины равно Δl . Во сколько раз увеличится потенциальная энергия пружины, если ее удлинение станет в три раза больше?

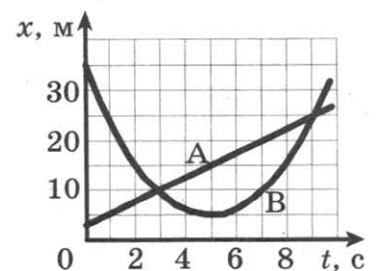
Ответ: в _____ раз.

4. К левому концу невесомого стержня прикреплен груз массой 3 кг (см. рисунок). Стержень расположили на опоре, отстоящей от груза на 0,2 длины. Груз какой массы надо подвесить к правому концу, чтобы стержень находился в равновесии?



Ответ: _____ кг.

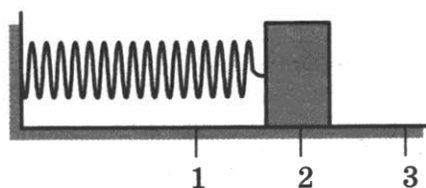
5. На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени для двух тел: А и В, движущихся по прямой, вдоль которой и направлена ось X . Выберите **два** верных утверждения о движении тел.



- 1) Временной интервал между встречами тел А и В составляет 4 с.
- 2) Тело А движется со скоростью 2,5 м/с.
- 3) Тело А движется равноускоренно.
- 4) За первые 5 с тело В прошло 30 м.
- 5) Тело В движется равномерно.

Ответ:

6. Груз изображенного на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняются потенциальная энергия пружины маятника и скорость груза при движении груза маятника от точки 3 к точке 2?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Потенциальная энергия пружины	Скорость груза

7. Два пластилиновых бруска, массы которых равны $m_1 = m$ и $m_2 = 3m$, скользят навстречу друг другу по гладкой горизонтальной плоскости со скоростями $v_1 = v$, $v_2 = 2v$. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими движение брусков после абсолютно неупругого столкновения, и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Модуль скорости первого бруска после столкновения
- Б) Кинетическая энергия второго бруска после столкновения

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{5}{4}v$
- 2) $\frac{75}{32}mv^2$
- 3) $\frac{7}{4}v$
- 4) $\frac{25}{8}mv^2$

Ответ:

А	Б

8. В сосуде под поршнем находится идеальный газ. Давление газа равно 100 кПа. При постоянной температуре объем газа уменьшили в 2 раза. Определите давление газа в конечном состоянии.

Ответ: _____ кПа.

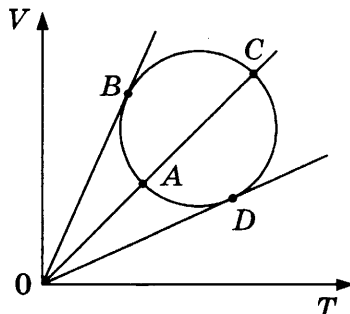
9. В идеальном тепловом двигателе, работающем по циклу Карно, температура нагревателя равна 580 К, а холодильника 17°C. Определите КПД этого двигателя.

Ответ: _____ %.

10. Какое количество теплоты отдает чугунная деталь массой 10 кг при понижении ее температуры на 20 К?

Ответ: _____ кДж.

11. Зависимость объема постоянной массы идеального газа от температуры показана на $V-T$ -диаграмме (см. рисунок). Выберите **два** верных утверждения о процессе, происходящем с газом.



- 1) Давление газа минимально в состоянии A .
- 2) При переходе из состояния D в состояние A внутренняя энергия уменьшается.
- 3) При переходе из состояния B в состояние C работа газа все время отрицательна.
- 4) Давление газа в состоянии C больше, чем давление газа в состоянии A .
- 5) Давление газа в состоянии D больше, чем давление газа в состоянии A .

Ответ:

--	--

12. Установите соответствие между процессами в идеальном газе и значениями физических величин, характеризующих эти процессы (ΔU — изменение внутренней энергии; A — работа газа, ν — количество газа).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

- А) Изохорное нагревание при $\nu = \text{const}$
 Б) Адиабатическое сжатие при $\nu = \text{const}$

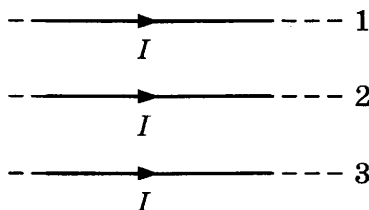
ЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

- 1) $\Delta U > 0, A = 0$
- 2) $\Delta U > 0, A > 0$
- 3) $\Delta U = 0, A > 0$
- 4) $\Delta U > 0, A < 0$

Ответ:

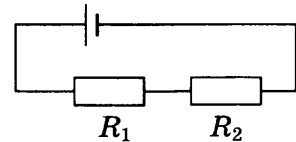
А	Б

13. По трем тонким длинным прямым параллельным проводникам текут одинаковые токи I (см. рисунок). Как направлена сила Ампера (**вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю**), действующая на проводник 1 со стороны двух других? Расстояния между соседними проводниками одинаковы. Ответ запишите словом (словами).



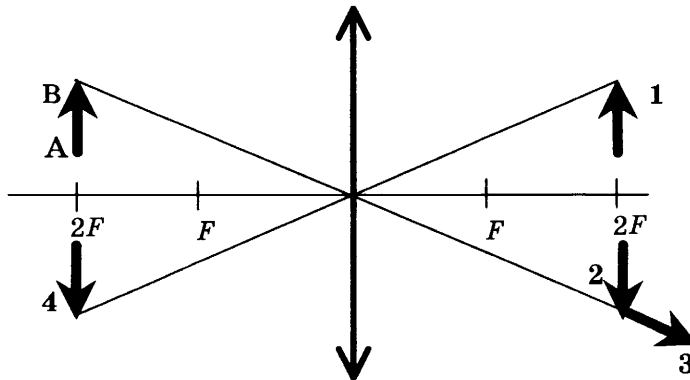
Ответ: _____.

14. В электрической цепи, представленной на рисунке, тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе $R_1 = 20$ Ом, равна 2 кВт. Чему равна мощность, выделяющаяся на резисторе $R_2 = 30$ Ом?



Ответ: _____ кВт.

15. Какой из образов 1–4 служит изображением предмета АВ в тонкой линзе с фокусным расстоянием F ?



Ответ: образ _____.

16. В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялась сила тока в контуре с течением времени.

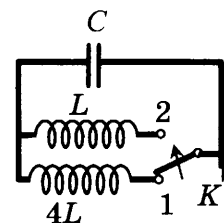
t , мкс	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I , А	0,0	2,2	3,0	2,2	0,0	-2,2	-3,0	-2,2	0,0	2,2

Выберите *два* верных утверждения о процессе, происходящем в контуре.

- 1) В момент $t = 2$ мкс напряжение на конденсаторе минимально.
- 2) Период колебаний энергии магнитного поля катушки равен $t = 8$ мкс.
- 3) Частота колебаний равна 8 кГц.
- 4) В момент $t = 3$ мкс заряд конденсатора максимален
- 5) В момент $t = 4$ мкс энергия магнитного поля катушки минимальна.

Ответ:

17. Как изменятся частота собственных колебаний и максимальный заряд конденсатора колебательного контура (см. рисунок), если ключ K перевести из положения 1 в положение 2 в тот момент, когда заряд конденсатора максимален?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота собственных колебаний	Максимальный заряд конденсатора

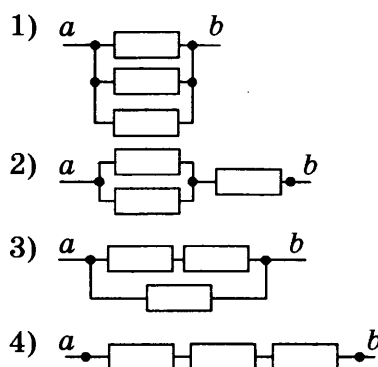
18. Установите соответствие между сопротивлением участка цепи постоянного тока и схематическим изображением этого участка цепи. Сопротивления всех резисторов на рисунках одинаковы и равны R .

СОПРОТИВЛЕНИЕ УЧАСТКА ЦЕПИ

А) $3R$

Б) $\frac{2R}{3}$

УЧАСТОК ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА



Ответ:

А	Б

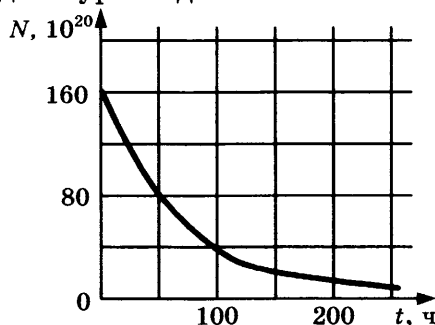
19. Укажите число протонов и число нейтронов в ядре бора $^{11}_5\text{B}$.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. На рисунке приведен график зависимости числа нераспавшихся ядер эрбия $^{172}_{68}\text{Er}$ от времени. Определите период полураспада этого изотопа эрбия.



Ответ: _____ ч.

21. Монохроматический свет с длиной волны λ падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. Как изменятся энергия фотонов $E_{\text{ф}}$ падающего излучения и работа выхода электронов $A_{\text{вых}}$ с поверхности металла, если увеличить длину волны падающего света? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Энергия фотонов $E_{\text{ф}}$	Работа выхода $A_{\text{вых}}$

22. При определении периода колебаний маятника было измерено время, за которое совершается 40 колебаний, которое оказалось равным 20,0 с. Погрешность измерения времени составила 0,4 с. Запишите в ответ измеренный период колебаний с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) с.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Ученик изучает свойства маятников. В его распоряжении имеются маятники, параметры которых приведены в таблице.

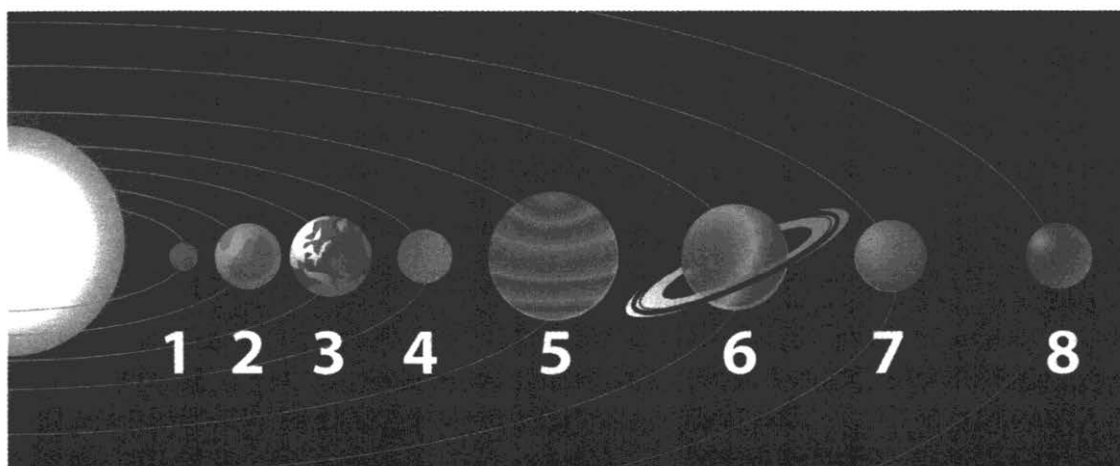
Какие из маятников нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость периода колебаний маятника от массы шарика?

№ маятника	Длина маятника	Объем сплошного шарика	Материал, из которого сделан шарик
1	1,0 м	5 см ³	сталь
2	1,2 м	5 см ³	сталь
3	2,0 м	5 см ³	алюминий
4	1,5 м	8 см ³	сталь
5	1,0 м	5 см ³	медь

В ответе запишите номера выбранных маятников.

Ответ:

24. На рисунке приведено схематическое изображение Солнечной системы. Планеты на этом рисунке обозначены цифрами. Выберите из приведённых ниже утверждений **два** верных, и укажите их номера.



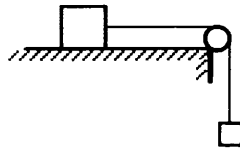
- 1) Юпитер на рисунке обозначен цифрой 5.
- 2) Атмосфера планеты 4 состоит, в основном, из метана.
- 3) Период обращения вокруг Солнца планет 2 и 3 практически одинаковы.
- 4) Планета 7 имеет кольца.
- 5) Планета 2 относится к планетам-гигантам.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. По горизонтальному столу движется брусок массой 0,7 кг, соединенный с грузом массой 0,3 кг невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок (см. рисунок). Коэффициент трения бруска о поверхность стола равен 0,2. Определите ускорение бруска.



Ответ: _____ м/с².

26. В баллоне находятся 28 кг азота при температуре 300 К и давлении 300 кПа. Определите объем баллона.

Ответ: _____ м³.

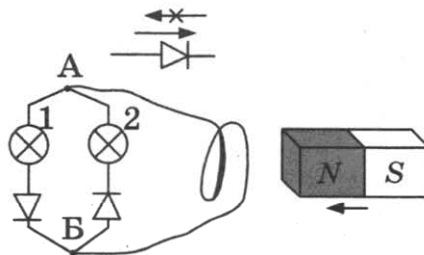
27. Прямолинейный проводник длиной $l = 0,2$ м, по которому течет ток $I = 2$ А, находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,6$ Тл и расположен параллельно вектору \vec{B} . Определите модуль силы, действующей на проводник со стороны магнитного поля.

Ответ: _____ Н.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

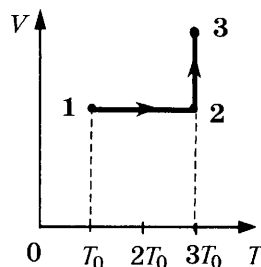
Полное решение задач 28–32 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28. Электрическая цепь состоит из двух лампочек, двух диодов и витка провода, соединенных, как показано на рисунке. (Диод пропускает ток только в одном направлении, как показано в верхней части рисунка.) Какая из лампочек загорится, если приближать к витку северный полюс магнита? Ответ объясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.

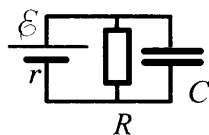


Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с числовым ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

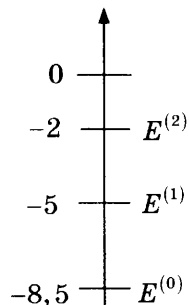
29. Пуля летит горизонтально со скоростью $v_0 = 100$ м/с, пробивает стоящий на горизонтальной поверхности льда брусок и продолжает движение в прежнем направлении со скоростью $\frac{v_0}{2}$. Масса бруска в 10 раз больше массы пули. Коэффициент трения скольжения между бруском и льдом $\mu = 0,1$. На какое расстояние L сместится брусок к моменту, когда его скорость уменьшится на 20%?
30. Один моль одноатомного идеального газа переходит из состояния 1 в состояние 3 в соответствии с графиком зависимости его объема V от температуры T ($T_0 = 100$ К). На участке 2–3 к газу подводят количество теплоты $Q_{23} = 2,5$ кДж. Найдите отношение работы газа A_{123} ко всему количеству подведенной к газу теплоты Q_{123} .



31. К источнику тока с ЭДС $\mathcal{E} = 9$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом подключили параллельно соединенные резистор с сопротивлением $R = 8$ Ом и плоский конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 0,002$ м. Какова напряженность электрического поля E между пластинами конденсатора?



32. Предположим, что схема нижних энергетических уровней атомов некоего элемента имеет вид, показанный на рисунке, и атомы находятся в состоянии с энергией $E^{(1)}$. Электрон, движущийся с кинетической энергией $E_0 = 1,5$ эВ, в результате столкновения с одним из таких атомов приобрел некоторую дополнительную энергию. Определите импульс p_1 электрона после столкновения, считая, что до столкновения атом покоился. Возможностью испускания света атомом при столкновении с электроном пренебречь.

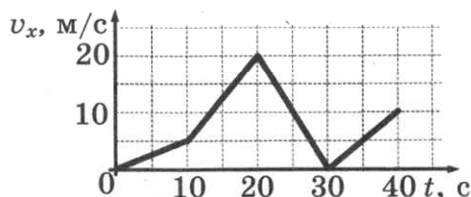


ВАРИАНТ 13

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость его скорости от времени. Чему равен модуль ускорения автомобиля в промежуток времени от 10 с до 20 с?



Ответ: _____ м/с².

2. В инерциальной системе отсчета сила \vec{F} сообщает телу массой m ускорение, равное по модулю 2 м/с^2 . Чему равен модуль ускорения тела массой $\frac{m}{2}$ под действием силы $2\vec{F}$ в этой системе отсчета?

Ответ: _____ м/с².

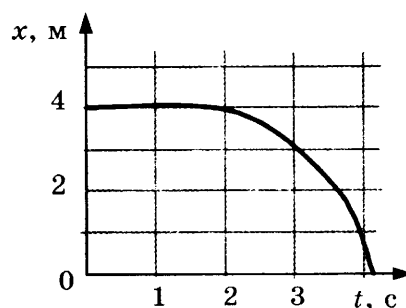
3. Охотник, стоящий на гладком льду, стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда $0,04 \text{ кг}$. Скорость дробинок при выстреле 300 м/с . Какова масса охотника, если его скорость после выстрела равна $0,2 \text{ м/с}$?

Ответ: _____ кг.

4. Бутылку с подсолнечным маслом, закрытую пробкой, перевернули. Определите силу, с которой действует масло на пробку площадью 5 см^2 , если расстояние от уровня масла в сосуде до пробки равно 20 см .

Ответ: _____ Н.

5. Шарик катится по прямому желобу. Изменение координаты шарика с течением времени в инерциальной системе отсчета показано на графике. На основании этого графика выберите **два** верных утверждения о движении шарика.



- 1) Первые 2 с шарик покоился, а затем двигался с возрастающей скоростью.
- 2) На шарик действовала все увеличивающаяся сила.
- 3) Первые 2 с скорость шарика не менялась, а затем ее модуль постепенно уменьшался.
- 4) Путь, пройденный шариком за первые 3 с, равен 1 м.
- 5) Скорость шарика постоянно уменьшалась.

Ответ:

--	--

6. В школьной лаборатории изучают свободные вертикальные колебания пружинного маятника при различных значениях массы маятника. Как изменятся период колебаний маятника и период изменения его потенциальной энергии, если увеличить массу маятника, не изменяя жесткость пружины?

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний	Период изменения потенциальной энергии

7. Шайба съезжает из состояния покоя с горки высотой H . Ускорение свободного падения равно g . У подножия горки кинетическая энергия шайбы равна E_k . Трение шайбы о горку пренебрежимо мало.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) масса шайбы
- Б) модуль импульса шайбы у подножия горки

ФОРМУЛА

- 1) $E_k \sqrt{\frac{2}{gH}}$
- 2) $\frac{\sqrt{2E_k}}{gH}$
- 3) $\sqrt{\frac{2E_k}{gH}}$
- 4) $\frac{E_k}{gH}$

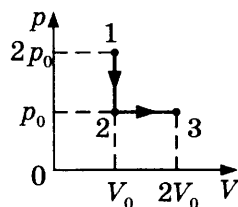
Ответ:

А	Б

8. При проведении опыта в сосуд закачивали воздух, одновременно охлаждая его. При этом температура воздуха в сосуде понизилась в 2 раза, а давление воздуха возросло в три раза. Во сколько раз увеличилась масса воздуха в сосуде?

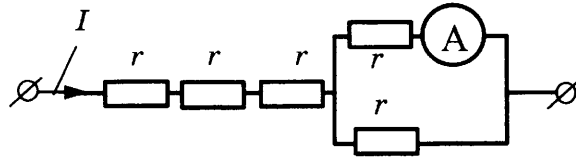
Ответ: в _____ раз.

9. Газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на p - V -диаграмме. Чему равна работа, совершенная газом в процессе 1-2-3, если $p_0 = 80$ кПа, $V_0 = 2$ л?



Ответ: _____ Дж.

14. Через участок цепи (см. рисунок) течет постоянный ток $I = 6$ А. Какую силу тока показывает амперметр? Сопротивлением амперметра пренебречь.

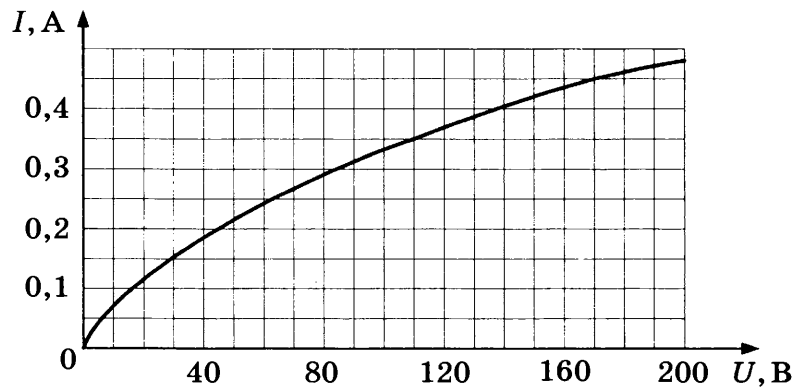


Ответ: _____ А.

15. Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим и отраженным лучами равен 60° . Определите угол между отраженным лучом и зеркалом.

Ответ: _____ $^\circ$.

16. На рисунке изображена зависимость силы тока через лампу накаливания от приложенного к ней напряжения. Выберите **два** верных утверждения, которые можно сделать, анализируя этот график.



- 1) Сопротивление лампы не зависит от приложенного напряжения.
- 2) Мощность, выделяемая в лампе при напряжении 110 В, равна 38,5 Вт.
- 3) Мощность, выделяемая в лампе при напряжении 170 В, равна 40 Вт.
- 4) Сопротивление лампы при силе тока в ней 0,15 А равно 200 Ом.
- 5) Сопротивление лампы при напряжении 100 В равно 400 Ом.

Ответ:

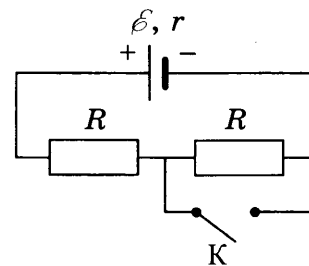
17. В прозрачном сосуде, заполненном водой, находится дифракционная решетка. Решетка освещается параллельным пучком монохроматического света, падающим перпендикулярно ее поверхности через боковую стенку сосуда. Как изменятся частота световой волны, падающей на решетку, и угол между падающим лучом и первым дифракционным максимумом при замене воды в сосуде прозрачной жидкостью с большим показателем преломления? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота волны света, достигающего решетки	Угол между нормалью к решетке и первым дифракционным максимумом

18. На рисунке показана цепь постоянного тока. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (\mathcal{E} — ЭДС источника напряжения; r — внутреннее сопротивление источника; R — сопротивление резистора).



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) напряжение на источнике при замкнутом ключе К
 Б) сила тока через источник при разомкнутом ключе К

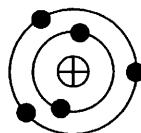
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{\mathcal{E}R}{R+r}$
 2) $\frac{2\mathcal{E}r}{2R+r}$
 3) $\frac{\mathcal{E}}{2R+r}$
 4) $\frac{\mathcal{E}}{R+r}$

Ответ:

А	Б

19. На рисунке изображена модель нейтрального атома. Масса атома равна 11 а.е.м. Сколько протонов и нейтронов содержит ядро данного атома?



Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Период полураспада изотопа натрия ${}_{11}^{22}\text{Na}$ равен 2,6 года. Изначально было 208 г этого изотопа. Сколько его будет через 5,2 года?

Ответ: _____ г.

21. Для некоторых атомов характерной особенностью является возможность захвата атомным ядром одного из ближайших к нему электронов. Как изменяются при этом массовое число и заряд ядра?

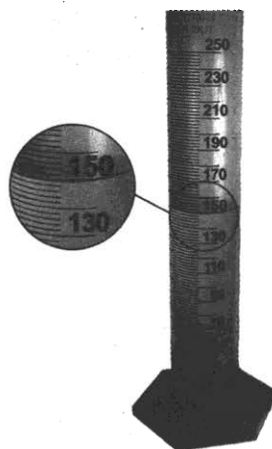
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
 2) уменьшается
 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Массовое число ядра	Заряд ядра

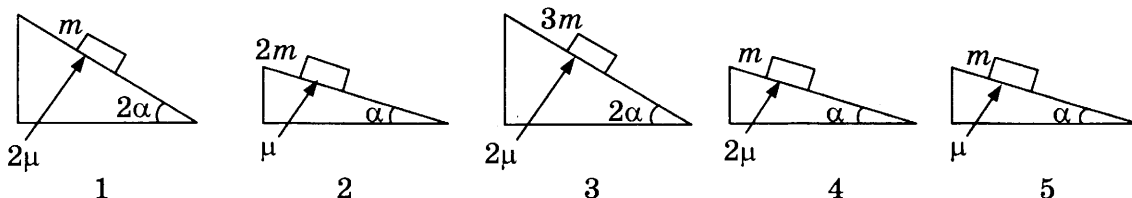
22. Для проведения опыта ученик налил воду в мензурку. Шкала мензурки проградуирована в миллилитрах (мл). Погрешность измерений объема равна цене деления шкалы мензурки. Чему равен объем налитой учеником воды?



Ответ: (_____ ± _____) мл.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Необходимо экспериментально изучить зависимость ускорения тела, скользящего по шероховатой наклонной плоскости, от коэффициента трения груза о плоскость. Какие две установки из изображенных ниже следует выбрать, чтобы провести такое исследование?

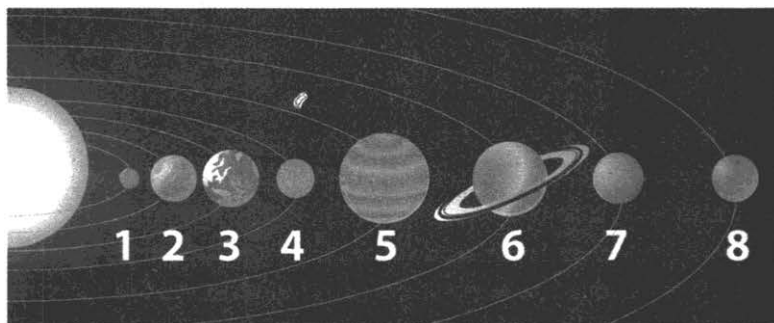


В ответ запишите номера выбранных установок.

Ответ:

--	--

24. На рисунке приведено схематическое изображение Солнечной системы. Планеты на этом рисунке обозначены цифрами. Выберите из приведённых ниже утверждений **два** верных, и укажите их номера.



- 1) Сатурн на рисунке обозначен цифрой 4.
- 2) Атмосфера планеты 2 состоит, в основном, из углекислого газа.
- 3) Период обращения вокруг Солнца планет 3 и 4 практически одинаковы.
- 4) Планета 5 имеет несколько спутников
- 5) Планета 4 относится к планетам-гигантам.

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Мальчик на санках скатился без трения с ледяной горки высотой 10 м и проехал по горизонтали до остановки 50 м. Сила трения при его движении по горизонтальной поверхности равна 80 Н. Чему равна общая масса мальчика с санками?

Ответ: _____ кг.

26. Цилиндрический сосуд разделен неподвижной теплоизолирующей перегородкой. В одной части сосуда находится кислород, в другой — водород, концентрации газов одинаковы. Давление кислорода в 4 раза меньше давления водорода. Чему равно отношение средней кинетической энергии молекул кислорода к средней кинетической энергии молекул водорода?

Ответ: _____.

27. Чему равна сила Ампера, действующая на стальной прямой проводник с током длиной 10 см и площадью поперечного сечения $2 \cdot 10^{-2} \text{ мм}^2$, если напряжение на нем 3,6 В, а модуль вектора магнитной индукции 1 Тл? Вектор магнитной индукции перпендикулярен проводнику. Удельное сопротивление стали $0,12 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$.

Ответ: _____ Н.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Полное решение задач 28–32 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28. Тонкая линза Л дает четкое действительное изображение предмета АВ на экране Э (рис. 1). Что произойдет с изображением предмета на экране, если верхнюю половину линзы закрыть куском черного картона К (рис. 2)? Постройте изображение предмета в обоих случаях. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

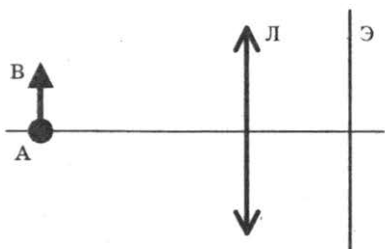


Рис. 1

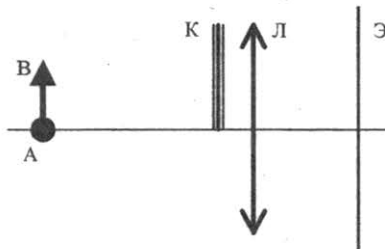
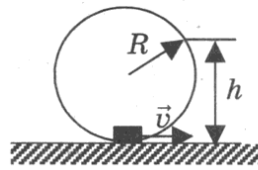


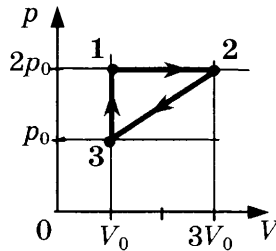
Рис. 2

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

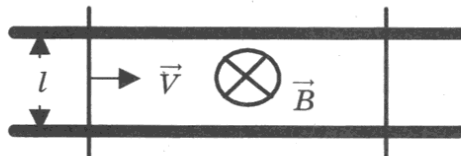
29. Небольшая шайба после толчка приобретает скорость $v = 2$ м/с и скользит по внутренней поверхности гладкого закрепленного кольца радиусом $R = 0,14$ м. На какой высоте h шайба отрывается от кольца и начинает свободно падать?



30. С одноатомным идеальным газом неизменной массы происходит циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл газ совершает работу $A_{\text{ц}} = 5$ кДж. Какое количество теплоты $Q_{\text{н}}$ газ получает за цикл от нагревателя?



31. Два параллельных друг другу рельса, лежащих в горизонтальной плоскости, находятся в однородном магнитном поле, индукция \vec{B} которого направлена вертикально вниз (см. рисунок, вид сверху). На рельсах находятся два одинаковых проводника. Левый проводник движется вправо со скоростью \vec{V} , а правый – покоится. С какой скоростью \vec{v} надо перемещать правый проводник направо, чтобы в три раза уменьшить силу Ампера, действующую на левый проводник? (Сопротивлением рельсов пренебречь.)



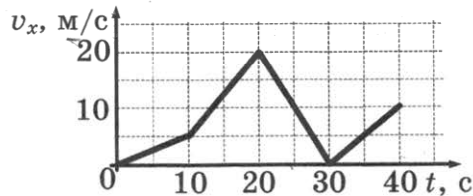
32. Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе атома из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Попав на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Частота света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\nu_{\text{кр}} = 6 \cdot 10^{14}$ Гц. Чему равна максимально возможная скорость фотоэлектрона?

ВАРИАНТ 14

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость его скорости от времени. Чему равен модуль ускорения автомобиля в момент времени от 20 с до 30 с?



Ответ: _____ м/с².

2. В инерциальной системе отсчета сила \vec{F} сообщает телу массой m ускорение, равное по модулю 8 м/с^2 . Чему равен модуль ускорения тела массой $2m$ под действием силы $\frac{\vec{F}}{2}$ в этой системе отсчета?

Ответ: _____ м/с².

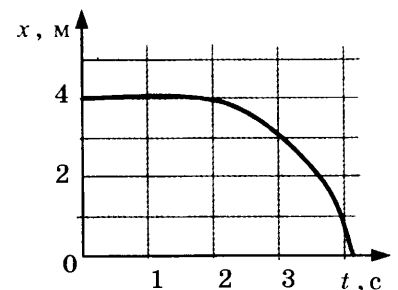
3. Охотник массой 60 кг , стоящий на гладком льду, стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда $0,03 \text{ кг}$. Скорость дробинок при выстреле 300 м/с . Определите скорость охотника после выстрела.

Ответ: _____ м/с.

4. Бутылку с подсолнечным маслом, закрытую пробкой, перевернули. Каково расстояние от уровня масла в сосуде до пробки, если сила, с которой действует масло на пробку площадью 10 см^2 , равна $3,6 \text{ Н}$?

Ответ: _____ см.

5. Шарик катится по прямому желобу. Изменение координаты шарика с течением времени в инерциальной системе отсчета показано на графике. На основании этого графика выберите **два** верных утверждения о движении шарика.



- 1) Первые 2 с скорость шарика не менялась, а затем ее модуль постепенно уменьшался.
- 2) Скорость шарика все время увеличивалась.
- 3) Первые 2 с сумма сил, действовавших на шарик, была равна 0 .
- 4) За первые 3 с шарик переместился на 1 м .
- 5) Скорость шарика постоянно уменьшалась.

Ответ:

--	--

6. В школьной лаборатории изучают свободные вертикальные колебания пружинного маятника при различных значениях жесткости пружины маятника. Как изменятся период колебаний маятника и период изменения его кинетической энергии, если увеличить жесткость пружины, не изменяя массу маятника?

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний	Период изменения кинетической энергии

7. Шайба массой m съезжает с горки из состояния покоя. Ускорение свободного падения равно g . У подножия горки кинетическая энергия шайбы равна E_K . Трение шайбы о горку пренебрежимо мало. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) высота горки
- Б) модуль импульса шайбы у подножия горки

ФОРМУЛА

- 1) $E_K \sqrt{\frac{2m}{g}}$
- 2) $\sqrt{2mE_K}$
- 3) $\sqrt{\frac{2E_K}{gm}}$
- 4) $\frac{E_K}{gm}$

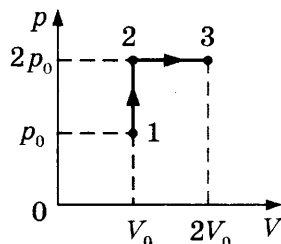
Ответ:

А	Б

8. При проведении опыта в сосуд закачивали воздух, одновременно нагревая его. При этом температура воздуха в сосуде повысилась в 2 раза, а давление воздуха возросло в три раза. Во сколько раз увеличилась масса воздуха в сосуде?

Ответ: в _____ раз(а).

9. Газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на p - V -диаграмме. Чему равна работа, совершенная газом в процессе 1-2-3, если $p_0 = 50$ кПа, $V_0 = 2$ л?



Ответ: _____ Дж.

10. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде с поршнем равна 20%. Какой станет относительная влажность, если объем сосуда за счет движения поршня при неизменной температуре уменьшить в 4 раза?

Ответ: _____ %.

11. Горячая жидкость медленно охлаждалась в стакане. В таблице приведены результаты измерений ее температуры с течением времени.

Время, мин	0	2	4	6	8	10	12	14
Температура, °C	95	88	81	80	80	80	77	72

Выберите из предложенного перечня *два* утверждения, которые соответствуют результатам проведенного экспериментального исследования, и укажите их номера.

- 1) Температура кристаллизации жидкости в данных условиях равна 95 °C.
- 2) Через 7 мин после начала измерений в стакане находилось вещество только в жидком состоянии.
- 3) Через 9 мин после начала измерений в стакане находилось вещество как в жидком, так и в твердом состоянии.
- 4) Через 13 мин после начала измерений в стакане находилось вещество только в твердом состоянии.
- 5) Через 10 мин после начала измерений жидкость начала конденсироваться.

Ответ:

12. Температуру холодильника теплового двигателя, работающего по циклу Карно, увеличили, оставив температуру нагревателя прежней. Количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику, не изменилось. Как изменились при этом КПД теплового двигателя и количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл?

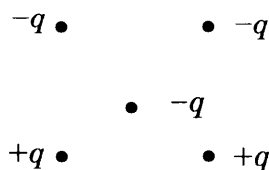
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

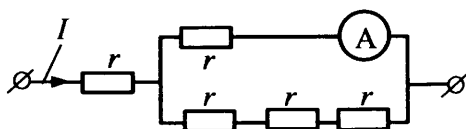
КПД теплового двигателя	Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл работы

13. Как направлена сила Кулона (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*), действующая на отрицательный точечный заряд $-q$, помещенный в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$ (см. рисунок)? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

14. Через участок цепи (см. рисунок) течет постоянный ток $I = 10$ А. Какую силу тока показывает амперметр? Сопротивлением амперметра пренебречь.

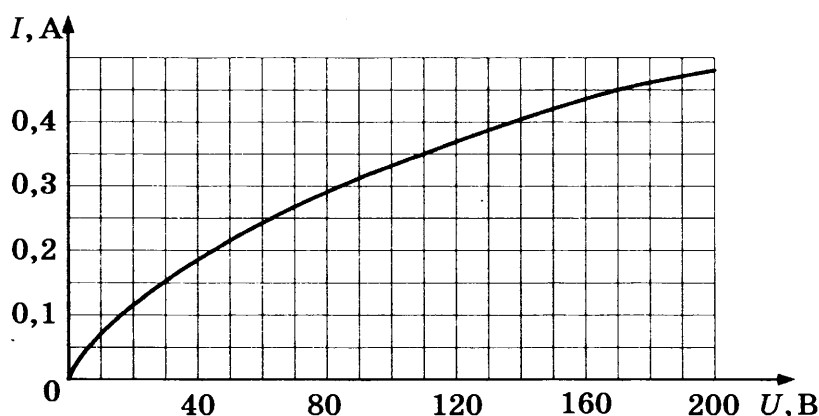


Ответ: _____ А.

15. Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим лучом и зеркалом равен 30° . Определите угол между падающим и отраженным лучами.

Ответ: _____ $^\circ$.

16. На рисунке изображена зависимость силы тока через лампу накаливания от приложенного к ней напряжения. Выберите **два** верных утверждения, которые можно сделать, анализируя этот график.



- 1) Сопротивление лампы уменьшается при увеличении силы тока, текущего через нее.
- 2) Мощность, выделяемая в лампе при напряжении 110 В, равна 50 Вт.
- 3) Мощность, выделяемая в лампе при напряжении 170 В, равна 76,5 Вт.
- 4) Сопротивление лампы при силе тока в ней 0,35А равно 200 Ом.
- 5) Мощность, выделяемая в лампе, увеличивается при увеличении силы тока.

Ответ:

--	--

17. В прозрачном сосуде, заполненном водой, находится дифракционная решетка. Решетка освещается параллельным пучком монохроматического света, падающим перпендикулярно ее поверхности через боковую стенку сосуда. Как изменятся длина волны, падающей на решетку, и угол между падающим лучом и вторым дифракционным максимумом при замене воды в сосуде прозрачной жидкостью с большим показателем преломления?

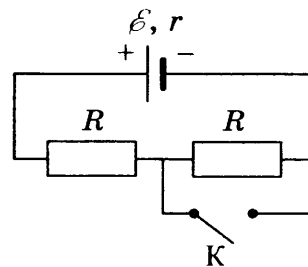
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина волны света, достигающего решетки	Угол между нормалью к решетке и вторым дифракционным максимумом

18. На рисунке показана цепь постоянного тока. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (\mathcal{E} — ЭДС источника напряжения; r — внутреннее сопротивление источника; R — сопротивление резистора). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) напряжение на источнике при разомкнутом ключе К
 Б) сила тока через первый резистор при замкнутом ключе К

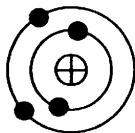
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{\mathcal{E}R}{R+r}$
 2) $\frac{2\mathcal{E}R}{2R+r}$
 3) $\frac{\mathcal{E}}{2R+r}$
 4) $\frac{\mathcal{E}}{R+r}$

Ответ:

А	Б

19. На рисунке изображена модель нейтрального атома. Масса атома равна 11 а.е.м. Сколько протонов и нейтронов содержит ядро данного атома?



Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Период полураспада изотопа натрия ${}_{11}^{22}\text{Na}$ равен 2,6 года. Изначально было 208 г этого изотопа. Сколько его будет через 7,8 лет?

Ответ: _____ г.

21. Для некоторых атомов характерной особенностью является возможность испускания атомным ядром электронов. Как изменяются при этом массовое число и заряд ядра?

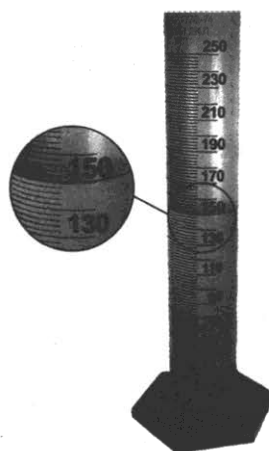
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
 2) уменьшается
 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Массовое число ядра	Заряд ядра

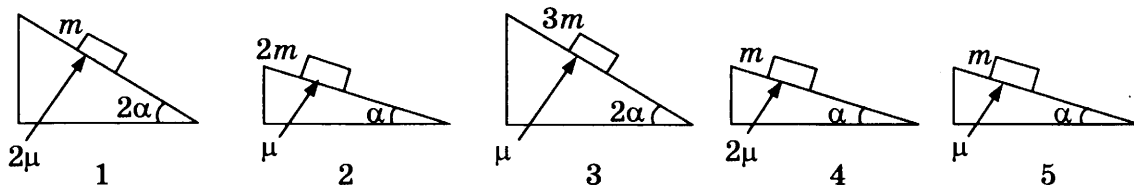
22. Для проведения опыта ученик налил воду в мензурку. Шкала мензурки проградуирована в миллилитрах (мл). Погрешность измерений объема равна половине цены деления шкалы мензурки. Чему равен объем налитой учеником воды?



Ответ: (_____ ± _____) мл.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

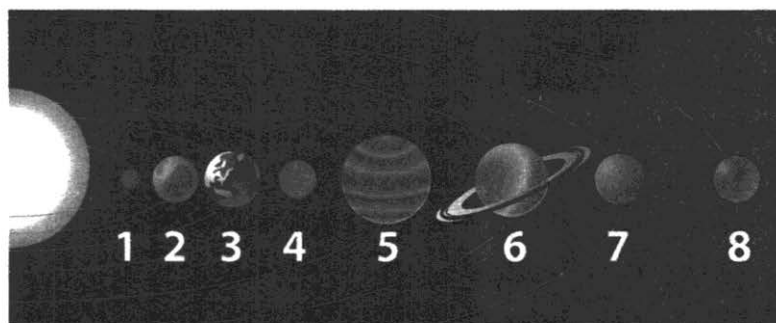
23. Необходимо экспериментально изучить зависимость ускорения тела, скользящего по шероховатой наклонной плоскости, от массы груза. Какие две установки из изображенных ниже следует выбрать, чтобы провести такое исследование?



В ответ запишите номера выбранных установок.

Ответ:

24. На рисунке приведено схематическое изображение Солнечной системы. Планеты на этом рисунке обозначены цифрами. Выберите из приведённых ниже утверждений два верных, и укажите их номера.



- 1) Нептун на рисунке обозначен цифрой 5.
- 2) Планета 2 имеет твердую поверхность.
- 3) Период обращения Юпитера вокруг Солнца больше, чем Марса.
- 4) Атмосфера планеты 7 состоит, в основном, из азота
- 5) Период обращения вокруг своей оси планеты 5 больше, чем у Земли.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Мальчик на санках скатился без трения с ледяной горки, а затем проехал до остановки по горизонтальной поверхности 30 м. Коэффициент трения при его движении по горизонтальной поверхности равен 0,2. Чему равна высота горки? Масса мальчика вместе с санями равна 50 кг.

Ответ: _____ м.

26. Цилиндрический сосуд разделен неподвижной теплоизолирующей перегородкой. В одной части сосуда находится кислород, в другой – азот. И концентрация, и давление кислорода в 2 раза больше концентрации и давления азота. Чему равно отношение средней кинетической энергии молекул кислорода к средней кинетической энергии молекул азота?

Ответ: _____.

27. При помещении в магнитное поле на стальной прямой проводник с током длиной 10 см и площадью поперечного сечения $3 \cdot 10^{-2} \text{ мм}^2$ действует сила Ампера, равная 0,6 Н. Чему равен модуль вектора магнитной индукции, если напряжение на проводнике равно 2,4 В? Вектор магнитной индукции перпендикулярен проводнику. Удельное сопротивление стали $0,12 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$.

Ответ: _____ Тл.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Полное решение задач 28–32 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28. Тонкая линза Л дает четкое действительное изображение предмета АВ на экране Э (рис. 1). Что произойдет с изображением предмета на экране, если нижнюю половину линзы закрыть куском черного картона К (рис. 2)? Постройте изображение предмета в обоих случаях. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

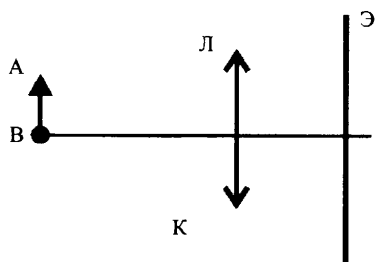


Рис.1

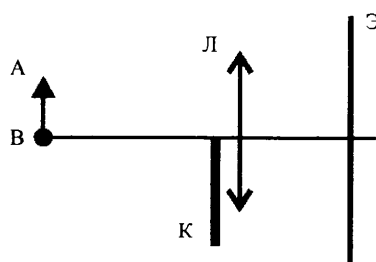
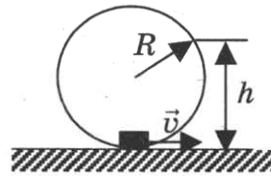


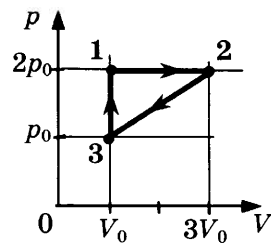
Рис.2

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

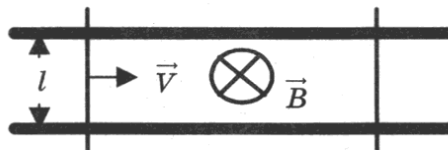
29. Небольшая шайба массой $m = 0,2$ кг после толчка приобретает скорость $v = 3$ м/с и скользит по внутренней поверхности гладкого закрепленного кольца радиусом $R = 0,14$ м. С какой силой F шайба давит на поверхность кольца в тот момент, когда она находится на высоте $h = 0,2$ м от нижней точки кольца?



30. С одноатомным идеальным газом неизменной массы происходит циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл газ получает от нагревателя количество теплоты $Q_n = 2300$ Дж. Какую работу газ совершает за цикл?



31. Два параллельных друг другу рельса, лежащих в горизонтальной плоскости, находятся в однородном магнитном поле, индукция \vec{B} которого направлена вертикально вниз (см. рисунок, вид сверху). На рельсах находятся два одинаковых проводника. Левый проводник движется вправо со скоростью \vec{V} , а правый — покоится. С какой скоростью \vec{v} надо перемещать правый проводник направо, чтобы в два раза увеличить силу Ампера, действующую на левый проводник? (Сопротивлением рельсов пренебречь.)



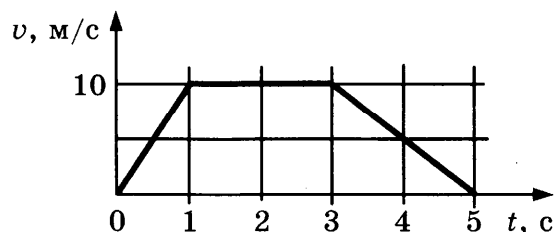
32. Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе атома из состояния E_3 в состояние E_1 атом испускает фотон. Попав на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Частота света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\nu_{кр} = 6 \cdot 10^{14}$ Гц. Чему равен максимально возможный импульс фотоэлектрона?

ВАРИАНТ 15

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v автомобиля от времени t . Определите путь, пройденный автомобилем за первую секунду движения.



Ответ: _____ м.

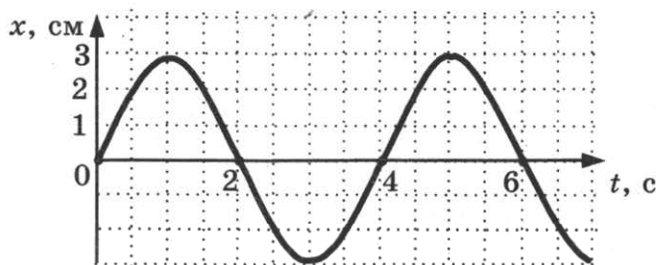
2. Пружина жесткости $k = 10^4$ Н/м одним концом прикреплена к неподвижной опоре, а к другому ее концу приложили силу $F = 1000$ Н. Определите растяжение пружины.

Ответ: _____ см.

3. Отец везет сына на санках по горизонтальной заснеженной дороге с постоянной скоростью. Отец совершил механическую работу, равную 2000 Дж, проделав путь 50 м. Определите модуль силы трения, действовавшей на санки во время движения.

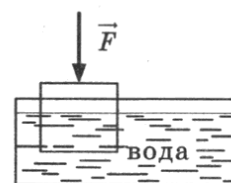
Ответ: _____ Н.

4. На рисунке приведен график зависимости координаты колеблющегося тела от времени. Чему равна частота колебаний тела?



Ответ: _____ Гц.

5. Деревянный кубик с ребром 10 см плавает частично погруженный в воду. Его начинают медленно погружать, действуя силой, направленной вертикально вниз. В таблице приведены значения модуля силы, под действием которой кубик находится в равновесии частично или полностью погруженный в воду. Погрешность измерения силы составила 0,1 Н. Выберите **два** верных утверждения на основании данных, приведенных в таблице.



№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8
Модуль силы, F , Н	0,2	0,8	1,8	3,0	4,0	5,0	5,0	5,0

- 1) В опыте № 6 сила Архимеда, действующая на кубик, меньше, чем в опыте № 2.
- 2) В опыте № 7 кубик погружен в воду полностью.
- 3) Масса кубика равна 0,5 кг.
- 4) В опыте № 4 кубик погружен в воду на половину своего объема.
- 5) Плотность кубика равна 400 кг/м³.

Ответ:

--	--

6. В результате перехода спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода потенциальная энергия спутника в поле тяжести Земли и скорость его движения по орбите?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Потенциальная энергия	Скорость движения по орбите

7. Тело брошено с горизонтальной поверхности со скоростью v под углом α к горизонту. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими движение тела, и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- A) длительность полета тела t
- B) расстояние S от точки броска до точки падения

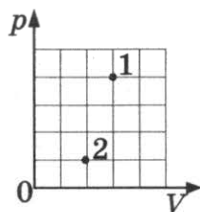
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{2v \sin \alpha}{g}$
- 2) $\frac{v^2 \cos^2 \alpha}{g}$
- 3) $\frac{v^2 \sin 2\alpha}{g}$
- 4) $\frac{v \sin \alpha}{g}$

Ответ:

А	Б

8. В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Определите отношение температур газа $\frac{T_1}{T_2}$ в состояниях 1 и 2 (см. рисунок).



Ответ: _____.

9. Какое количество теплоты передано газу, если его внутренняя энергия увеличилась на 200 Дж, а газ совершил работу, равную 500 Дж?

Ответ: _____ Дж.

10. Воспользовавшись таблицами, приведенными на стр. 5–6, определите, каково должно быть примерное отношение масс $\frac{m_{\text{Fe}}}{m_{\text{Al}}}$ железного и алюминиевого тел, чтобы при получении одного и того же количества теплоты они нагрелись на одно и то же число градусов. Ответ округлите до целых.

Ответ: _____.

11. В сосуде неизменного объема при комнатной температуре находилась смесь водорода и гелия, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль водорода. Считая газы идеальными, а их температуру постоянной, выберите из предложенного перечня два утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных исследований, и укажите их номера.

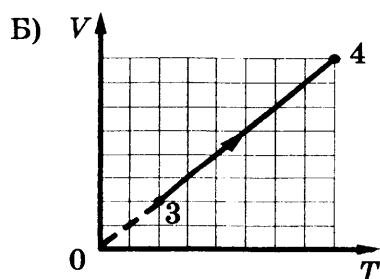
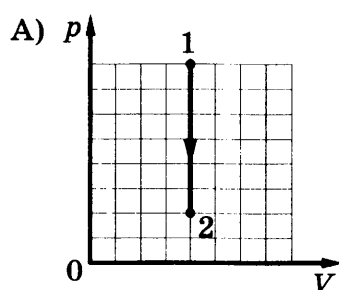
- 1) Парциальное давление водорода уменьшилось.
- 2) Давление смеси газов в сосуде не изменилось.
- 3) Концентрация гелия увеличилась.
- 4) В начале опыта концентрации газов были одинаковые.
- 5) В начале опыта массы газов были одинаковые.

Ответ:

--	--

12. На рисунках А и Б приведены графики двух процессов 1–2 и 3–4, каждый из которых совершается одним молем аргона. Графики построены в координатах p – V и V – T , где p — давление, V — объем и T — абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображенные на графиках процессы. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



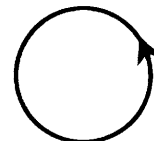
УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) Внутренняя энергия газа уменьшается, при этом газ отдает теплоту.
- 2) Над газом совершают работу, при этом газ отдает теплоту.
- 3) Газ получает теплоту, но не совершает работы.
- 4) Газ получает теплоту и совершает работу.

Ответ:

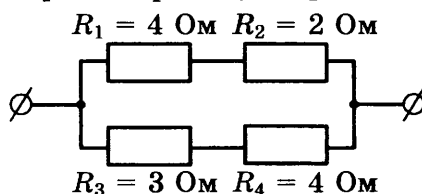
А	Б

13. На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в плоскости чертежа. Куда направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор индукции магнитного поля тока в центре витка? Ответ запишите словом (словами).



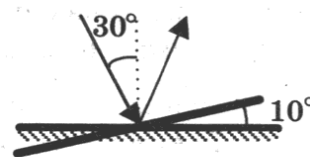
Ответ: _____ .

14. На рисунке представлен участок электрической цепи. Каково отношение количеств теплоты Q_1/Q_2 , выделившихся на резисторах R_1 и R_2 за одно и то же время?



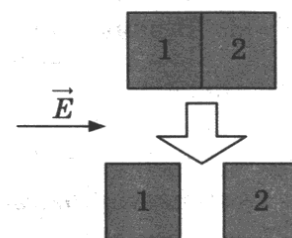
Ответ: _____ .

15. Угол падения света на горизонтально расположенное плоское зеркало равен 30° . Каким станет угол отражения света, если повернуть зеркало на 10° так, как показано на рисунке?



Ответ: _____ $^\circ$.

16. Два незаряженных стеклянных кубика 1 и 2 сблизили вплотную и поместили в электрическое поле, напряженность которого направлена горизонтально вправо, как показано в верхней части рисунка. Затем кубики раздвинули и уже потом убрали электрическое поле (нижняя часть рисунка). Выберите из предложенного перечня *два* утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных исследований, и укажите их номера.



- 1) После того, как кубики раздвинули, заряд первого кубика оказался отрицателен, заряд второго — положителен.
- 2) После помещения в электрическое поле электроны из первого кубика стали переходить во второй.
- 3) После того, как кубики раздвинули, заряды обоих кубиков остались равными нулю.
- 4) До разделения кубиков в электрическом поле левая поверхность 1-го кубика была заряжена отрицательно.
- 5) До разделения кубиков в электрическом поле правая поверхность 2-го кубика была заряжена отрицательно.

Ответ:

17. Частица массой m , несущая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиуса R со скоростью v . Что произойдет с радиусом орбиты и кинетической энергией частицы при увеличении скорости ее движения?

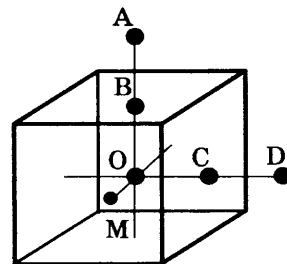
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус орбиты	Кинетическая энергия частицы

18. Заряд неподвижного металлического уединенного кубика равен q . Точка O – центр кубика, точки B и C – центры его граней, $AB = OB$, $CD = OC$, $OM = \frac{OB}{2}$. Модуль напряженности электростатического поля заряда Q в точке A равен E_A . Установите соответствие между физическими величинами и их значениями.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ

- А) модуль напряженности электростатического поля кубика в точке D
 Б) модуль напряженности электростатического поля кубика в точке M

- 1) 0
 2) E_A
 3) $4E_A$
 4) $16E_A$

Ответ:

А	Б

19. В результате серии радиоактивных распадов уран ${}_{92}^{238}\text{U}$ превращается в свинец ${}_{82}^{206}\text{Pb}$. Какое количество α -распадов и β -распадов он испытывает при этом?

Ответ:

Число α -распадов	Число β -распадов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Период полураспада ядер радиоактивного изотопа висмута 19 мин. За какой промежуток времени распадется 75% ядер висмута в исследуемом образце?

Ответ: за _____ мин.

21. В опытах по фотоэффекту взяли пластину из металла с работой выхода $3,4 \cdot 10^{-19}$ Дж и стали освещать ее светом частоты $6 \cdot 10^{14}$ Гц. Как изменится работа выхода фотоэлектронов из металла и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов E_{\max} , вылетающих с поверхности металла, если увеличить интенсивность падающего света, не изменяя его частоту?

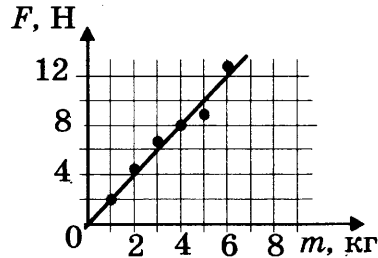
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
 2) уменьшится
 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Работа выхода фотоэлектронов из металла $A_{\text{вых}}$	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов E_{\max}

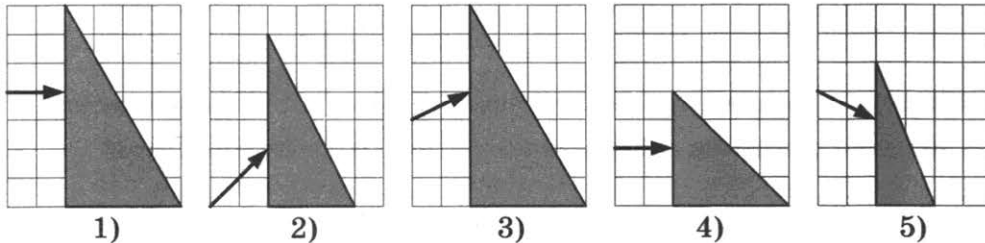
22. Ученики исследовали зависимость силы трения скольжения от массы груза. Результаты измерений представлены в виде графика на рисунке. Погрешность измерения массы равна 0,1 кг, силы — 1 Н. Чему равна с учетом погрешности измерений сила трения, действующая на груз массы 1 кг?



Ответ: (_____ ± _____) Н.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Пучок белого света, пройдя через призму, разлагается в спектр. Была выдвинута гипотеза, что ширина спектра, получаемого на стоящем за призмой экране, зависит от угла падения пучка на грань призмы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта нужно провести для такого исследования?



В ответ запишите номера выбранных опытов.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звездах.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Расстояние до звезды (св. год)
Альтаир	8000	1,7	1,7	360
Антарес	3100	19	750	360
Бетельгейзе	3100	20	900	650
Денеб	9800	15	50	820
Капелла	5200	3	2,5	45
Полярная	6200	10	70	650
Ригель	12800	20	90	1100
Сириус	10400	3	1,7	8,7

Выберите *два* утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд и запишите их номера.

- Полярная звезда относится к белым карликам.
- Звезды Альтаир и Антарес находятся на одинаковом расстоянии от Солнца, поэтому их видимые размеры одинаковы.
- Звезды Ригель и Бетельгейзе принадлежат к одному спектральному классу.
- Звезда Антарес является красным гигантом.
- Плотность звезды Альтаир близка к плотности Солнца.

Ответ:

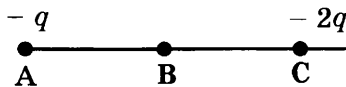
Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Скорость брошенного мяча непосредственно перед ударом о стену была вдвое больше его скорости сразу после удара. Какое количество теплоты выделилось при ударе, если перед ударом кинетическая энергия мяча была равна 20 Дж?

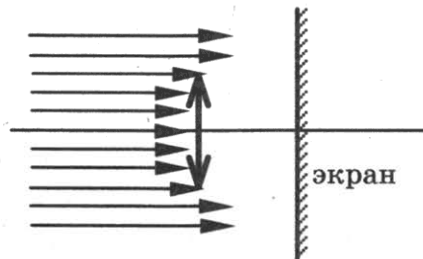
Ответ: _____ Дж.

26. Точка В находится в середине отрезка АС. Неподвижные точечные заряды $-q$ и $-2q$ ($q = 1$ нКл) расположены в точках А и С соответственно (см. рисунок). Какой положительный заряд надо поместить в точку С взамен заряда $-2q$, чтобы модуль напряженности электрического поля в точке В увеличился в 2 раза?



Ответ: _____ нКл.

27. Пучок параллельных световых лучей падает нормально на тонкую собирающую линзу диаметром 6 см с оптической силой 5 дптр (см. рисунок). Экран расположен за линзой на расстоянии 10 см. Рассчитайте внешний диаметр светлого пятна, созданного линзой на экране.



Ответ: _____ см.

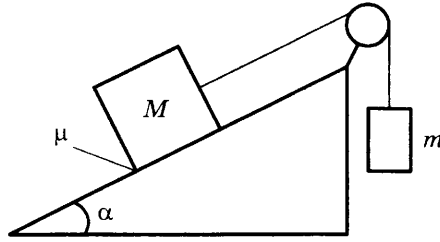
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Полное решение задач 28–32 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

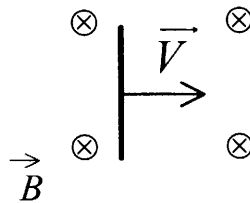
28. В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните, опираясь на законы молекулярной физики.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Грузы массами $M = 1$ кг и m связаны легкой нерастяжимой нитью, переброшенной через блок, по которому нить может скользить без трения (см. рисунок). Груз массой M находится на шероховатой наклонной плоскости (угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 30^\circ$, коэффициент трения $\mu = 0,3$). Чему равно максимальное значение массы m , при котором система грузов еще не выходит из первоначального состояния покоя?



30. Воздушный шар объемом $V = 2500$ м³ с массой оболочки $m_{об} = 400$ кг имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. До какой минимальной температуры t_1 нужно нагреть воздух в шаре, чтобы шар взлетел вместе с грузом (корзиной и воздухоплателем) массой $m_r = 200$ кг? Температура окружающего воздуха $t = 7$ °С, его плотность $\rho = 1,2$ кг/м³. Оболочку шара считать нерастяжимой.
31. Горизонтально расположенный проводник длиной 1 м движется равноускоренно в вертикальном однородном магнитном поле, индукция которого равна 0,5 Тл. Скорость проводника направлена горизонтально, перпендикулярно проводнику (см. рисунок). Начальная скорость проводника равна нулю, а его ускорение 8 м/с². Какова ЭДС индукции на концах проводника в тот момент, когда он переместился на 1 м?



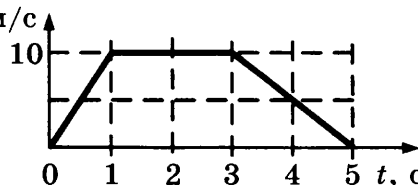
32. Фотокатод облучают светом с длиной волны $\lambda = 300$ нм. Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 450$ нм. Какое запирающее напряжение U нужно создать между анодом и катодом, чтобы фототок прекратился?

ВАРИАНТ 16

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v автомобиля от времени t . Чему равен путь автомобиля за промежуток времени от 3 с до 5 с?



Ответ: _____ м.

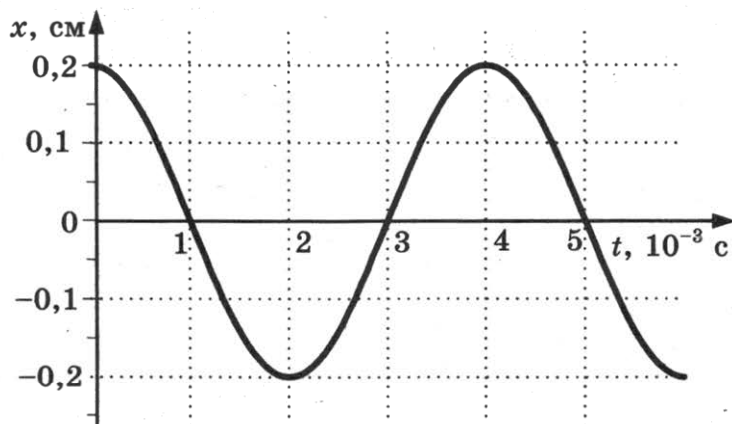
2. Пружина одним концом прикреплена к неподвижной опоре, а к другому ее концу приложили силу $F = 10$ Н, при этом пружина растянулась на $\Delta l = 2$ см. Определите жесткость пружины k .

Ответ: _____ Н/м.

3. Отец везет сына на санках с постоянной скоростью по горизонтальной заснеженной дороге. Модуль силы трения санок о снег равен 30 Н. Отец совершил механическую работу, равную 3000 Дж. Определите пройденный путь.

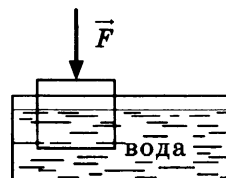
Ответ: _____ м.

4. На рисунке показан график колебаний одной из точек струны. Чему равен период этих колебаний?



Ответ: _____ мс.

5. Деревянный кубик с ребром 10 см плавает частично погруженный в воду. Его начинают медленно погружать, действуя силой, направленной вертикально вниз. В таблице приведены значения модуля силы, под действием которой кубик находится в равновесии частично или полностью погруженный в воду. Погрешность измерения силы составила 0,1 Н. Выберите **два** верных утверждения на основании данных, приведенных в таблице.



№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8
Модуль силы F , Н	0,2	0,8	1,8	3,0	4,0	5,0	6,0	6,0

- 1) В опыте № 8 сила Архимеда, действующая на кубик, больше, чем в опыте № 7.
- 2) В опыте № 5 кубик погружен в воду полностью.
- 3) Масса кубика равна 0,5 кг.
- 4) При выполнении опытов № 1 – № 5 сила Архимеда, действующая на тело, увеличилась.
- 5) Плотность кубика равна 400 кг/м³.

Ответ:

--	--

6. В результате перехода спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода кинетическая энергия спутника и период обращения вокруг Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Кинетическая энергия	Период обращения вокруг Земли

7. Тело брошено с поверхности земли со скоростью v под углом α к горизонту. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими движение тела, и формулами, по которым их можно определить.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) время подъема t на максимальную высоту
- Б) максимальная высота h над горизонтом

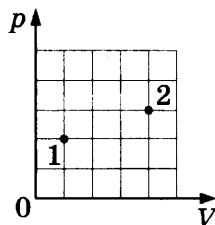
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g}$
- 2) $\frac{v \cos^2 \alpha}{g}$
- 3) $\frac{v^2 \sin 2\alpha}{2g}$
- 4) $\frac{v \sin \alpha}{g}$

Ответ:

А	Б

8. В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Определите $\frac{T_2}{T_1}$ отношение температур газа в состояниях 2 и 1 (см. рисунок).



Ответ: _____.

9. Какое количество теплоты газ отдал окружающим телам, если его внутренняя энергия увеличилась на 200 Дж, а внешние силы совершили над газом работу, равную 500 Дж?

Ответ: _____ Дж.

10. Воспользовавшись таблицами, приведенными на стр. 5–6, определите, каково должно быть примерное отношение масс $\frac{m_{\text{Pb}}}{m_{\text{Cu}}}$ свинцового и медного тел, чтобы при получении

одного и того же количества теплоты они нагрелись на одно и то же число градусов. Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ .

11. В сосуде неизменного объема при комнатной температуре находилась смесь водорода и гелия, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль гелия. Считая газы идеальными, а их температуру постоянной, выберите из предложенного перечня **два** утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных исследований, и укажите их номера.

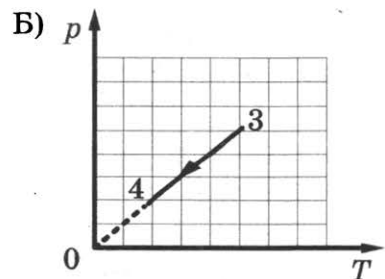
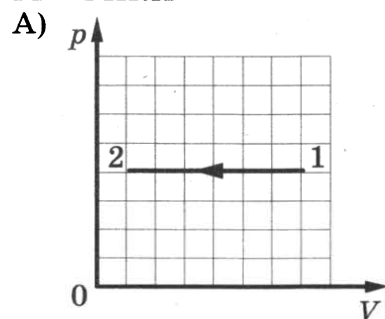
- 1) Парциальное давление водорода уменьшилось.
- 2) Давление смеси газов в сосуде уменьшилось.
- 3) Концентрация водорода увеличилась.
- 4) В начале опыта концентрации водорода была больше, чем концентрация гелия.
- 5) В начале опыта масса гелия была больше, чем масса водорода.

Ответ:

--	--

12. На рисунках А и Б приведены графики двух процессов 1–2 и 3–4, каждый из которых совершается одним молем аргона. Графики построены в координатах p – V и p – T , где p — давление, V — объем и T — абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображенные на графиках процессы. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



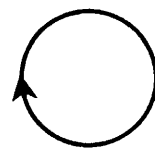
УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) Внутренняя энергия газа уменьшается, при этом газ совершает работу.
- 2) Над газом совершают работу, при этом газ отдает теплоту.
- 3) Газ получает теплоту, но не совершает работы.
- 4) Газ отдает теплоту, но не совершает работы.

Ответ:

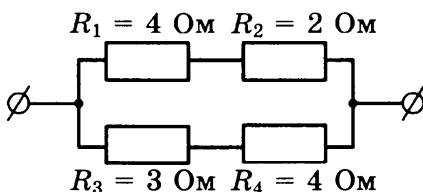
А	Б

13. На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в плоскости чертежа. Куда направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор индукции магнитного поля тока в центре витка? Ответ запишите словом (словами).



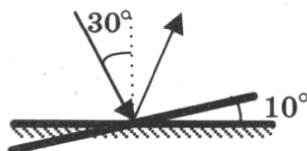
Ответ: _____ .

14. На рисунке представлен участок электрической цепи. Каково отношение количеств теплоты Q_3/Q_4 , выделившихся на резисторах R_3 и R_4 за одно и то же время?



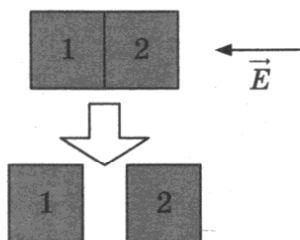
Ответ: _____ .

15. Угол падения света на горизонтально расположенное плоское зеркало равен 30° . Каким будет угол отражения света, если повернуть зеркало на 10° так, как показано на рисунке?



Ответ: _____ .

16. Два незаряженных стеклянных кубика 1 и 2 сблизили вплотную и поместили в электрическое поле, напряженность которого направлена горизонтально влево, как показано в верхней части рисунка. Затем кубики раздвинули (нижняя часть рисунка). Выберите из предложенного перечня *два* утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных исследований, и укажите их номера.



- 1) После того как кубики раздвинули, заряд первого кубика оказался положителен, заряд второго — отрицателен.
- 2) После помещения в электрическое поле электроны из первого кубика стали переходить во второй.
- 3) После того как кубики раздвинули, заряды обоих кубиков остались равными нулю.
- 4) До разделения кубиков в электрическом поле левая поверхность 1-го кубика была заряжена отрицательно.
- 5) После того как кубики раздвинули, правые поверхности обоих кубиков оказались заряжены отрицательно.

Ответ:

17. Частица массой m , несущая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиуса R со скоростью v . Что произойдет с периодом обращения и радиусом орбиты частицы при уменьшении скорости ее движения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

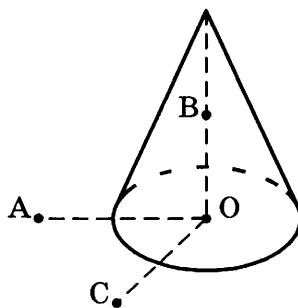
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период обращения	Радиус орбиты

18. Заряд металлического уединенного конуса высотой H и радиусом основания $R = \frac{H}{2}$ равен q . Точка O — центр основания конуса, $OA = OC = 2R$, $OB = R$, угол AOC прямой, отрезки OA и OC лежат в плоскости основания конуса. Модуль напряженности электростатического поля заряда q в точке C равен E_C .

Установите соответствие между физическими величинами и их значениями.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль напряженности электростатического поля конуса в точке А
- Б) модуль напряженности электростатического поля конуса в точке В

ИХ ЗНАЧЕНИЯ

- 1) 0
- 2) E_C
- 3) $2 E_C$
- 4) $4 E_C$

Ответ:

А	Б

19. В результате серии радиоактивных распадов торий ${}_{90}^{232}\text{Th}$ превращается в радий ${}_{88}^{224}\text{Ra}$. Какое количество α -распадов и β -распадов он испытывает при этом?

Ответ:

Число α -распадов	Число β -распадов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Период полураспада изотопа радона ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ 3,8 дня. Через какое время масса радона уменьшится в 32 раза?

Ответ: _____ дней.

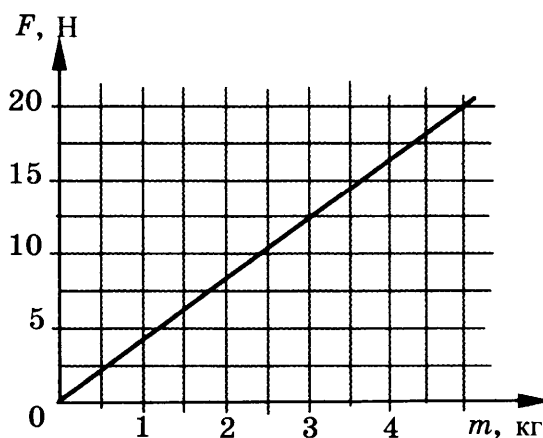
21. В опытах по фотоэффекту пластину из металла с работой выхода $3,4 \cdot 10^{-19}$ Дж освещают светом частоты $6 \cdot 10^{14}$ Гц. Как изменится работа выхода фотоэлектронов из металла $A_{\text{вых}}$ и максимальная кинетическая энергия электронов E_{max} , вылетающих с поверхности металла, если увеличить частоту падающего света, не меняя его интенсивности? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Работа выхода фотоэлектронов из металла $A_{\text{вых}}$	Максимальная кинетическая энергия электронов E_{max}

22. Космонавты исследовали зависимость силы тяжести от массы тела на открытой ими планете. Результаты измерений представлены в виде графика на рисунке.



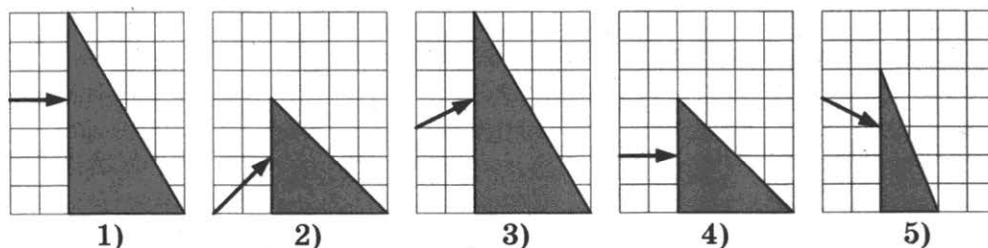
Погрешность измерения массы равна 0,1 кг, силы — 1,5 Н.

Чему равна с учетом погрешности измерений масса тела, на которое действует сила тяжести, равная 12,5 Н?

Ответ: (____ ± ____) кг.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Пучок белого света, пройдя через призму, разлагается в спектр. Была выдвинута гипотеза, что ширина спектра, получаемого на стоящем за призмой экране, зависит от геометрических размеров призмы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта нужно провести для такого исследования?



В ответ запишите номера выбранных опытов.

Ответ:

--	--

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звездах.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Расстояние до звезды (св. год)
Альтаир	8000	1,7	1,7	360
Антарес	3100	19	750	360
Бетельгейзе	3100	20	900	650
Денеб	9800	15	50	820
Капелла	5200	3	2,5	45
Полярная	6200	10	70	650
Ригель	12800	20	90	1100
Сириус	10400	3	1,7	8,7

Выберите *два* утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд и запишите их номера.

- 1) Звёзды Антарес и Бетельгейзе относятся к сверхгигантам.
- 2) Звезда Денеб, самая удаленная звезда от Солнца (из звёзд, представленных в таблице).
- 3) Звезды Капелла и Сириус принадлежат к одному спектральному классу.
- 4) Звезда Ригель является белым карликом.
- 5) Плотность Полярной звезды меньше, чем плотность Солнца.

Ответ:

--	--

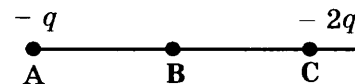
Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Скорость брошенного мяча непосредственно перед ударом о стену была вдвое больше его скорости сразу после удара. Найдите кинетическую энергию мяча перед ударом, если при ударе выделилось количество теплоты, равное 15 Дж.

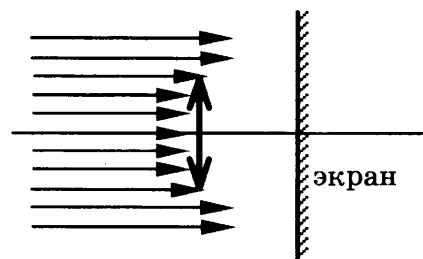
Ответ: _____ Дж.

26. Точка В находится в середине отрезка АС. Неподвижные точечные заряды $-q$ и $-2q$ ($q = 2$ нКл) расположены в точках А и С соответственно (см. рисунок). Какой положительный заряд надо поместить в точку С взамен заряда $-2q$, чтобы напряженность электрического поля в точке В увеличилась в 4 раза?



Ответ: _____ нКл.

27. Пучок параллельных световых лучей падает нормально на тонкую собирающую линзу диаметром 6 см и оптической силой 5 дптр (см. рисунок). Экран освещен неравномерно. Выделяется более освещенная часть экрана (в форме кольца). Рассчитайте внешний диаметр светлого кольца, создаваемого на экране. Экран находится на расстоянии 50 см от линзы.



Ответ: _____ см.

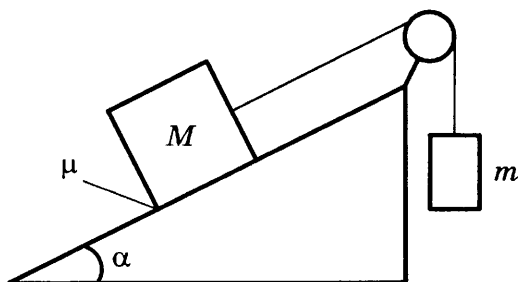
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Полное решение задач 28–32 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

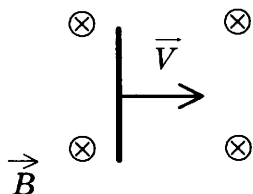
28. В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают выдвигать из сосуда. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните, опираясь на законы молекулярной физики.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Грузы массами $M = 1$ кг и m связаны легкой нерастяжимой нитью, переброшенной через блок, по которому нить может скользить без трения (см. рисунок). Груз массой M находится на шероховатой наклонной плоскости (угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 30^\circ$, коэффициент трения $\mu = 0,3$). Чему равно минимальное значение массы m , при котором система грузов еще не выходит из первоначального состояния покоя?



30. Воздушный шар объемом $V = 2500$ м³ с массой оболочки $m_{об} = 400$ кг имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. Какова максимальная масса груза m_r , который может поднять шар, если воздух в нем нагреть до температуры $t_1 = 77$ °С? Температура окружающего воздуха $t = 7$ °С, его плотность $\rho = 1,2$ кг/м³. Оболочку шара считать нерастяжимой.
31. Горизонтально расположенный проводник длиной 1 м движется равноускоренно в вертикальном однородном магнитном поле. Скорость проводника направлена горизонтально и перпендикулярно проводнику (см. рисунок). При начальной скорости проводника, равной нулю, и ускорении 8 м/с² он переместился на 1 м. Какова индукция магнитного поля, в котором двигался проводник, если ЭДС индукции на концах проводника в конце движения равна 2 В?



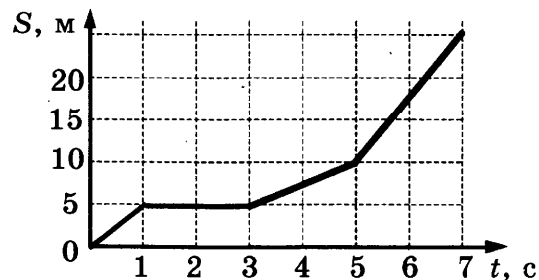
32. Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 450$ нм. Если облучать катод светом с длиной волны λ , то фототок прекращается при запирающем напряжении между анодом и катодом $U = 1,4$ В. Определите длину волны λ .

ВАРИАНТ 17

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости пути S велосипедиста от времени t . Определите скорость велосипедиста в промежуток времени от 3 с до 5 с.



Ответ: _____ м/с.

2. Масса Марса в 10 раз меньше массы Земли, а расположен он в 1,5 раза дальше от Солнца, чем Земля. Во сколько раз сила притяжения Земли к Солнцу больше силы притяжения Марса к Солнцу? (Считать, что обе планеты движутся вокруг Солнца по окружностям.)

Ответ: _____ .

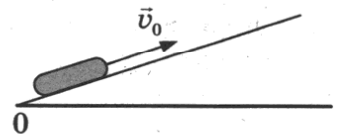
3. Легковой автомобиль и грузовик движутся со скоростями $v_1 = 108$ км/ч и $v_2 = 54$ км/ч. Масса автомобиля $m = 1000$ кг. Какова масса грузовика, если отношение импульса грузовика к импульсу легкового автомобиля равно 1,5?

Ответ: _____ кг.

4. Какова частота колебаний звуковых волн в среде, если скорость звука в этой среде $v = 500$ м/с, а длина волны $\lambda = 2$ м?

Ответ: _____ Гц.

5. После удара шайба начала скользить вверх по шероховатой наклонной плоскости с начальной скоростью \vec{v}_0 , как показано на рисунке, и после остановки соскользнула обратно. Выберите из предложенного перечня **два** утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных наблюдений, и укажите их номера.



- 1) Время движения шайбы вверх равно времени движения вниз.
- 2) Модуль максимальной скорости шайбы при движении вниз меньше v_0 .
- 3) При движении вверх и вниз работа силы трения шайбы о плоскость одинакова.
- 4) Изменение потенциальной энергии шайбы при движении до верхней точки равно кинетической энергии шайбы сразу после удара.
- 5) Модуль ускорения шайбы при движении вверх меньше, чем модуль ускорения при движении вниз.

Ответ:

--	--

6. В первой серии опытов исследовались малые свободные колебания груза на нити некоторой длины. Затем этот же груз закрепили на нити большей длины. Максимальные углы отклонения нити от вертикали в опытах одинаковые.

Как при переходе от первой серии опытов ко второй изменятся период и амплитуда (максимальное смещение от положения равновесия) свободных колебаний груза?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний	Амплитуда колебаний

7. Брусок массой m соскальзывает из состояния покоя по наклонной плоскости высотой h и длиной S . Коэффициент трения между бруском и плоскостью равен μ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) сила трения, действующая на брусок
- Б) время движения бруска

ФОРМУЛЫ

- 1) $\sqrt{2g(h - \mu\sqrt{S^2 - h^2})}$
- 2) $\frac{mg}{S}(h - \mu\sqrt{S^2 - h^2})$
- 3) $\sqrt{\frac{2S^2}{g(h - \mu\sqrt{S^2 - h^2})}}$
- 4) $\frac{\mu mg}{S}\sqrt{S^2 - h^2}$

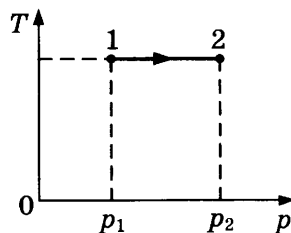
Ответ:

А	Б

8. Давление идеального газа в закрытом сосуде было равно 40 кПа. При неизменной температуре концентрацию молекул газа увеличили в 3 раза. Определите давление газа в конечном состоянии.

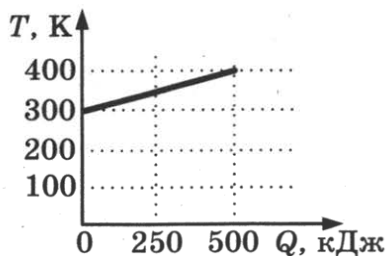
Ответ: _____ кПа.

9. На T - p -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Газ отдал 50 кДж теплоты. Масса газа не меняется. Определите работу внешних сил над газом в этом процессе, если $p_2 = 2 p_1$.



Ответ: _____ кДж.

10. На рисунке приведена зависимость температуры твердого тела от полученного им количества теплоты. Масса тела 2 кг. Какова удельная теплоемкость вещества этого тела?



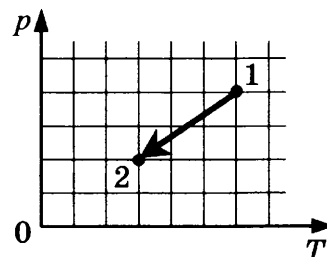
Ответ: _____ кДж/(кг·К).

11. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде с поршнем равна 40%. Объем сосуда за счет движения поршня медленно уменьшают при постоянной температуре. В конечном состоянии объем сосуда в 3 раза меньше начального. Выберите из предложенного перечня *два* утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных наблюдений, и укажите их номера.

- 1) При уменьшении объема сосуда в 2,5 раза на стенках появляется роса.
- 2) Давление пара в сосуде все время увеличивается.
- 3) В конечном и начальном состоянии масса пара в сосуде одинакова.
- 4) При уменьшении объема в 2 раза относительная влажность воздуха в сосуде стала равна 80%.
- 5) В конечном состоянии весь пар в сосуде сконденсировался.

Ответ:

12. Идеальный одноатомный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Масса газа не меняется. Как изменяются объем газа V и средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул E_k в ходе указанного процесса?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объем газа V	Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул E_k

13. На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов: $+q$ и $-q$ ($q > 0$). Как направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор напряженности суммарного электрического поля этих зарядов в точке А? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____ .

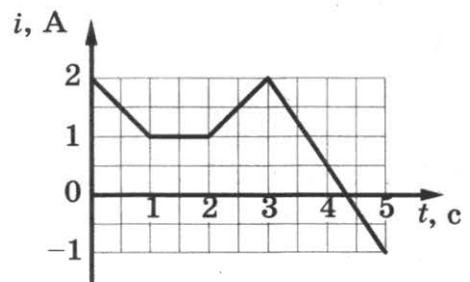
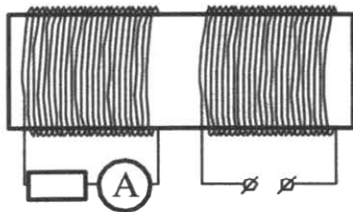
14. Участок цепи состоит из трех последовательно соединенных резисторов, сопротивления которых равны 10 Ом, 20 Ом и 30 Ом. Каким должно быть сопротивление четвертого резистора, добавленного в этот участок последовательно к первым трем, чтобы суммарное сопротивление участка увеличилось в 2 раза?

Ответ: _____ Ом.

15. Расстояние между предметом и плоским зеркалом равно 6 см. Каким будет расстояние между предметом и его изображением, если расстояние от предмета до зеркала увеличить в два раза?

Ответ: _____ см.

16. На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают ток, который меняется согласно приведенному графику. На основании этого графика выберите *два* верных утверждения. Индуктивностью катушек пренебречь.

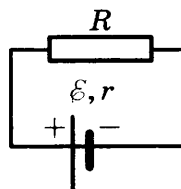


- 1) В промежутке между 1 с и 2 с показания амперметра были равны 0.
- 2) В промежутках 0–1 с и 2–3 с направления тока в левой катушке были одинаковы.
- 3) В промежутке между 1 с и 2 с индукция магнитного поля в сердечнике была равна 0.
- 4) Все время измерений сила тока через амперметр была отлична от 0.
- 5) В промежутках 0–1 с и 2–3 с сила тока в левой катушке была одинаковой.

Ответ:

--	--

17. Источник тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r сначала был замкнут на внешнее сопротивление R . Затем внешнее сопротивление увеличили. Как при этом изменятся сила тока в цепи и напряжение на внешнем сопротивлении?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока в цепи	Напряжение на внешнем сопротивлении

18. Пучок света переходит из воды в воздух. Частота световой волны — ν , длина световой волны в воде — λ , показатель преломления воды относительно воздуха — n . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) скорость света в воздухе
Б) скорость света в воде

ФОРМУЛЫ

- 1) $\lambda\nu$
2) $\frac{\lambda}{\nu}$
3) $\lambda\nu n$
4) $\frac{\lambda}{\nu} n$

Ответ:

А	Б

19. На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов, нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространенность изотопа в природе. Определите число протонов и число нейтронов в ядре самого распространенного стабильного изотопа меди.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

2	II	Li ЛИТИЙ 7 ₉₃ 6,7 ₄	3	Be БЕРИЛЛИЙ 9 ₁₀₀	4	5	В БОР 11 ₉₀ 10 ₂₀
3	III	Na НАТРИЙ 23 ₁₀₀	11	Mg МАГНИЙ 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	12	13	Al АЛЮМИНИЙ 27 ₁₀₀
4	IV	K КАЛИЙ 39 ₉₃ 41 _{6,7}	19	Ca КАЛЬЦИЙ 40 ₉₇ 44 _{2,1}	20	Sc СЦИЛНИЙ 45 ₁₀₀	21
	V	29 МЕДЬ 63 ₆₉ 65 ₃₁	Сu	30 ЦИНК 64 ₄₉ 66 ₂₈ 68 ₁₉	Zn	31 ГАЛЛИЙ 69 ₆₉ 71 ₃₀	Ga

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Модуль импульса фотона в первом пучке света в 2 раза больше, чем во втором пучке. Чему равно отношение частоты света в первом пучке к частоте света во втором пучке?

Ответ: _____ .

21. В опыте по изучению фотоэффекта металлическая пластина облучалась светом с частотой ν . Работа выхода электронов из металла равна $A_{\text{вых}}$. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме, m_e — масса электрона). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) красная граница фотоэффекта $\lambda_{\text{кр}}$
Б) максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{hc}{A_{\text{вых}}}$
2) $\frac{h\nu}{A_{\text{вых}}}$
3) $\frac{2}{m_e} \sqrt{h\nu - A_{\text{вых}}}$
4) $h\nu - A_{\text{вых}}$

Ответ:

А	Б

22. При определении массы масла плотностью $0,8 \text{ г/см}^3$ ученик измерил объем масла с использованием мерного цилиндра: $V = (15,0 \pm 0,5) \text{ см}^3$. Запишите в ответ массу масла с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) г.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Ученик изучает свойства силы трения скольжения. В его распоряжении имеются установки, состоящие из горизонтальной опоры и сплошного тела. Параметры установок приведены в таблице.

Какие из установок нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость коэффициента трения от массы тела?

№ установки	Материал опоры	Объем сплошного тела	Материал, из которого сделано тело
1	сталь	25 см^3	сталь
2	сталь	50 см^3	сталь
3	сталь	25 см^3	алюминий
4	чугун	25 см^3	сталь
5	чугун	50 см^3	медь

В ответе запишите номера выбранных установок.

Ответ:

--	--

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звездах.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Расстояние до звезды (св. год)
Альтаир	8000	1,7	1,7	360
Антарес	3100	19	750	360
Бетельгейзе	3100	20	900	650
Денеб	9800	15	50	820
Капелла	5200	3	2,5	45
Полярная	6200	10	70	650
Ригель	12800	20	90	1100
Сириус	10400	3	1,7	8,7

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд и запишите их номера.

- 1) Полярная звезда относится к сверхгигантам.
- 2) Звезды Антарес и Бетельгейзе относятся к одному спектральному классу.
- 3) Размер Полярной звезды в 2 раза меньше, чем звезды Ригель.
- 4) Звезда Ригель, самая удаленная звезда от Солнца (из звезд, представленных в таблице).
- 5) Плотность звезды Альтаир в 1,7 раза больше, чем плотность Солнца.

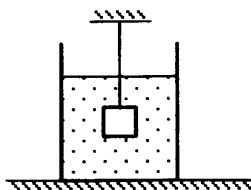
Ответ:

--	--

Часть 2

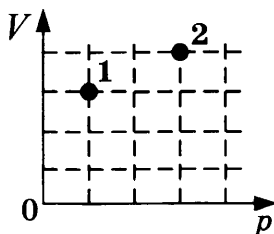
Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Груз массой $m = 2,0$ кг, подвешенный на тонкой нити, целиком погружен в воду и не касается дна сосуда (см. рисунок). Модуль силы натяжения нити $T = 13$ Н. Найдите объем груза.



Ответ: _____ л.

26. В сосуде находится 1 моль идеального одноатомного газа. В состоянии 1 температура газа равна 100 К. Определите внутреннюю энергию газа в состоянии 2 (см. рис.). Ответ приведите в кДж, округлив до целых.



Ответ: _____ кДж.

27. Две частицы с одинаковыми зарядами и отношением масс $\frac{m_2}{m_1} = 2$ влетели в однородные магнитные поля, векторы магнитной индукции которых перпендикулярны скорости частиц: первая — в поле с индукцией B_1 , вторая — в поле с индукцией B_2 . Найдите отношение кинетических энергий частиц $\frac{W_2}{W_1}$, если радиусы их траекторий одинаковы, отношение модулей магнитных индукций $\frac{B_2}{B_1} = 2$.

Ответ: _____ .

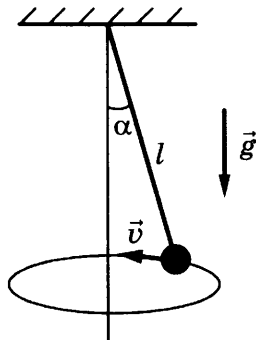
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28. Маленький незаряженный шарик, подвешенный на непроводящей нити, помещен над горизонтальной металлической пластиной, равномерно заряженной положительным зарядом. Размеры пластины во много раз превышают длину нити. Опираясь на законы механики и электродинамики, объясните, как изменится частота малых свободных колебаний шарика, если ему сообщить отрицательный заряд.

Полное правильное решение каждой из задач 28–31 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Небольшой груз, прикрепленный к нити длиной $l = 15$ см, вращается вокруг вертикальной оси так, что нить отклоняется от вертикали на угол $\alpha = 60^\circ$. С какой скоростью движется груз?



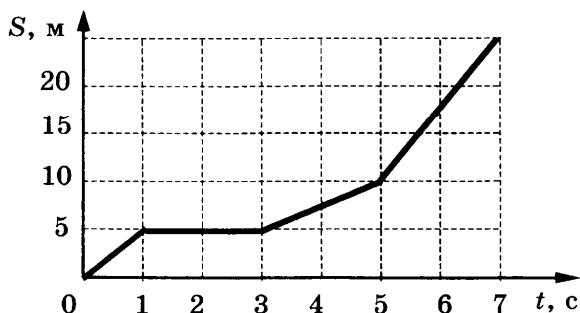
30. В сосуде под поршнем находился воздух с относительной влажностью $\varphi = 40\%$. Объем воздуха изотермически уменьшили в 5 раз. Какая часть α водяных паров сконденсировалась после сжатия?
31. Колебательный контур радиоприемника настроен на длину волны $\lambda = 500$ м. Индуктивность катушки контура $L = 3$ мкГн. В контуре используется плоский воздушный конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 1$ мм. Максимальная напряженность электрического поля конденсатора в ходе колебаний $E_{\max} = 3$ В/м. Каков максимальный ток в катушке индуктивности?
32. Определите коэффициент полезного действия атомной электростанции, расходующей за неделю уран-235 (${}_{92}^{235}\text{U}$) массой 1,4 кг, если ее мощность равна 38 МВт. При делении одного ядра урана-235 выделяется энергия 200 МэВ.

ВАРИАНТ 18

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости пути S велосипедиста от времени t . Определите скорость велосипедиста в промежуток времени от 1 с до 3 с.



Ответ: _____ м/с.

2. Во сколько раз уменьшится сила притяжения спутника к Земле, если и массу спутника, и расстояние от него до центра Земли увеличить в 2 раза?

Ответ: _____ .

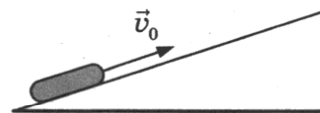
3. Легковой автомобиль и грузовик массами $m = 1000$ кг и $M = 5000$ кг движутся с постоянными скоростями. Отношение импульса грузовика к импульсу автомобиля равно 2, скорость автомобиля равна $v_1 = 110$ км/ч. Какова скорость грузовика?

Ответ: _____ км/ч.

4. Какова длина звуковой волны в среде, если скорость звука в этой среде $v = 600$ м/с, а частота колебаний $\nu = 200$ Гц?

Ответ: _____ м.

5. После удара шайба начала скользить вверх по шероховатой наклонной плоскости с начальной скоростью \vec{v}_0 , как показано на рисунке, и после остановки соскользнула обратно.



Выберите из предложенного перечня **два** утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных наблюдений, и укажите их номера.

- 1) Время движения шайбы вверх меньше, чем время ее движения вниз.
- 2) Модуль максимальной скорости шайбы при движении вниз равен v_0 .
- 3) При движении вверх и вниз модуль работы силы тяжести, действующей на шайбу, одинаков.
- 4) Изменение потенциальной энергии шайбы при движении от точки удара до верхней точки больше кинетической энергии шайбы сразу после удара.
- 5) Модуль ускорения шайбы при движении вверх равен модулю ускорения при движении вниз.

Ответ:

--	--

6. В первой серии опытов исследовались малые свободные колебания груза на нити некоторой длины. Затем этот же груз закрепили на нити меньшей длины. Максимальные углы отклонения нити от вертикали в опытах одинаковые. Как при переходе от первой серии опытов ко второй изменятся частота и амплитуда (максимальное смещение от положения равновесия) свободных колебаний груза?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота колебаний	Амплитуда колебаний

7. Брусок массой m соскальзывает из состояния покоя по наклонной плоскости высотой h и длиной S . Коэффициент трения между бруском и плоскостью равен μ .

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль силы нормального давления бруска на плоскость
- Б) модуль ускорения бруска

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{mg}{S} \sqrt{S^2 - h^2}$
- 2) $\frac{mg}{S} (h - \mu \sqrt{S^2 - h^2})$
- 3) $\frac{g}{S} (h - \mu \sqrt{S^2 - h^2})$
- 4) $\frac{\mu mg}{S} \sqrt{S^2 - h^2}$

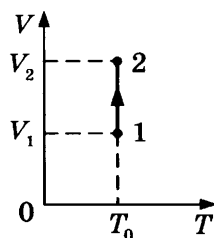
Ответ:

А	Б

8. Давление идеального газа в закрытом сосуде было равно 40 кПа. Концентрацию молекул газа уменьшили в 2 раза, одновременно увеличив его температуру в 3 раза. Определите давление газа в конечном состоянии.

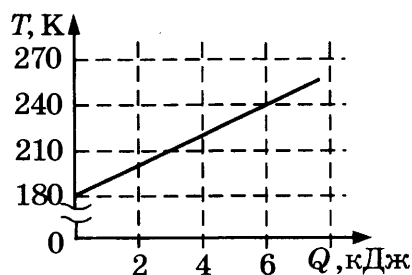
Ответ: _____ кПа.

9. На $V-T$ -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Газ получил 40 кДж теплоты. Масса газа не меняется. Определите работу газа в этом процессе, если $V_2 = 2V_1$.



Ответ: _____ кДж.

10. На графике представлена зависимость температуры тела от подводимого к нему количества теплоты. Масса тела 0,2 кг. Чему равна удельная теплоемкость вещества в этом процессе?



Ответ: _____ Дж/(кг·К).

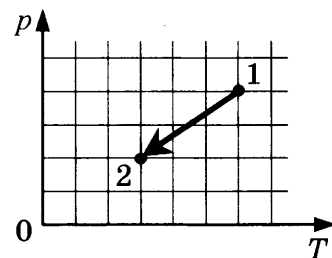
11. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде с поршнем равна 50%. Объем сосуда за счет движения поршня медленно уменьшают при постоянной температуре. В конечном состоянии объем сосуда в 4 раза меньше начального.

Выберите из предложенного перечня *два* утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных наблюдений, и укажите их номера.

- 1) Плотность пара в сосуде все время увеличивается.
- 2) Давление пара сначала увеличивается, а затем остается постоянным.
- 3) В конечном состоянии весь пар в сосуде сконденсировался.
- 4) После уменьшения объема в 3 раза относительная влажность воздуха в сосуде равна 150%.
- 5) В конечном состоянии масса пара в сосуде в 2 раза меньше начальной массы пара.

Ответ:

12. Идеальный одноатомный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. диаграмму). Масса газа не меняется. Как изменяются плотность газа ρ и его внутренняя энергия U в ходе указанного на диаграмме процесса?



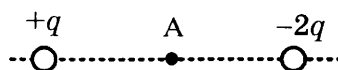
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Плотность газа	Внутренняя энергия

13. На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов $+q$ и $-2q$ ($q > 0$). Как направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор напряженности суммарного электрического поля этих зарядов в точке А? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

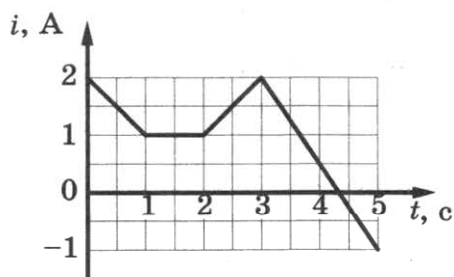
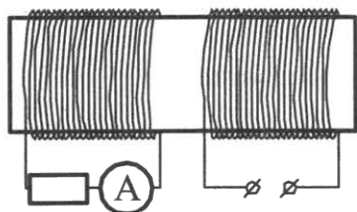
14. Участок цепи состоит из четырех последовательно соединенных резисторов, сопротивления которых равны 1 Ом, 2 Ом, 3 Ом и 4 Ом. Каким должно быть сопротивление пятого резистора, добавленного в этот участок последовательно к первым четырем, чтобы суммарное сопротивление участка увеличилось в 3 раза?

Ответ: _____ Ом.

15. Расстояние между предметом и его изображением в плоском зеркале равно 10 см. Каким будет расстояние между предметом и его изображением, если расстояние от предмета до зеркала увеличить на 2 см?

Ответ: _____ см.

16. На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают ток, который меняется согласно приведенному графику. На основании этого графика выберите **два** верных утверждения. Индуктивностью катушек пренебречь.

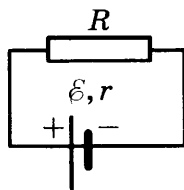


- 1) В промежутке между 1 с и 2 с ЭДС индукции в левой катушке равна 0.
- 2) В промежутках 0–1 с и 3–5 с направления тока в левой катушке были одинаковы.
- 3) В промежутке между 1 с и 2 с индукция магнитного поля в сердечнике была равна 0.
- 4) Сила тока через амперметр была отлична от 0 только в промежутках 0–1 с и 3–5 с.
- 5) Сила тока в левой катушке в промежутке 0–1 с была больше, чем в промежутке 2–3 с.

Ответ:

--	--

17. Источник тока с ЭДС ε и внутренним сопротивлением r сначала был замкнут на внешнее сопротивление R . Затем внешнее сопротивление уменьшили. Как при этом изменятся сила тока в цепи и напряжение на источнике?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока в цепи	Напряжение на источнике

18. Пучок света переходит из воды в воздух. Частота световой волны — ν , длина световой волны в воздухе — λ , показатель преломления воды относительно воздуха — n . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) длина волны в воде
Б) скорость света в воде

ФОРМУЛЫ

- 1) $\lambda\nu$
2) $\frac{\lambda}{n}$
3) $\lambda\nu n$
4) $\frac{\lambda\nu}{n}$

Ответ:

А	Б

19. На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов, нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространенность изотопа в природе. Определите число протонов и число нейтронов в ядре самого распространенного стабильного изотопа кальция.

2	II	Li ЛИТИЙ 7 ₀₃ 6 _{7,4}	3	Be БЕРИЛЛИЙ 9 ₁₀₀	4	5	B БОР 11 ₈₀ 10 ₂₀	В
		Na НАТРИЙ 23 ₁₀₀	11	Mg МАГНИЙ 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	12	13	Al АЛЮМИНИЙ 27 ₁₀₀	АI
4	IV	K КАЛИЙ 39 ₀₃ 41 ₀₇	19	Ca КАЛЬЦИЙ 40 ₀₇ 44 _{2,1}	20	Sc СКАНДИЙ 45 ₁₀₀	21	
	V	29	Cu МЕДЬ 63 ₀₉ 65 ₃₁	30	Zn ЦИНК 64 ₄₀ 66 ₂₈ 68 ₁₉	31	Ga ГАЛЛИЙ 69 ₀₀ 71 ₄₀	

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Модуль импульса фотона в первом пучке света в 2 раза больше, чем во втором пучке. Чему равно отношение периода колебаний электрического поля в первом пучке света к периоду колебаний этого поля во втором пучке?

Ответ: _____ .

21. В опыте по изучению фотоэффекта металлическая пластина облучалась светом с частотой ν . Работа выхода электронов из металла равна $A_{\text{вых}}$. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме, m_e — масса электрона, e — модуль заряда электрона). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль запирающего напряжения $U_{\text{зап}}$
 Б) максимальная скорость фотоэлектронов

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{hc}{eA_{\text{вых}}}$
 2) $\frac{h\nu}{A_{\text{вых}}}$
 3) $\sqrt{\frac{2}{m_e}(h\nu - A_{\text{вых}})}$
 4) $\frac{h\nu - A_{\text{вых}}}{e}$

Ответ:

А	Б

22. При определении скорости v равномерно прямолинейно движущейся тележки ученик измерил время движения по очень точному электронному секундомеру: $t = 10,00$ с. Пройденный тележкой за это время путь был измерен с помощью рулетки: $S = 150 \pm 1$ см. Запишите в ответ модуль скорости тележки с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) см/с.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Ученик изучает свойства силы трения скольжения. В его распоряжении имеются установки, состоящие из горизонтальной опоры и сплошного тела. Параметры установок приведены в таблице.

Какие из установок нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость коэффициента трения от материала опоры?

№ установки	Материал опоры	Объем сплошного тела	Материал, из которого сделано тело
1	сталь	25 см ³	сталь
2	сталь	50 см ³	сталь
3	сталь	25 см ³	алюминий
4	чугун	25 см ³	сталь
5	чугун	50 см ³	медь

В ответе запишите номера выбранных установок.

Ответ:

--	--

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звездах.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Расстояние до звезды (св. год)
Альтаир	8000	1,7	1,7	360
Антарес	3100	19	750	360
Бетельгейзе	3100	20	900	650
Денеб	9800	15	50	820
Капелла	5200	3	2,5	45
Полярная	6200	10	70	650
Ригель	12800	20	90	1100
Сириус	10400	3	1,7	8,7

Выберите *два* утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд и запишите их номера.

- 1) Плотность звезды Денеб составляет 0,00012 от плотности Солнца.
- 2) Звезды Полярная и Бетельгейзе находятся на одинаковом расстоянии от Солнца, поэтому их видимые размеры одинаковы.
- 3) Звезды Капелла и Денеб принадлежат к одному спектральному классу.
- 4) Звезда Сириус, самая близкая к Солнцу звезда (из звезд, представленных в таблице).
- 5) Звезды Альтаир и Сириус имеют одинаковые размеры, поэтому их светимость одинакова.

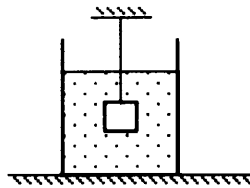
Ответ:

--	--

Часть 2

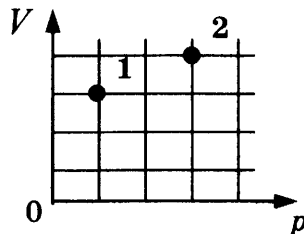
Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Груз объемом $V = 1$ л, подвешенный на тонкой нити, целиком погружен в воду и не касается дна сосуда (см. рисунок). Модуль силы натяжения нити $T = 15$ Н. Найдите массу груза.



Ответ: _____ кг.

26. В сосуде находится 1 моль одноатомного идеального газа. В состоянии 2 температура газа равна 600 К. Определите внутреннюю энергию газа в состоянии 1 (см. рисунок). Ответ запишите в кДж, округлив до целых.



Ответ: _____ кДж.

27. Две частицы с одинаковыми зарядами и отношением масс $\frac{m_2}{m_1} = 4$ влетели в однородные магнитные поля, векторы магнитной индукции которых перпендикулярны скоростям частиц: первая — в поле с индукцией B_1 , вторая — в поле с индукцией B_2 . Найдите отношение времен $\frac{T_2}{T_1}$, затраченных частицами на один оборот, если радиусы их траекторий одинаковы, а отношение модулей магнитных индукций $\frac{B_2}{B_1} = 2$.

Ответ: _____.

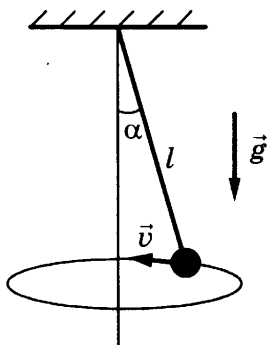
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. Маленький незаряженный шарик, подвешенный на непроводящей нити, помещен над горизонтальной металлической пластиной, равномерно заряженной отрицательным зарядом. Размеры пластины во много раз превышают длину нити. Опираясь на законы механики и электродинамики, объясните, как изменится период малых свободных колебаний шарика, если ему сообщить положительный заряд.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Небольшой груз, прикрепленный к нити длиной $l = 20$ см, вращается вокруг вертикальной оси так, что нить отклоняется от вертикали на угол $\alpha = 30^\circ$. Определите период T вращения груза.



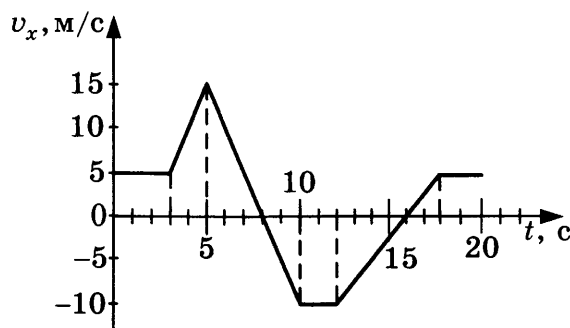
30. В сосуде под поршнем находился воздух с относительной влажностью $\varphi = 80\%$. Объем воздуха изотермически уменьшили в 3 раза. Какая масса m_0 водяных паров была в сосуде, если после сжатия в нем осталось $m_1 = 10$ г водяных паров?
31. Колебательный контур радиоприемника настроен на частоту $\nu = 10^7$ Гц. Емкость плоского воздушного конденсатора контура $C = 0,2$ мкФ, расстояние между его пластинами $d = 1$ мм. Какова максимальная напряженность электрического поля конденсатора E_{\max} в ходе колебаний, если максимальный ток в катушке индуктивности равен $I_{\max} = 1$ А?
32. Коэффициент полезного действия атомной электростанции, расходующей уран-235 (${}_{92}^{235}\text{U}$), равен $\eta = 25\%$, а ее мощность равна 38 МВт. При делении одного ядра урана-235 выделяется энергия 200 МэВ. Какая масса урана-235 необходима для работы электростанции в течение недели?

ВАРИАНТ 19

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела на ось Ox от времени. Определите проекцию ускорения тела на ось Ox в промежуток времени от 12 с до 16 с.

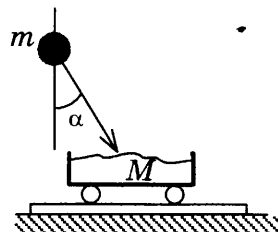


Ответ: _____ м/с².

2. Камень массой 100 г брошен вертикально вверх с начальной скоростью $v = 20$ м/с. Определите модуль силы тяжести, действующей на камень в момент броска.

Ответ: _____ Н.

3. Камень массой $m = 4$ кг падает под углом $\alpha = 30^\circ$ к вертикали со скоростью 10 м/с в тележку с песком общей массой $M = 16$ кг, покоящуюся на горизонтальных рельсах. Определите скорость тележки с камнем после падения в нее камня.

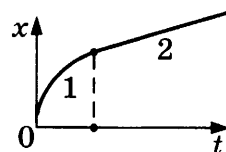


Ответ: _____ м/с.

4. Пружинный маятник совершает гармонические колебания с периодом 0,5 с. В момент времени $t = 0$ отклонение груза маятника от положения равновесия максимально. Сколько раз кинетическая энергия маятника достигнет своего максимального значения к моменту времени $t = 2$ с?

Ответ: _____.

5. Бусинка скользит по неподвижной горизонтальной спице. На графике изображена зависимость координаты бусинки от времени. Ось Ox параллельна спице. На основании графика выберите **два** верных утверждения о движении бусинки.

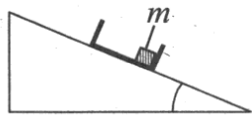


- 1) На участке 1 модуль скорости уменьшается, а на участке 2 — увеличивается.
- 2) На участке 1 модуль скорости увеличивается, а на участке 2 — уменьшается.
- 3) На участке 2 проекция ускорения a_x бусинки положительна.
- 4) На участке 1 модуль скорости уменьшается, а на участке 2 — остается неизменным.
- 5) Направление движения бусинки не изменялось.

Ответ:

--	--

6. С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением легкая коробочка, в которой находится груз массой m (см. рисунок). Как изменятся время движения по наклонной плоскости и модуль работы силы тяжести, если с той же наклонной плоскости будет скользить та же коробочка с грузом массой $2m$?



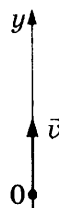
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

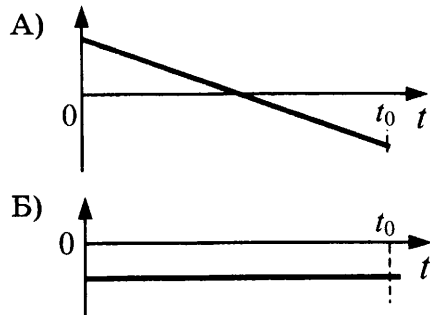
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Время движения	Модуль работы силы тяжести

7. В момент времени $t = 0$ шарик бросили вертикально вверх с начальной скоростью \vec{v} (см. рисунок). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять (t_0 — время полета). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата шарика y
- 2) проекция скорости шарика v_y
- 3) проекция ускорения шарика a_y
- 4) модуль силы тяжести, действующей на шарик

Ответ:

А	Б

8. Давление идеального газа в сосуде с жесткими стенками при температуре $t = 27^\circ\text{C}$ равно $p = 90$ кПа. Каким будет давление в сосуде, если газ нагреть до температуры 127°C ?

Ответ: _____ кПа.

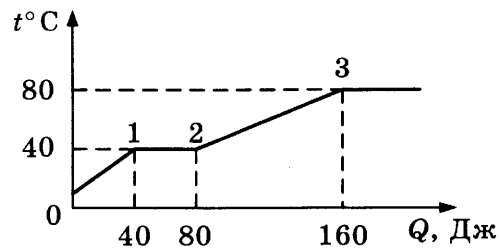
9. Температура нагревателя 500 К, температура холодильника на 200 К меньше, чем у нагревателя. Чему равен максимально возможный КПД теплового двигателя, работающего с этими нагревателем и холодильником?

Ответ: _____ %.

10. Какое количество теплоты нужно сообщить $1,5$ кг воды, нагретым до температуры 100°C , чтобы она полностью выкипела?

Ответ: _____ МДж.

11. В цилиндре под поршнем находится твердое вещество. Цилиндр поместили в раскаленную печь. На рисунке показан график изменения температуры t вещества по мере поглощения им количества теплоты Q . Выберите из предложенного перечня *два* утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных наблюдений, и укажите их номера.



- 1) Температура плавления вещества равна 80°C .
- 2) В состоянии 2 вещество полностью расплавилось.
- 3) Теплоемкость вещества в жидком состоянии меньше, чем в твердом.
- 4) Для того, чтобы полностью расплавить вещество, уже находящееся при температуре плавления, ему надо передать 40 Дж теплоты.
- 5) На участке 2–3 происходит переход вещества в газообразное состояние.

Ответ:

--	--

12. В сосуде находится идеальный одноатомный газ, концентрация которого равна n . Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа равна E . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (k — постоянная Больцмана).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) давление газа p
 Б) температура T

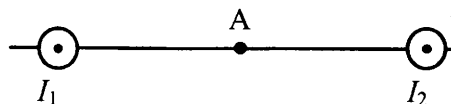
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{2}{3} nE$
- 2) $\frac{2E}{3k}$
- 3) $\frac{3E}{2k}$
- 4) $\frac{2}{3} nkE$

Ответ:

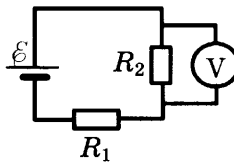
А	Б

13. Магнитное поле $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ создано в точке А двумя параллельными длинными проводниками с токами I_1 и $I_2 > I_1$, расположенными перпендикулярно плоскости чертежа. Как направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор индукции магнитного поля в точке А? Точка А расположена на середине отрезка, соединяющего провода. Ответ запишите словом (словами).



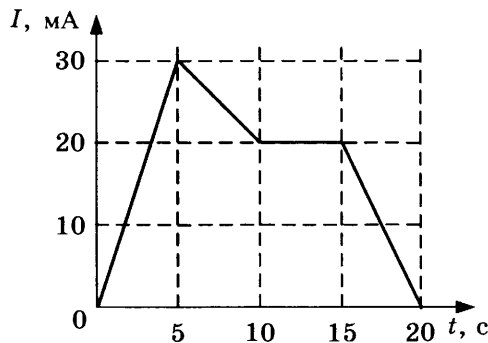
Ответ: _____.

14. В схеме, изображенной на рисунке, ЭДС источника тока равна 6 В, его внутреннее сопротивление пренебрежимо мало, а сопротивления резисторов $R_1 = R_2 = 2 \text{ Ом}$. Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?



Ответ: _____ В.

15. На рисунке приведен график зависимости силы тока I от времени t в электрической цепи, индуктивность которой 1 мГн. Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале времени от 10 с до 15 с.



Ответ: _____ В.

16. В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялся заряд одной из обкладок конденсатора в колебательном контуре с течением времени.

$t, 10^{-6} \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-9} \text{ Кл}$	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

Выберите **два** верных утверждения о процессе, происходящем в контуре.

- 1) Период колебаний равен $8 \cdot 10^{-6} \text{ с}$.
- 2) В момент $t = 4 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ энергия конденсатора минимальна.
- 3) В момент $t = 2 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ сила тока в контуре максимальна.
- 4) В момент $t = 6 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ сила тока в контуре равна 0.
- 5) Частота колебаний равна 25 кГц.

Ответ:

--	--

17. К концам длинного однородного проводника приложено напряжение U . Провод укоротили вдвое и приложили к нему прежнее напряжение U . Как изменятся при этом сила тока и сопротивление проводника?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока	Сопротивление проводника

18. В опыте нить накала лампочки расположена вблизи главной оптической оси тонкой линзы с фокусным расстоянием F перпендикулярно этой оси. Расстояние от линзы до нити равно $2F$. Сначала в опыте использовали рассеивающую линзу, а затем — собирающую. Установите соответствие между видом линзы, использовавшейся в опыте, и свойствами изображения. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВИД ЛИНЗЫ

А) линза рассеивающая

Б) линза собирающая

СВОЙСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ

1) действительное, перевернутое, равное по размерам

2) мнимое, прямое, уменьшенное

3) действительное, увеличенное, перевернутое

4) мнимое, увеличенное, перевернутое

Ответ:

А	Б

19. Определите число протонов и число нейтронов в ядре, которое образовалось из ядра радиоактивного полония ${}_{84}^{218}\text{Po}$ после одного α -распада и двух электронных β -распадов.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. В образце имеется $2 \cdot 10^{10}$ ядер радиоактивного изотопа цезия ${}_{55}^{137}\text{Cs}$, имеющего период полураспада 26 лет. Через сколько лет останутся нераспавшимися $0,25 \cdot 10^{10}$ ядер данного изотопа?

Ответ: _____ лет.

21. При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент освещался через различные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только фиолетовый свет, а во второй — только желтый.

Как изменяются длина световой волны и запирающее напряжение при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

1) увеличивается

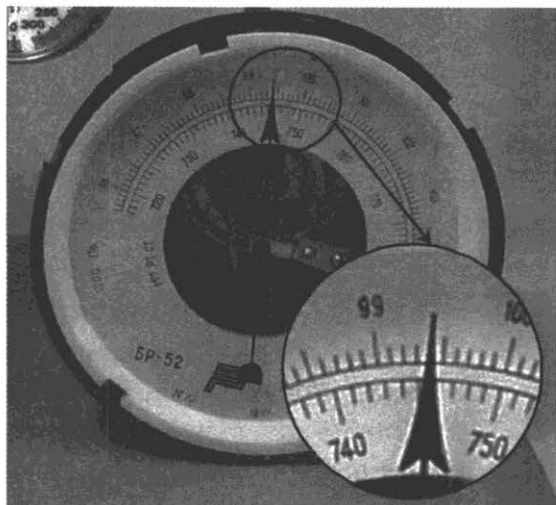
2) уменьшается

3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина световой волны, падающей на фотоэлемент	Запирающее напряжение

22. С помощью барометра проводились измерения атмосферного давления. Верхняя шкала барометра проградуирована в кПа, а нижняя шкала — в мм рт. ст. Погрешность измерений давления равна цене деления шкалы барометра.

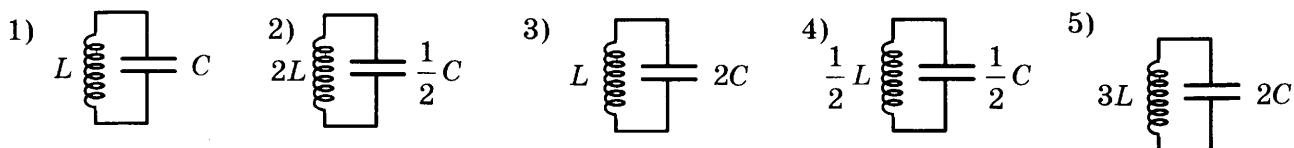


Запишите в ответ величину атмосферного давления, выраженного в кПа, с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) кПа.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Ученик изучает зависимость периода электромагнитных колебаний в контуре от емкости конденсатора. Какие два контура он должен выбрать для этого исследования?



В ответе запишите номера выбранных контуров.

Ответ:

24. В таблице приведена выборочная характеристика планет земной группы. Выберите **два** верных утверждения из пяти приведённых ниже, и запишите их номера.

Название планеты	Меркурий	Венера	Земля	Марс
Расстояние до Солнца, млн км	57,9	108,2	149,6	227,9
Наклонение орбиты, градусы	7,005	3,395	0,0002	1,850
Эксцентриситет	0,206	0,007	0,017	0,093
Период обращения вокруг своей оси, сутки	58,6	243,0	1,0	1,0
Орбитальная скорость, км/с	47,9	35,0	29,8	24,1
Наклон экватора к орбите, градус	0,01	177,46	23,4	25,2
Число спутников, шт.	-	-	1	2

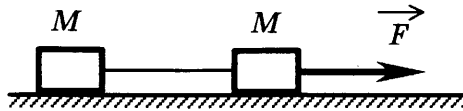
- 1) Марс движется вокруг Солнца по круговой орбите.
- 2) Период обращения Венеры вокруг Солнца больше периода обращения Меркурия вокруг Солнца примерно в 2,5 раза.
- 3) Самой большой скоростью движения по орбите обладает Марс.
- 4) Один оборот вокруг Солнца Венера делает примерно за 500 земных суток.
- 5) Ось вращения Меркурия практически перпендикулярна его орбите.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Два груза одинаковой массы M , связанные нерастяжимой и невесомой нитью, движутся прямолинейно по гладкой горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы \vec{F} , приложенной к одному из грузов (см. рисунок). Минимальная сила F , при которой нить обрывается, равна 12 Н. При какой силе натяжения обрывается нить?



Ответ: _____ Н.

26. Для охлаждения лимонада массой 200 г в него бросают кубики льда при 0°C . Масса каждого кубика 8 г. Первоначальная температура лимонада 30°C . Сколько целых кубиков надо бросить в лимонад, чтобы установилась температура 15°C ? Тепловыми потерями пренебречь. Удельная теплоемкость лимонада такая же, как у воды.

Ответ: _____ .

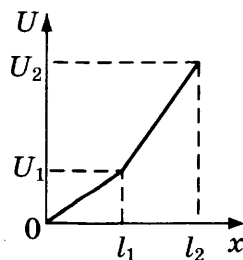
27. Красная граница фотоэффекта исследуемого металла соответствует длине волны $\lambda_{\text{кр}} = 600$ нм. Какова длина волны света, выбивающего из него фотоэлектроны, максимальная кинетическая энергия которых в 3 раза меньше энергии падающих фотонов?

Ответ: _____ нм.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

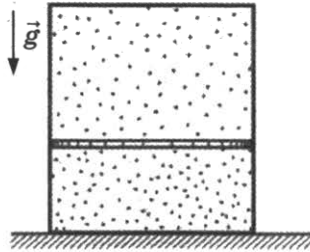
Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28. Цилиндрический проводник постоянного поперечного сечения и длиной $l = l_2$ включен в цепь постоянного тока. К нему подключают вольтметр таким образом, что одна из клемм вольтметра все время подключена к началу проводника, а вторая может перемещаться вдоль проводника. На рисунке приведена зависимость показаний вольтметра U от расстояния x до начала проводника. Как зависит от x удельное сопротивление проводника? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали.



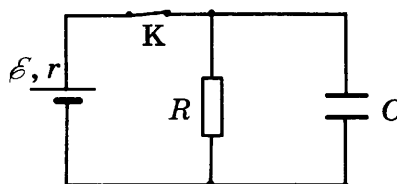
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Маленький шарик падает сверху на наклонную плоскость и упруго отражается от нее. Угол наклона плоскости к горизонту равен 30° . На какое расстояние по горизонтали перемещается шарик между первым и вторым ударами о плоскость? Скорость шарика в момент первого удара направлена вертикально вниз и равна 1 м/с .



30. Вертикально расположенный замкнутый цилиндрический сосуд высотой 50 см разделен подвижным поршнем массой 11 кг на две части, в каждой из которых содержится одинаковое количество идеального газа при температуре 361 К . Сколько молей газа находится в каждой части цилиндра, если поршень находится на высоте 20 см от дна сосуда? Толщиной поршня пренебречь.
31. Условимся считать изображение на пленке фотоаппарата резким, если вместо идеального изображения в виде точки на пленке получается изображение пятна диаметром не более некоторого предельного значения. Поэтому если объектив находится на фокусном расстоянии от пленки, то резкими считаются не только бесконечно удаленные предметы, но и все предметы, находящиеся дальше некоторого расстояния d . Оцените предельный размер пятна, если при фокусном расстоянии объектива $F = 50 \text{ мм}$ и диаметре входного отверстия $D = 5 \text{ мм}$ резкими оказались все предметы, находившиеся на расстояниях более $d = 5 \text{ м}$ от объектива. Сделайте рисунок, поясняющий образование пятна.

32. В электрической схеме, показанной на рисунке, ключ K замкнут. Заряд конденсатора $q = 2 \text{ мкКл}$, ЭДС батарейки $\mathcal{E} = 24 \text{ В}$, ее внутреннее сопротивление $r = 5 \text{ Ом}$, сопротивление резистора $R = 25 \text{ Ом}$. Найдите количество теплоты, которое выделяется на резисторе после размыкания ключа K в результате разряда конденсатора. Потерями на излучение пренебречь.

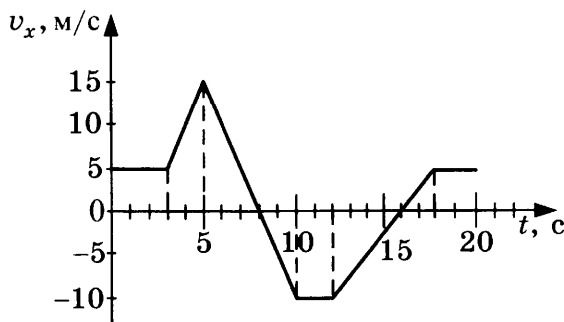


ВАРИАНТ 20

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела на ось Ox от времени. Чему равна проекция ускорения тела на ось Ox в промежуток времени от 5 с до 10 с?

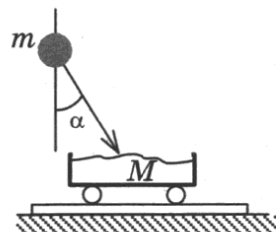


Ответ: _____ м/с².

2. Камень массой 100 г брошен под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту с начальной скоростью $v = 10$ м/с. Чему равен модуль силы тяжести, действующей на камень в момент броска?

Ответ: _____ Н.

3. Камень падает под углом $\alpha = 30^\circ$ к вертикали со скоростью $v = 10$ м/с в тележку с песком общей массой $M = 18$ кг, покоящуюся на горизонтальных рельсах. Скорость тележки с камнем после падения в нее камня равна 0,5 м/с. Определите массу камня.

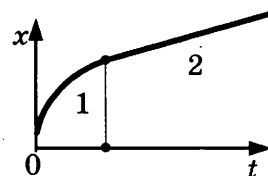


Ответ: _____ кг.

4. Математический маятник совершает гармонические колебания с периодом 2 с. В момент времени $t = 0$ груз маятника проходит положение равновесия. Сколько раз потенциальная энергия маятника достигнет своего максимального значения к моменту времени $t = 4$ с?

Ответ: _____.

5. Бусинка скользит по неподвижной горизонтальной спице. На графике изображена зависимость координаты бусинки от времени. Ось Ox параллельна спице. На основании графика выберите **два** верных утверждения о движении бусинки.

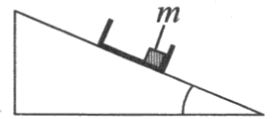


- 1) На участке 1 проекция ускорения a_x бусинки отрицательна.
- 2) На участке 1 модуль скорости остается неизменным, а на участке 2 — уменьшается.
- 3) На участке 1 модуль скорости увеличивается, а на участке 2 — уменьшается.
- 4) На участке 1 модуль скорости уменьшается, а на участке 2 — остается неизменным.
- 5) В процессе движения вектор скорости бусинки менял направление на противоположное.

Ответ:

--	--

6. С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением легкая коробочка, в которой находится груз массой m (см. рисунок). Как изменятся ускорение коробочки и модуль работы силы трения, если с той же наклонной плоскости будет скользить та же коробочка с грузом массой $\frac{m}{2}$?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

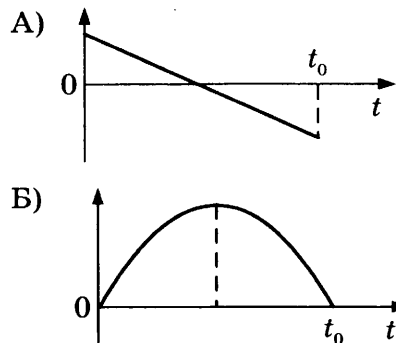
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ускорение	Модуль работы силы трения

7. В момент $t = 0$ шарик бросили вертикально вверх с начальной скоростью \vec{v} (см. рисунок). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять (t_0 — время полета). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата шарика y
- 2) проекция скорости шарика v_y
- 3) проекция ускорения шарика a_y
- 4) проекция F_y силы тяжести, действующей на шарик

Ответ:

А	Б

8. Давление идеального газа в сосуде объемом $V = 1$ л равно $p = 90$ кПа. Каким будет давление в сосуде, если объем сосуда изотермически увеличить в 2 раза?

Ответ: _____ кПа.

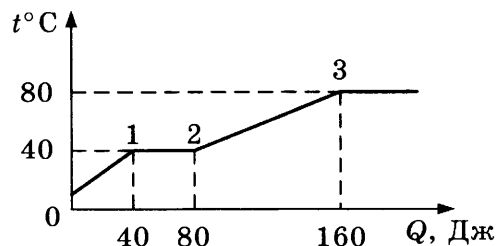
9. Температура нагревателя теплового двигателя, работающего по циклу Карно, 327 °С, температура холодильника 27 °С. Чему равен КПД теплового двигателя?

Ответ: _____ %.

10. Какое количество теплоты нужно 100 г льда, имеющему температуру 0 °С, чтобы он полностью растаял?

Ответ: _____ кДж.

11. В цилиндре под поршнем находится твердое вещество. Цилиндр поместили в раскаленную печь. На рисунке показан график изменения температуры t вещества по мере поглощения им количества теплоты Q . Выберите из предложенного перечня **два** утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных наблюдений, и укажите их номера.



- 1) Температура кипения вещества равна 80°C .
- 2) В состоянии 1 вещество полностью расплавилось.
- 3) Теплоемкость вещества в жидком состоянии больше, чем в твердом.
- 4) Для того, чтобы полностью расплавить вещество, уже находящееся при температуре плавления, ему надо передать 80 Дж теплоты.
- 5) На участке 2–3 происходит переход вещества в жидкое состояние.

Ответ:

--	--

12. В сосуде при температуре T находится идеальный одноатомный газ, концентрация которого равна n . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (k — постоянная Больцмана).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа E
 Б) давление газа p

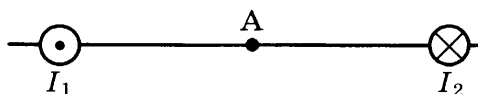
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{3}{2}kT$
- 2) $\frac{3}{2}nkT$
- 3) nkT
- 4) $\frac{kT}{n}$

Ответ:

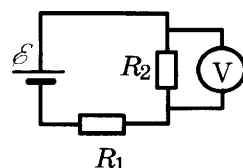
А	Б

13. Магнитное поле $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$ создано в точке А двумя параллельными длинными проводниками с токами I_1 и $I_2 > I_1$, расположенными перпендикулярно плоскости чертежа. Как направлены вектор \vec{B} в точке А? Как направлен (**вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю**) вектор индукции магнитного поля в точке А? Точка А расположена на середине отрезка, соединяющего провода. Ответ запишите словом (словами).



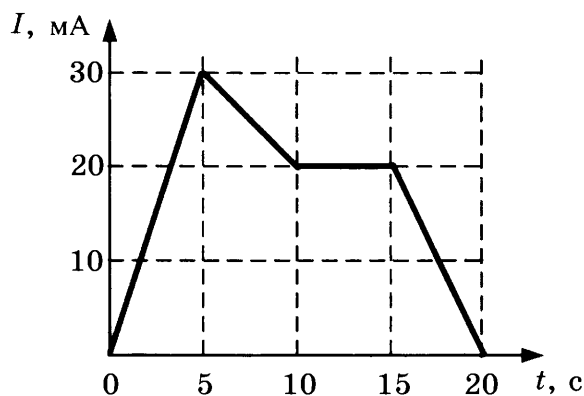
Ответ: _____ .

14. В схеме, изображенной на рисунке, ЭДС источника тока равна $\mathcal{E} = 10$ В, его внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом, а сопротивления резисторов $R_1 = R_2 = 2$ Ом. Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?



Ответ: _____ В.

15. На рисунке приведен график зависимости силы тока I от времени t в электрической цепи, индуктивность которой 1 Гн. Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале времени от 5 с до 10 с.



Ответ: _____ мВ.

16. В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялся заряд конденсатора в колебательном контуре с течением времени.

$t, 10^{-6}$ с	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$q, 10^{-9}$ Кл	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

Выберите **два** верных утверждения о процессе, происходящем в контуре:

- 1) Период колебаний равен $4 \cdot 10^{-6}$ с.
- 2) В момент $t = 2 \cdot 10^{-6}$ с энергия катушки максимальна.
- 3) В момент $t = 4 \cdot 10^{-6}$ с энергия конденсатора минимальна.
- 4) В момент $t = 2 \cdot 10^{-6}$ с сила тока в контуре равна 0.
- 5) Частота колебаний равна 125 кГц.

Ответ:

--	--

17. К концам длинного однородного проводника приложено напряжение U . Провод укоротили вдвое и приложили к нему прежнее напряжение U . Как изменятся при этом мощность тока и удельное сопротивление проводника?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Мощность тока	Удельное сопротивление проводника

18. В опыте нить накала лампочки расположена вблизи главной оптической оси тонкой линзы с фокусным расстоянием F перпендикулярно этой оси. Расстояние от линзы до нити равно $1,5F$. Сначала в опыте использовали рассеивающую линзу, а затем — собирающую. Установите соответствие между видом линзы, использовавшейся в опыте, и свойствами изображения.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВИД ЛИНЗЫ

- А) линза рассеивающая
- Б) линза собирающая

СВОЙСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ

- 1) действительное, перевернутое, равное по размерам
- 2) мнимое, прямое, уменьшенное
- 3) действительное, увеличенное, перевернутое
- 4) мнимое, увеличенное, перевернутое

Ответ:

А	Б

19. Определите число протонов и число нейтронов в ядре, которое образовалось из ядра радиоактивного изотопа натрия полония $^{24}_{11}\text{Na}$ в результате β -распада.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. В образце имеется $4 \cdot 10^{10}$ ядер радиоактивного изотопа цезия $^{137}_{55}\text{Cs}$, имеющего период полураспада 26 лет. Через сколько лет распадется $3 \cdot 10^{10}$ ядер данного изотопа?

Ответ: _____ лет.

21. При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент освещался через различные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только красный свет, а во второй — только зеленый. Как изменяются частота световой волны и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов при переходе от первой серии опытов ко второй?

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

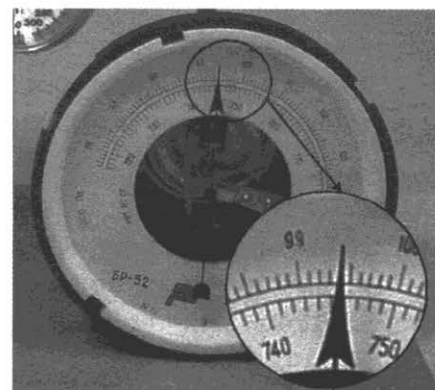
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота световой волны, падающей на фотоэлемент	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

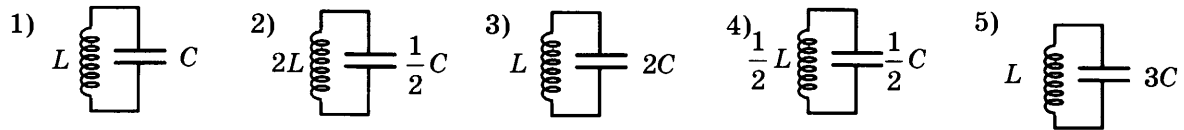
22. С помощью барометра проводились измерения атмосферного давления. Верхняя шкала барометра проградуирована в кПа, а нижняя шкала — в мм рт. ст. Погрешность измерений давления равна цене деления шкалы барометра. Запишите в ответ величину атмосферного давления, выраженного в мм рт. ст., с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) мм рт. ст.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.



23. Ученик изучает зависимость периода электромагнитных колебаний в контуре от индуктивности катушки. Какие два контура он должен выбрать для этого исследования?



В ответе запишите номера выбранных контуров.

Ответ:

24. В таблице приведена выборочная характеристика планет земной группы. Выберите **два** верных утверждения из пяти приведённых ниже, и запишите их номера.

Название планеты	Меркурий	Венера	Земля	Марс
Расстояние до Солнца, млн км	57,9	108,2	149,6	227,9
Наклонение орбиты, градусы	7,005	3,395	0,0002	1,850
Эксцентриситет	0,206	0,007	0,017	0,093
Период обращения вокруг своей оси, сутки	58,6	243,0	1,0	1,0
Орбитальная скорость, км/с	47,9	35,0	29,8	24,1
Наклон экватора к орбите, градус	0,01	177,46	23,4	25,2
Число спутников, шт.	–	–	1	2

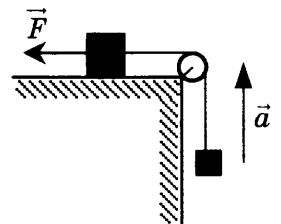
- Самые короткие «сутки» на Меркурии.
- Период обращения Земли вокруг Солнца больше периода обращения Меркурия вокруг Солнца примерно в 3 раза.
- Самой вытянутой орбитой обладает Меркурий
- 1 астрономическая единица примерно равна 149,6 млн км.
- Расстояния до Солнца от Марса и от Меркурия отличаются примерно в 5 раз.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Груз, лежащий на столе, связан легкой нерастяжимой нитью, переброшенной через идеальный блок, с грузом массой 0,25 кг. На первый груз действует горизонтальная постоянная сила F , равная 9 Н (см. рисунок). Второй груз движется с ускорением 2 м/с^2 , направленным вверх. Трением между грузом и поверхностью стола пренебречь. Какова масса первого груза?



Ответ: _____ кг.

26. В теплоизолированный сосуд с большим количеством льда при температуре $t_1 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ заливают $m = 1 \text{ кг}$ воды с температурой $t_2 = 44 \text{ }^\circ\text{C}$. Какая масса льда Δm расплавится при установлении теплового равновесия в сосуде? Ответ выразите в граммах.

Ответ: _____ г.

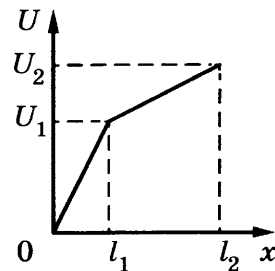
27. Красная граница фотоэффекта исследуемого металла соответствует длине волны $\lambda_{кр} = 600$ нм. Какова длина волны света, выбивающего из него фотоэлектроны, максимальная кинетическая энергия которых в 2 раза меньше работы выхода?

Ответ: _____ нм.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

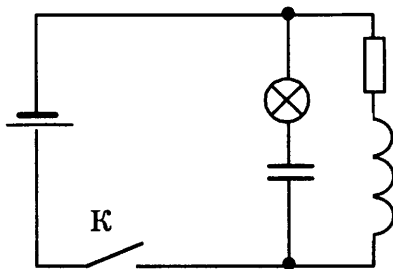
28. Нихромовый проводник длиной $l = l_2$ включен в цепь постоянного тока. К нему подключают вольтметр таким образом, что одна из клемм вольтметра все время подключена к началу проводника, а вторая может перемещаться вдоль проводника. На рисунке приведена зависимость показаний вольтметра U от расстояния x до начала проводника. Как зависит от x площадь поперечного сечения проводника? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали.



Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Маленький шарик падает сверху на наклонную плоскость и упруго отражается от нее. Угол наклона плоскости к горизонту равен 45° . На какое расстояние по вертикали перемещается шарик между первым и вторым ударами о плоскость? Скорость шарика в момент первого удара направлена вертикально вниз и равна 2 м/с.
30. В горизонтально расположенной трубке постоянного сечения, запаянной с одного конца, помещен столбик ртути длиной $d = 15$ см, который отделяет воздух в трубке от атмосферы. Трубку расположили вертикально запаянным концом вниз и нагрели на $\Delta T = 60$ К. При этом объем, занимаемый воздухом, не изменился. Атмосферное давление $p_0 = 750$ мм рт. ст. Определите температуру воздуха T_0 в лаборатории.
31. Условимся считать изображение на пленке фотоаппарата резким, если вместо идеального изображения в виде точки на пленке получается изображение пятна диаметром не более некоторого предельного значения. Поэтому если объектив находится на фокусном расстоянии от пленки, то резкими считаются не только бесконечно удаленные предметы, но и все предметы, находящиеся дальше некоторого расстояния d . Оцените диаметр входного отверстия объектива D , если при фокусном расстоянии $F = 80$ мм резкими оказались все предметы, находившиеся на расстояниях более $d = 4$ м от объектива. Предельный размер пятна равен $\delta = 0,2$ мм. Сделайте рисунок, поясняющий образование пятна.

32. В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС источника тока равна $\mathcal{E} = 12$ В; емкость конденсатора $C = 2$ мФ; индуктивность катушки $L = 5$ мГн, сопротивление лампы $r = 5$ Ом и сопротивление резистора $R = 3$ Ом. В начальный момент времени ключ K замкнут. Какое количество теплоты Q выделится в лампе после размыкания ключа? Внутренним сопротивлением источника тока, катушки и проводов пренебречь.

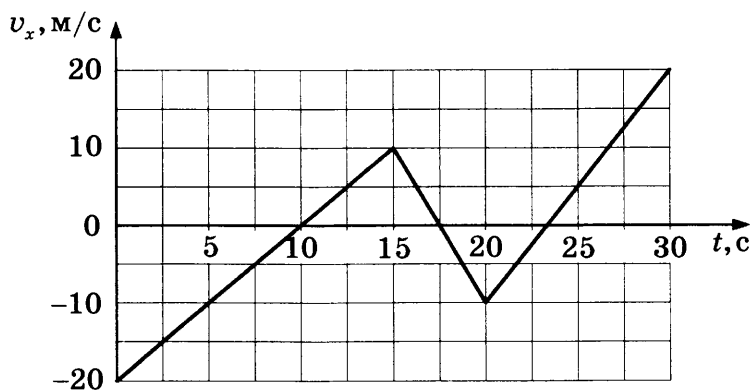


ВАРИАНТ 21

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Определите путь, пройденный телом за промежуток времени от 10 с до 15 с.



Ответ: _____ м.

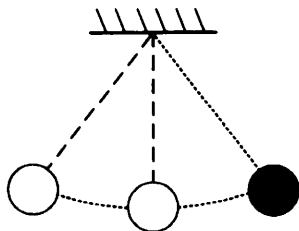
2. В инерциальной системе отсчета сила \vec{F} сообщает телу массой $m = 2$ кг ускорение \vec{a} . Чему равна масса тела, которое под действием силы $\frac{1}{2}\vec{F}$ в этой системе отсчета имеет ускорение $\frac{1}{4}\vec{a}$?

Ответ: _____ кг.

3. Равномерно поднимая веревку, человек достал ведро с водой из колодца глубиной 10 м. Масса ведра 1,5 кг, масса воды в ведре 10 кг. Какую работу он при этом совершил? Массой веревки пренебречь.

Ответ: _____ Дж.

4. Математический маятник с периодом колебаний 4 с отклонили на небольшой угол от положения равновесия и отпустили из состояния покоя (см. рисунок). Через какое время после этого потенциальная энергия маятника в первый раз достигнет минимального значения? Сопротивлением воздуха пренебречь.



Ответ: _____ с.

5. В лаборатории исследовали прямолинейное движение тела массой $m = 500$ г. В таблице приведена экспериментально полученная зависимость пути, пройденного телом, от времени. Какие **два** вывода из приведенных ниже соответствуют результатам эксперимента?

$L, \text{ м}$	0	1	4	9	16	25	36	49
$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7

- 1) В течение всего эксперимента тело двигалось с постоянным ускорением.
- 2) Скорость тела в момент времени 3 с равнялась 6 м/с.
- 3) Сила, действующая на тело в момент времени 6 с, равна 2 Н.
- 4) Кинетическая энергия тела сначала увеличивалась, а потом оставалась постоянной.
- 5) За первые 2 с действующая на тело сила совершила работу 10 Дж.

Ответ:

--	--

6. Брусок скользит без трения вниз по наклонной плоскости. Как меняются при этом движении его потенциальная энергия и сила реакции наклонной плоскости?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Потенциальная энергия бруска	Сила реакции наклонной плоскости

7. Подвешенный на пружине груз совершает вынужденные гармонические колебания под действием силы, меняющейся с частотой ν .

Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими этот процесс, и частотой их изменения.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) кинетическая энергия груза
- Б) скорость груза

ЧАСТОТА ИЗМЕНЕНИЯ

- 1) $\frac{\nu}{2}$
- 2) ν
- 3) 2ν
- 4) $\frac{\nu}{4}$

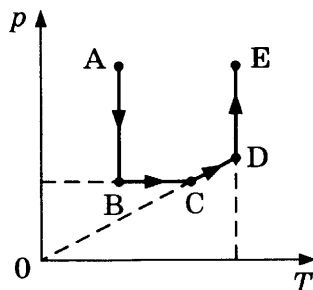
Ответ:

А	Б

8. Масса воздуха в цилиндре при нагревании изменилась, так как крышка, закрывавшая цилиндр, была негерметична. Найдите отношение масс воздуха в цилиндре в конечном и начальном состояниях $\frac{m_2}{m_1}$, если при увеличении температуры воздуха в 2 раза давление увеличилось в 1,5 раза.

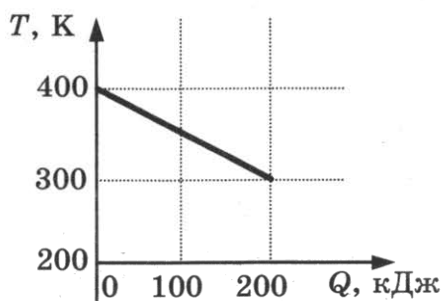
Ответ: _____.

9. Чему равна работа газа в процессе CD (см. рисунок), если он получил в этом процессе 20 кДж теплоты?



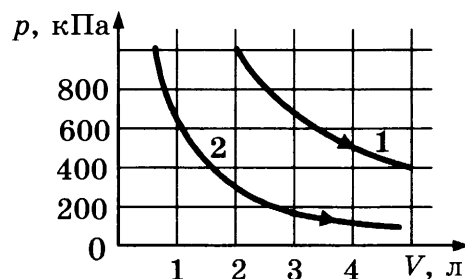
Ответ: _____ кДж.

10. На рисунке приведен график зависимости температуры твердого тела от отданного им количества теплоты. Масса тела 4 кг. Какова удельная теплоемкость вещества этого тела?



Ответ: _____ Дж/(кг · К).

11. На рисунке приведены графики двух изотермических процессов, проводимых с одной и той же массой газа. На основании графиков выберите **два** верных утверждения о процессах, происходящих с газом.



- 1) Оба процесса идут при одной и той же температуре.
- 2) В процессе 1 внутренняя энергия газа увеличивается.
- 3) Процесс 1 идет при более высокой температуре.
- 4) Процесс 2 идет при более высокой температуре.
- 5) В процессе 1 объем увеличивается.

Ответ:

--	--

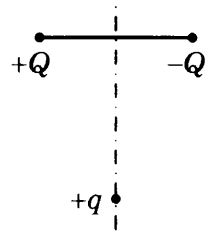
12. В ходе адиабатического процесса внутренняя энергия одного моля разреженного гелия увеличивается. Как изменяются при этом температура гелия и его объем? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура гелия	Объем гелия

13. Заряд $+q > 0$ находится на равном расстоянии от неподвижных точечных зарядов $+Q > 0$ и $-Q$, расположенных на концах тонкой стеклянной палочки (см. рисунок). Куда направлено (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) ускорение заряда $+q$ в этот момент времени, если на него действуют только заряды $+Q$ и $-Q$? Ответ запишите словом (словами).

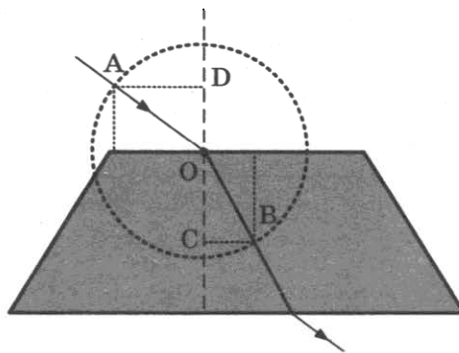


Ответ: _____ .

14. Участок цепи состоит из двух последовательно соединенных цилиндрических проводников, сопротивление первого из которых равно 2 Ом, а второго — 4 Ом. Каким станет общее сопротивление этого участка, если и длину, и площадь поперечного сечения первого проводника уменьшить в 2 раза?

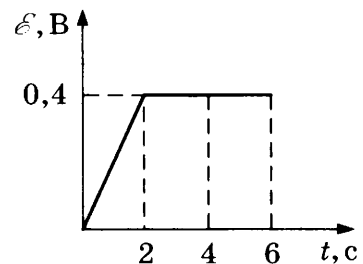
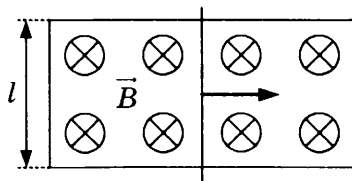
Ответ: _____ Ом.

15. На рисунке показан ход светового луча через стеклянную пластину, находящуюся в воздухе. Точка O — центр окружности. $AD = OC = 7$ см, $BC = OD = 5$ см. Чему равен показатель преломления стекла n ?



Ответ: _____ .

16. По П-образному проводнику, находящемуся в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости проводника, скользит проводящая перемычка (см. рисунок). На графике приведена зависимость ЭДС индукции, возникающей в перемычке при ее движении в магнитном поле. Пренебрегая сопротивлением проводника, выберите *два* верных утверждения о результатах этого опыта. Известно, что модуль индукции магнитного поля равен $B = 0,4$ Тл, длина проводника $l = 0,1$ м.



- 1) Проводник все время двигался с одинаковой скоростью.
- 2) Через 2 с проводник остановился.
- 3) В момент времени 4 с скорость проводника была равна 10 м/с.
- 4) Первые 2 с сила тока в проводнике увеличивалась.
- 5) Через 2 с проводник начал двигаться в противоположную сторону.

Ответ:

17. Плоский конденсатор подключен к батарейке. Как изменятся емкость конденсатора и величина заряда на его обкладках, если увеличить зазор между обкладками конденсатора? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

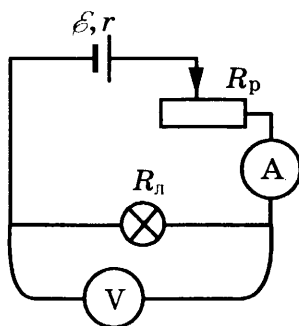
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Емкость конденсатора	Величина заряда на обкладках конденсатора

18. Ученик собрал электрическую цепь по схеме, представленной на рисунке. Определите формулы, которые можно использовать для расчетов показаний амперметра и вольтметра в этой схеме. Измерительные приборы считать идеальными.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПОКАЗАНИЯ ПРИБОРОВ

- А) показания амперметра
- Б) показания вольтметра

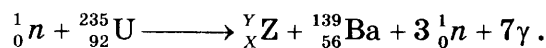
ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЕТОВ ПОКАЗАНИЙ ПРИБОРОВ

- 1) $\frac{\varepsilon R_{\text{л}}}{R_{\text{л}} + R_{\text{п}} + r}$
- 2) $\varepsilon R_{\text{л}} - \varepsilon (R_{\text{п}} + r)$
- 3) $\varepsilon (R_{\text{л}} + R_{\text{п}} + r)$
- 4) $\frac{\varepsilon}{R_{\text{л}} + R_{\text{п}} + r}$

Ответ:

А	Б

19. Деление ядра урана тепловыми нейтронами описывается реакцией



При этом образовалось ядро химического элемента ${}^Y_X\text{Z}$. Определите число протонов и нейтронов в этом ядре.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Энергия фотона в рентгеновском дефектоскопе в 2 раза больше энергии фотона в рентгеновском медицинском аппарате. Определите отношение частоты электромагнитных колебаний рентгеновских лучей в дефектоскопе к частоте электромагнитных колебаний рентгеновских лучей в медицинском аппарате.

Ответ: _____ .

21. Большое число N радиоактивных ядер ${}_{80}^{203}\text{Hg}$ распадается, образуя стабильные дочерние ядра ${}_{81}^{203}\text{Tl}$. Период полураспада равен 46,6 суток. Какое количество исходных ядер останется через 139,8 суток, а дочерних появится за 93,2 суток после начала наблюдений? Установите соответствие между величинами и их значениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВЕЛИЧИНЫ

А) количество ядер ${}_{80}^{203}\text{Hg}$ через 139,8 суток

Б) количество ядер ${}_{81}^{203}\text{Tl}$ через 93,2 суток

ИХ ЗНАЧЕНИЕ

1) $\frac{N}{8}$

2) $\frac{N}{4}$

3) $\frac{3N}{4}$

4) $\frac{7N}{8}$

Ответ:

А	Б

22. Ученик измерял силу тяжести, действующую на груз. Показания динамометра приведены на фотографии. Погрешность измерения равна цене деления динамометра. Запишите в ответ величину силы тяжести, действующей на груз, с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) Н.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.



23. Нужно провести лабораторную работу по обнаружению зависимости сопротивления проводника от его диаметра. Какие два проводника из перечисленных в таблице необходимо выбрать, чтобы провести такое исследование?

№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	5 м	1,0 мм	медь
2	10 м	0,5 мм	медь
3	20 м	1,0 мм	медь
4	10 м	0,5 мм	алюминий
5	10 м	1,0 мм	медь

В ответе запишите номера выбранных проводников.

Ответ:

--	--

24. В таблице приведена выборочная характеристика планет земной группы. Выберите *два* верных утверждения из пяти приведённых ниже, и запишите их номера.

Название планеты	Меркурий	Венера	Земля	Марс
Расстояние до Солнца, млн км	57,9	108,2	149,6	227,9
Наклонение орбиты, градусы	7,005	3,395	0,0002	1,850
Эксцентриситет	0,206	0,007	0,017	0,093
Период обращения вокруг своей оси, сутки	58,6	243,0	1,0	1,0
Орбитальная скорость, км/с	47,9	35,0	29,8	24,1
Наклон экватора к орбите, градус	0,01	177,46	23,4	25,2
Число спутников, шт.	–	–	1	2

- 1) Самые длинные «сутки» на Венере.
- 2) Один оборот вокруг Солнца Венера совершает примерно за 224 земных суток.
- 3) Самой вытянутой орбитой обладает Марс.
- 4) Ось вращения Земли практически перпендикулярна плоскости её орбиты.
- 5) Расстояния до Солнца от Венеры и от Меркурия отличаются в 2 раза.

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

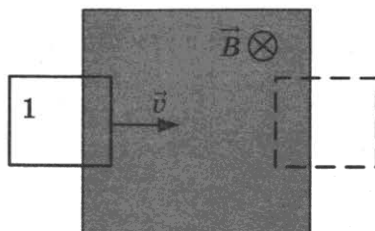
25. Снаряд массой 2 кг, летящий со скоростью 100 м/с, разрывается на два осколка. Один из осколков летит под углом 90° к первоначальному направлению. Под каким углом к этому направлению полетит второй осколок, если его масса 1 кг, а скорость 400 м/с?

Ответ: _____ °.

26. Идеальный газ изобарно нагревают так, что его температура изменяется на $\Delta T = 240$ К, а объем увеличивается в 1,8 раза. Масса газа постоянна. Найдите конечную температуру газа по шкале Кельвина.

Ответ: _____ К.

27. В заштрихованной области на рисунке действует однородное магнитное поле, направленное перпендикулярно плоскости рисунка, $B = 0,1$ Тл. Проволочную квадратную рамку сопротивлением $R = 10$ Ом и стороной $l = 10$ см перемещают в плоскости рисунка поступательно со скоростью $v = 1$ м/с. Чему равен индукционный ток в рамке в состоянии 1?

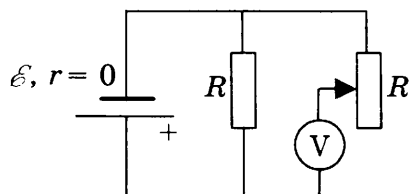


Ответ: _____ мА.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

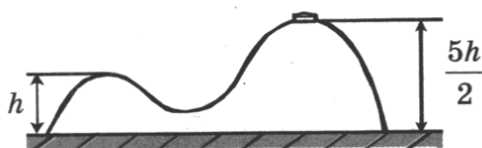
Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. В схеме на рисунке сопротивление резистора и полное сопротивление реостата равны R , ЭДС батарейки равна \mathcal{E} , ее внутреннее сопротивление ничтожно мало ($r = 0$). Как ведут себя (увеличиваются, уменьшаются, остаются постоянными) показания идеального вольтметра при перемещении движка реостата из крайнего верхнего в крайнее нижнее положение? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. На гладкой горизонтальной поверхности стола постоит горка с двумя вершинами, высоты которых h и $\frac{5}{2}h$ (см. рисунок). На правой вершине горки находится шайба. От незначительного толчка шайба и горка приходят в движение, причем шайба движется влево, не отрываясь от гладкой поверхности горки, а поступательно движущаяся горка не отрывается от стола. Скорость шайбы на левой вершине горки оказалась равной v . Найдите отношение масс шайбы и горки.



30. В калориметре находился лед при температуре $t_1 = -5^\circ\text{C}$. Какой была масса m_1 льда, если после добавления в калориметр $m_2 = 4$ кг воды, имеющей температуру $t_2 = 20^\circ\text{C}$, и установления теплового равновесия температура содержимого калориметра оказалась равной $t = 0^\circ\text{C}$, причем в калориметре была только вода?
31. На рисунке 1 изображена зависимость силы тока через светодиод D от приложенного к нему напряжения, а на рисунке 2 — схема его включения. Напряжение на светодиоде практически не зависит от силы тока через него в интервале значений $0,05\text{ A} < I < 0,2\text{ A}$. Чему равно R сопротивление резистора, включенного последовательно с диодом, если ЭДС источника $\mathcal{E} = 6\text{ В}$? Сила тока в цепи равна $0,15\text{ А}$. Внутренним сопротивлением источников пренебречь.

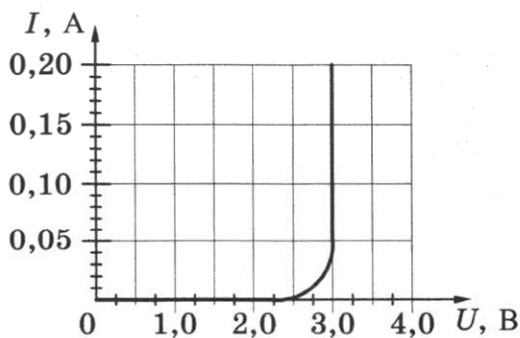


Рис. 1

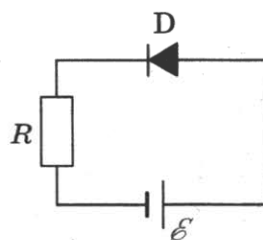
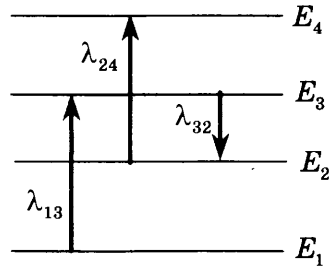


Рис. 2

32. На рисунке изображены энергетические уровни атома и указаны длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой. Экспериментально установлено, что минимальная длина волны для фотонов, излучаемых при переходах между этими уровнями, равна $\lambda_0 = 250$ нм. Какова величина λ_{13} , если $\lambda_{32} = 545$ нм, $\lambda_{24} = 400$ нм?

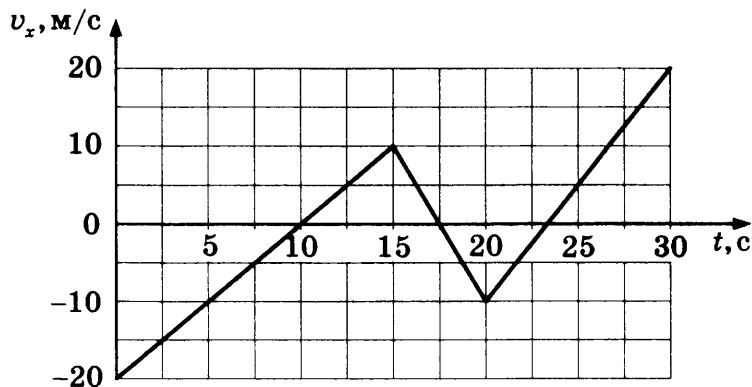


ВАРИАНТ 22

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Определите путь, пройденный телом за промежуток времени от 0 с до 10 с.



Ответ: _____ м.

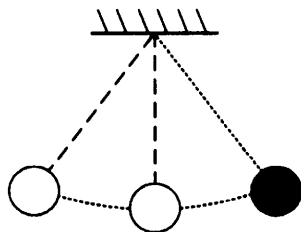
2. В инерциальной системе отсчета сила \vec{F} сообщает телу массой m ускорение \vec{a} . Модуль силы равен $F = 4$ Н. Определите модуль силы, которая сообщает телу массой $4m$ ускорение $\frac{1}{2}\vec{a}$ в этой системе отсчета.

Ответ: _____ Н.

3. Равномерно поднимая веревку, человек достал ведро с водой из колодца глубиной 10 м, совершив при этом работу, равную 1400 Дж. Масса ведра, 2 кг. Определите массу воды в ведре. Массой веревки пренебречь.

Ответ: _____ кг.

4. Математический маятник с периодом колебаний 6 с отклонили на небольшой угол от положения равновесия и отпустили из состояния покоя (см. рисунок). Через какое время после этого кинетическая энергия маятника в первый раз достигнет максимального значения? Сопротивлением воздуха пренебречь.



Ответ: _____ с.

5. В лаборатории исследовали прямолинейное движение тела массой $m = 500$ г. В таблице приведена экспериментально полученная зависимость пути, пройденного телом, от времени. Какие **два** вывода из приведенных ниже соответствуют результатам эксперимента?

$L, \text{ м}$	0	1	4	9	16	25	36	49
$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7

- 1) первые 3 с тело двигалось равномерно, а затем тело двигалось с постоянным ускорением.
- 2) Скорость тела в момент времени 4 с равнялась 8 м/с.
- 3) Кинетическая энергия тела в момент времени 3 с равна 12 Дж.
- 4) Сила, действующая на тело, все время возрастала.
- 5) За первые 3 с действующая на тело сила совершила работу 9 Дж.

Ответ:

--	--

6. Брусок скользит без трения вниз по наклонной плоскости. Как меняются при этом движении его ускорение и кинетическая энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ускорение бруска	Кинетическая энергия бруска

7. Подвешенный на пружине груз совершает вынужденные гармонические колебания под действием силы, меняющейся с частотой ν . Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими этот процесс, и частотой их изменения.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) потенциальная энергия пружины
- Б) смещение груза от положения равновесия

ЧАСТОТА ИЗМЕНЕНИЯ

- 1) $\frac{\nu}{2}$
- 2) ν
- 3) 2ν
- 4) $\frac{\nu}{4}$

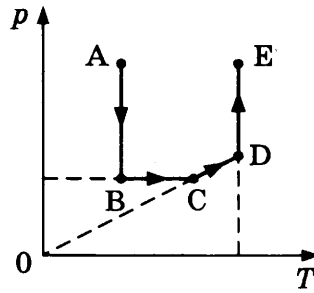
Ответ:

А	Б

8. Масса воздуха в цилиндре при охлаждении изменилась, так как крышка, закрывавшая цилиндр, была негерметична. Найдите отношение масс воздуха в цилиндре в конечном и начальном состояниях $\frac{m_2}{m_1}$, если при уменьшении температуры воздуха в 3 раза давление уменьшилось в 1,5 раза.

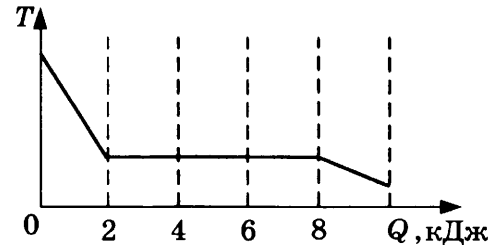
Ответ: _____.

9. Чему равна работа газа в процессе АВ (см. рисунок), если он получил в этом процессе 20 кДж теплоты?



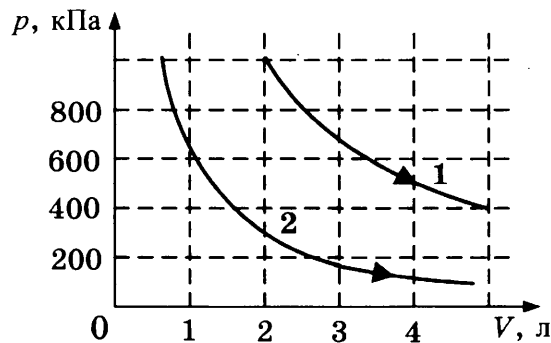
Ответ: _____ кДж.

10. Зависимость температуры 0,2 кг первоначально газообразного вещества от количества выделенной им теплоты при остывании представлена на рисунке. Какова удельная теплота парообразования этого вещества?



Ответ: _____ кДж/кг.

11. На рисунке приведены графики двух изотермических процессов, проводимых с одной и той же массой газа. На основании графиков выберите два верных утверждения о процессах, происходящих с газом.



- 1) Оба процесса идут при одной и той же температуре.
- 2) В процессе 2 внутренняя энергия газа уменьшалась.
- 3) Процесс 1 идет при более низкой температуре.
- 4) Процесс 2 идет при более низкой температуре.
- 5) В процессе 1 давление уменьшается.

Ответ:

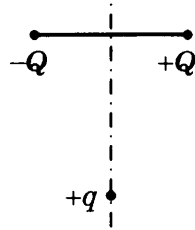
12. В ходе адиабатического процесса внутренняя энергия одного моля разреженного гелия уменьшается. Как изменяются при этом давление гелия и его температура? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура гелия	Давление гелия

13. Заряд $+q > 0$ находится на равном расстоянии от неподвижных точечных зарядов $+Q > 0$ и $-Q$, расположенных на концах тонкой стеклянной палочки (см. рисунок). Куда направлено (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) ускорение заряда $+q$ в этот момент времени, если на него действуют только заряды $+Q$ и $-Q$? Ответ запишите словом (словами).

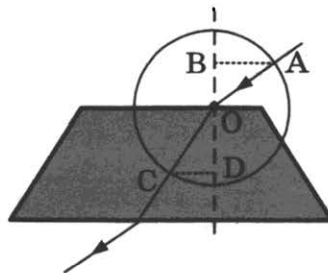


Ответ: _____ .

14. Участок цепи состоит из двух последовательно соединенных цилиндрических проводников, сопротивление первого из которых равно 2 Ом, а второго — 5 Ом. Каким станет общее сопротивление этого участка, если удельное сопротивление и площадь поперечного сечения первого проводника увеличить вдвое?

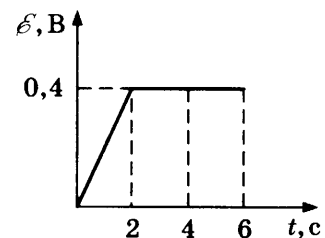
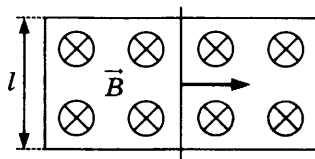
Ответ: _____ Ом.

15. На рисунке показан ход луча света через стеклянную призму, находящуюся в воздухе. Точка O — центр окружности. $AB = OD = 15$ см, $OB = CD = 10$ см. Чему равен показатель преломления стекла n ?



Ответ: _____ .

16. По П-образному проводнику, находящемуся в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости проводника, скользит проводящая перемычка (см. рисунок). На графике приведена зависимость ЭДС индукции, возникающей в перемычке при ее движении в магнитном поле. Пренебрегая сопротивлением проводника, выберите **два** верных утверждения о результатах этого опыта. Известно, что модуль индукции магнитного поля равен $B = 0,2$ Тл, длина проводника $l = 0,15$ м.



- 1) Проводник сначала двигался равноускоренно, а затем равномерно.
- 2) Через 2 с скорость проводника была равна 10 м/с.
- 3) В момент времени 4 с сила Ампера на проводник не действовала.
- 4) В промежуток времени от 2 с до 6 с сила тока в проводнике не изменялась.
- 5) Через 6 с проводник остановился.

Ответ:

17. Плоский конденсатор подключен к батарее. Расстояние между обкладками конденсатора уменьшают. Как изменятся при этом емкость конденсатора и разность потенциалов между его обкладками?

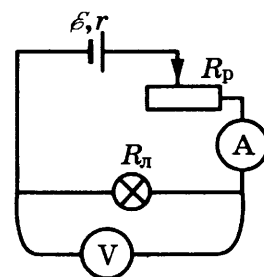
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Емкость конденсатора	Разность потенциалов между обкладками конденсатора

18. Ученик собрал электрическую цепь по схеме, представленной на рисунке. Определите формулы, которые можно использовать для расчетов показаний амперметра и напряжения на источнике тока. Измерительные приборы считать идеальными. Вольтметр показывает напряжение U .



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПОКАЗАНИЯ ПРИБОРОВ

- А) показания амперметра
- Б) напряжение на источнике тока

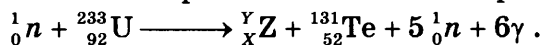
ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЕТОВ ПОКАЗАНИЙ ПРИБОРОВ

- 1) $\frac{U}{R_{л}}$
- 2) $\frac{U}{R_{л} + r}$
- 3) $\frac{\mathcal{E}R_{л} - Ur}{R_{л}}$
- 4) $\frac{\mathcal{E}R_{л} + Ur}{R_{л}}$

Ответ:

А	Б

19. Деление ядра урана тепловыми нейтронами описывается реакцией



При этом образовалось ядро химического элемента ${}^Y_X\text{Z}$. Определите число протонов и нейтронов в этом ядре.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Длина волны рентгеновского излучения равна 10^{-10} м. Во сколько раз энергия одного фотона этого излучения превосходит энергию фотона видимого света длиной волны $4 \cdot 10^{-7}$ м?

Ответ: _____

21. Большое число N радиоактивных ядер ${}^{203}_{80}\text{Hg}$ распадается, образуя стабильные дочерние ядра ${}^{203}_{81}\text{Tl}$. Период полураспада равен 46,6 суток. Какое количество исходных ядер останется через 93,2 суток, а дочерних появится за 139,8 суток после начала наблюдений? Установите соответствие между величинами и их значениями.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВЕЛИЧИНЫ

А) количество ядер ${}^{203}_{80}\text{Hg}$ через 93,2 суток

Б) количество ядер ${}^{203}_{81}\text{Tl}$ через 139,8 суток

ИХ ЗНАЧЕНИЕ

1) $\frac{N}{8}$

2) $\frac{N}{4}$

3) $\frac{3N}{4}$

4) $\frac{7N}{8}$

Ответ:

А	Б

22. Ученик измерял силу тяжести, действующую на груз. Показания динамометра приведены на фотографии. Погрешность измерения равна цене деления динамометра. Запишите в ответ величину силы тяжести, действующей на груз, с учетом погрешности измерений.



Ответ: (_____ ± _____) Н.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Нужно провести лабораторную работу по обнаружению зависимости сопротивления проводника от его длины. Какие два проводника из перечисленных в таблице необходимо выбрать, чтобы провести такое исследование?

№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	5 м	1,0 мм	медь
2	10 м	0,5 мм	медь
3	20 м	1,0 мм	медь
4	10 м	0,5 мм	алюминий
5	10 м	1,5 мм	медь

В ответе запишите номера выбранных проводников.

Ответ:

--	--

24. В таблице приведена выборочная характеристика планет земной группы. Выберите *два* верных утверждения из пяти приведённых ниже, и запишите их номера.

Название планеты	Меркурий	Венера	Земля	Марс
Расстояние до Солнца, млн км	57,9	108,2	149,6	227,9
Наклонение орбиты, градусы	7,005	3,395	0,0002	1,850
Эксцентриситет	0,206	0,007	0,017	0,093
Период обращения вокруг своей оси, сутки	58,6	243,0	1,0	1,0
Орбитальная скорость, км/с	47,9	35,0	29,8	24,1
Наклон экватора к орбите, градус	0,01	177,46	23,4	25,2
Число спутников, шт.	-	-	1	2

- 1) За один период обращения вокруг Солнца Меркурий оборачивается вокруг своей оси менее 2 раз.
- 2) Период обращения Земли вокруг Солнца больше периода обращения Венеры вокруг Солнца примерно в 1,4 раза.
- 3) Венера и Меркурий не имеют спутников.
- 4) Так как Марс расположен дальше всех от Солнца, его скорость движения по орбите наибольшая.
- 5) Все планеты земной группы вращаются вокруг своей оси в одну сторону.

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

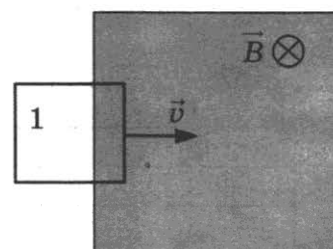
25. Снаряд массой 2 кг, летящий со скоростью 100 м/с, разрывается на два осколка. Один из осколков летит под углом 90° к первоначальному направлению, а второй — под углом 60° . Какова масса второго осколка, если его скорость равна 400 м/с?

Ответ: _____ кг.

26. Идеальный газ изохорно нагревают так, что его температура изменяется на $\Delta T = 240$ К, а давление увеличивается в 1,8 раза. Масса газа постоянна. Найдите начальную температуру газа по шкале Кельвина.

Ответ: _____ К.

27. В заштрихованной области на рисунке действует однородное магнитное поле, перпендикулярное плоскости рисунка, с индукцией $B = 0,1$ Тл. Квадратную проволочную рамку, сопротивление которой 10 Ом и длина стороны 10 см, перемещают в этом поле в плоскости рисунка поступательно равномерно с некоторой скоростью v . При попадании рамки в магнитное поле в положении 1 в ней возникает индукционный ток, равный 1 мА. Какова скорость движения рамки?

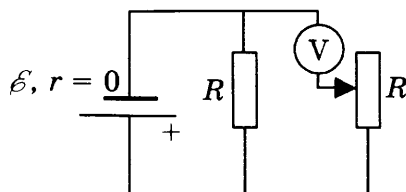


Ответ: _____ м/с.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

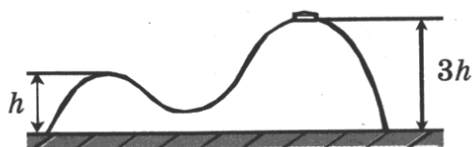
Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28. В схеме на рисунке сопротивление резистора и полное сопротивление реостата равны R , ЭДС батарейки равна \mathcal{E} , ее внутреннее сопротивление ничтожно ($r = 0$). Как ведут себя (увеличиваются, уменьшаются, остаются постоянными) показания идеального вольтметра при перемещении движка реостата из крайнего верхнего в крайнее нижнее положение? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Горка с двумя вершинами, высоты которых h и $3h$, покоится на гладкой горизонтальной поверхности стола (см. рисунок.). На правой вершине горки находится шайба, масса которой в 12 раз меньше массы горки. От незначительного толчка шайба и горка приходят в движение, причем шайба движется влево, не отрываясь от гладкой поверхности горки, а поступательно движущаяся горка не отрывается от стола. Найдите скорость горки u в тот момент, когда шайба окажется на левой вершине горки.



30. В калориметре находился $m_1 = 1$ кг льда. Какой была температура льда t_1 , если после добавления в калориметр $m_2 = 15$ г воды, имеющей температуру $t_2 = 20$ °С, в калориметре установилось тепловое равновесие при $t = -2$ °С? Теплообменом с окружающей средой и теплоемкостью калориметра пренебречь.

31. На рисунке 1 изображена зависимость силы тока через светодиод D от приложенного к нему напряжения, а на рисунке 2 — схема его включения. Напряжение на светодиоде практически не зависит от силы тока через него в интервале значений $0,05 \text{ A} < I < 0,2 \text{ A}$. Этот светодиод соединен последовательно с резистором R и подключен к источнику с ЭДС $\mathcal{E}_1 = 6$ В. При этом сила тока в цепи равна $0,1$ А. Какова сила тока, текущего через светодиод, при замене источника на другой с ЭДС $\mathcal{E}_2 = 4,5$ В? Внутренним сопротивлением источников пренебречь.

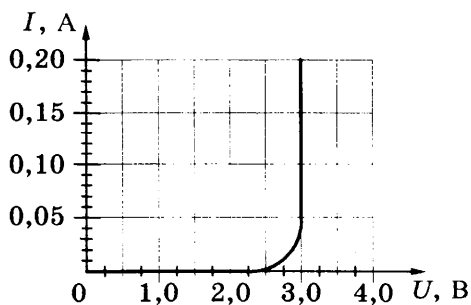


Рис. 1

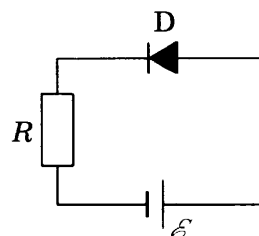
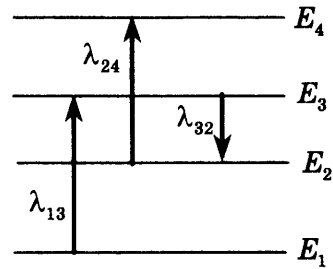


Рис. 2

32. На рисунке изображены энергетические уровни атома и указаны длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой. Экспериментально установлено, что минимальная длина волны для фотонов, излучаемых при переходах между этими уровнями, равна $\lambda_0 = 200$ нм. Какова величина λ_{24} , если $\lambda_{32} = 500$ нм, $\lambda_{13} = 250$ нм?

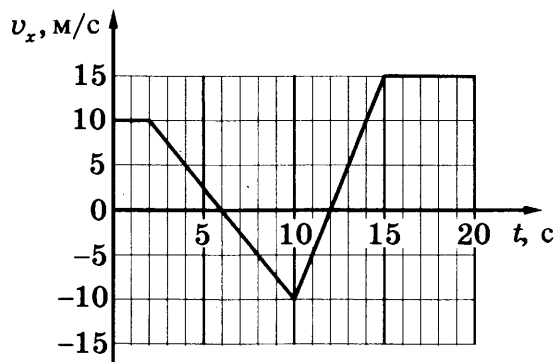


ВАРИАНТ 23

Часть 1

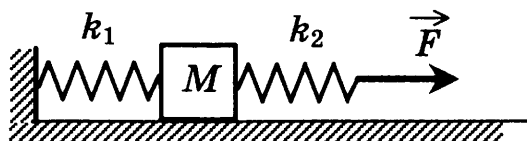
Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Чему равна проекция ускорения этого тела a_x в интервале времени от 2 до 10 с?



Ответ: _____ м/с².

2. К системе из кубика массой $M = 1$ кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила \vec{F} (см. рисунок). Между кубиком и опорой трения нет. Система покоится. Жесткости пружин равны $k_1 = 400$ Н/м и $k_2 = 100$ Н/м. Удлинение первой пружины равно 2 см. Насколько растянута вторая пружина?



Ответ: _____ см.

3. Шар массой 2 кг, летящий со скоростью 10 м/с, врезается в стоящую на горизонтальной площадке платформу с песком массой 20 кг под углом 60° к горизонту и застревает в песке. Какой импульс приобретет в результате этого платформа с шариком? Считать, что платформа может двигаться горизонтально без трения.

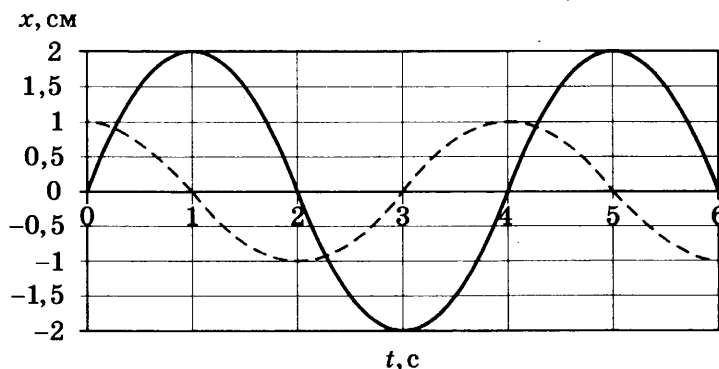
Ответ: _____ кг·м/с.

4. Для экспериментального определения скорости звука ученик встал на расстоянии 33 м от стены и хлопнул в ладоши. В момент хлопка включился электронный секундомер, который выключился отраженным звуком. Время, отмеченное секундомером, равно 0,2 с. Чему равна скорость звука, определенная учеником?

Ответ: _____ м/с.

5. На рисунке приведены зависимости от времени координат двух колеблющихся тел 1 и 2, прикрепленных к одинаковым пружинам. Сплошной линией изображены колебания груза m_1 , пунктиром — тела m_2 .

Выберите **два** верных утверждения о движении тел.



- 1) Периоды колебаний тел одинаковы.
- 2) Амплитуды колебаний тел одинаковы.
- 3) Масса тела 1 в два раза меньше массы тела 2 ($m_2 = 2m_1$).
- 4) Максимальная кинетическая энергия груза 1 в четыре раза больше, чем максимальная кинетическая энергия груза 2.
- 5) Максимальные потенциальные энергии пружин одинаковы.

Ответ:

--	--

6. Высота полета искусственного спутника над Землей уменьшилась с 400 км до 300 км. Как изменились в результате этого скорость спутника и период его обращения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость	Период обращения

7. Деревянный брусок, площади граней которого связаны отношением $S_1 : S_2 : S_3 = 1 : 2 : 3$, скользит равномерно и прямолинейно под действием горизонтальной силы \vec{F} по горизонтальной шероховатой опоре, соприкасаясь с ней гранью площадью S_3 . Коэффициент трения бруска об опору равен μ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами для их вычисления.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) масса бруска
- Б) ускорение бруска

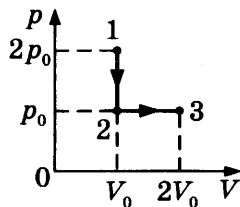
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{F}{3\mu g}$
- 2) $\frac{F}{\mu g}$
- 3) 0
- 4) $\frac{\mu g}{3}$

Ответ:

А	Б

8. Газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на диаграмме p - V . Чему равна температура газа в состоянии 2, если в состоянии 1 температура равна 400 К?



Ответ: _____ К.

9. Газ получил количество теплоты 300 Дж, а его внутренняя энергия увеличилась на 100 Дж. Какая работа была совершена при этом газом?

Ответ: _____ Дж.

10. В сосуде при температуре 100 °С находится влажный воздух. Парциальное давление водяных паров в сосуде равно 60 кПа. Определите относительную влажность воздуха в сосуде.

Ответ: _____ %.

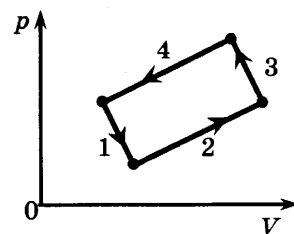
11. При изучении процессов, происходящих с газом, ученик занес в таблицу результаты измерения температуры и давления одного того же количества газа в различных равновесных состояниях. Какие **два** из приведенных ниже утверждений соответствуют результатам этих опытов? Газ считать идеальным.

№ опыта	1	2	3	4	5	6	7
p , кПа	200	180	150	100	110	150	200
t , °С	27	27	27	27	57	177	327

- Объем газа в состоянии 4 в 2 раза меньше объема газа в состоянии 1.
- В опытах 4–7 объем газа был одинаковым.
- Внутренняя энергия газа в опыте 6 в 3 раза больше, чем в опыте 5.
- При переходе от состояния 2 к состоянию 3 газ получал тепло.
- При переходе от состояния 5 к состоянию 6 газ совершал работу.

Ответ:

12. На рисунке изображена диаграмма четырех последовательных изменений состояния 2 моль идеального газа. В каком из процессов газ совершает наименьшую работу, а в каком из процессов работа внешних сил максимальна? Установите соответствие между такими процессами и номерами процессов на диаграмме.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

- А) работа газа минимальна
Б) работа внешних сил максимальна

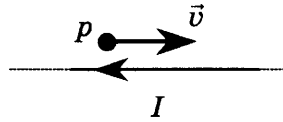
НОМЕРА ПРОЦЕССОВ

- 1) 1
2) 2
3) 3
4) 4

Ответ:

А	Б
<input type="text"/>	<input type="text"/>

13. Протон p имеет скорость \vec{v} , направленную горизонтально вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рисунок). Куда направлена (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) действующая на протон сила Лоренца? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

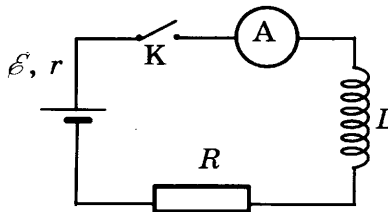
14. Комната освещается четырьмя одинаковыми параллельно включенными лампочками. Расход электроэнергии за час равен 800 кДж. Каким будет расход электроэнергии в час, если число этих лампочек уменьшить вдвое?

Ответ: _____ кДж.

15. В опыте по наблюдению электромагнитной индукции квадратная рамка из одного витка тонкого провода находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости рамки. Индукция магнитного поля равномерно возрастает от 0 до максимального значения $B_{\text{макс}}$ за время T . При этом в рамке возбуждается ЭДС индукции, равная 8 мВ. Определите ЭДС индукции, возникающую в рамке, если T увеличить в 2 раза, а $B_{\text{макс}}$ в 2 раза уменьшить

Ответ: _____ мВ.

16. В схеме, показанной на рисунке, ключ K замыкают в момент времени $t = 0$. Показания амперметра в последовательные моменты времени приведены в таблице. Сопротивление резистора равно 100 Ом. Сопротивлением проводов и амперметра, активным сопротивлением катушки индуктивности и внутренним сопротивлением источника пренебречь.



t , мс	0	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700
I , мА	0	23	38	47	52	55	57	59	59	60	60

Выберите *два* верных утверждения о процессе, происходящем в контуре.

- 1) В контуре происходят затухающие колебания силы тока.
- 2) Напряжение на резисторе не меняется с течением времени.
- 3) ЭДС источника равна 6 В.
- 4) Напряжение на катушке в момент времени 700 мс равно 0.
- 5) Напряжение на резисторе в момент времени 600 мс равно 0.

Ответ:

--	--

17. При настройке контура радиопередатчика его индуктивность увеличили. Как при этом изменятся период колебаний тока в контуре и длина волны излучения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится

- 2) уменьшится
3) не изменится

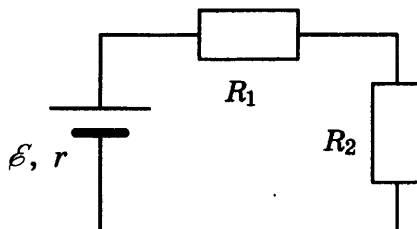
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний тока в контуре	Длина волны излучения

18. Два резистора подключены к источнику тока с ЭДС \mathcal{E} (см. рисунок). Сопротивление первого резистора равно R_1 , напряжение на нем равно U_1 . Напряжение на втором резисторе равно U_2 .

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) сопротивление резистора R_2
Б) внутреннее сопротивление источника тока r

ФОРМУЛЫ

- 1) $R_1 \cdot \frac{U_1}{U_2}$
2) $R_1 \cdot \frac{U_2}{U_1}$
3) $R_1 \cdot \frac{\mathcal{E} - U_1 - U_2}{U_2}$
4) $R_1 \cdot \frac{\mathcal{E} - U_1 - U_2}{U_1}$

Ответ:

А	Б

19. Определите число нуклонов и электронов в нейтральном атоме азота ${}^{12}_7\text{N}$.

Ответ:

Число нуклонов	Число электронов

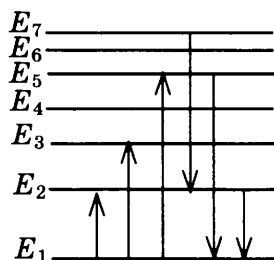
В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Поток фотонов с энергией 15 эВ выбивает из металла электроны, максимальная кинетическая энергия которых 8 эВ. Какова работа выхода электронов с поверхности данного металла?

Ответ: _____ эВ.

21. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Установите соответствие между отмеченными стрелками переходами между энергетическими уровнями и происходящими при этом процессами.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕССЫ

- А) поглощение фотона максимальной частоты
- Б) излучение фотона минимальной частоты

ПЕРЕХОДЫ

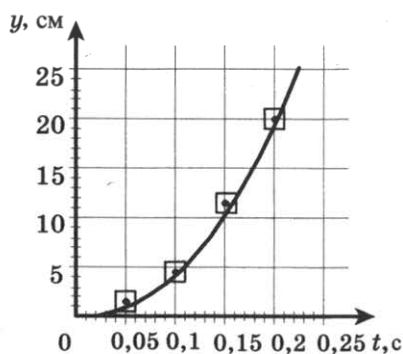
- 1) с уровня 1 на уровень 5
- 2) с уровня 1 на уровень 2
- 3) с уровня 5 на уровень 1
- 4) с уровня 2 на уровень 1

Ответ:

А	Б

22. Ученик исследовал движение шарика, брошенного горизонтально. Для этого он измерил координаты летящего шарика в разные моменты времени его движения. По результатам исследования он заполнил таблицу и построил график зависимости координаты шарика y от времени t :

t, c	0	0,05	0,10	0,15	0,20
x, cm	0	5,5	13,5	17,5	24
y, cm	0	1,5	4,5	11,5	20



Погрешность измерения координат равна 1 см, а промежутков времени — 0,01 с. Чему равна y -координата шарика в момент времени 0,18 с? Запишите в ответ значение координаты y с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) см.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Нужно провести лабораторную работу по обнаружению зависимости жесткости проволоки от ее длины. Для этого использовали установки, состоящие из закрепленной на потолке проволоки и подвешенного к ней груза. Какие две установки из перечисленных в таблице необходимо выбрать, чтобы провести такое исследование? Все проволоки имели одинаковый диаметр.

№ установки	Длина проволоки	Материал проволоки	Масса груза
1	1,0 м	медь	10 кг
2	1,5 м	медь	2 кг
3	2,0 м	медь	5 кг
4	0,5 м	алюминий	5 кг
5	0,5 м	медь	5 кг

В ответе запишите номера выбранных установок.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Диаметр в районе экватора, км	Период обращения вокруг Солнца	Период вращения вокруг оси	Средняя температура на поверхности, °С
Меркурий	4 878	87,97 суток	58,6 суток	350 °С день, -170°С ночь
Венера	12 104	224,7 суток	243 суток 3 часа 50 минут	480°С
Марс	6 794	687 суток	24 часа 37 минут	-63 °С
Юпитер	142 800	11 лет 314 суток	9 часов 55,5 минут	-150°С
Сатурн	119 900	29 лет 168 суток	10 часов 40 минут	-180°С
Уран	51 108	83 года 273 суток	17 часов 14 минут	-214°С
Нептун	49 493	164 года 292 суток	17 часов 15 минут	-220°С

Выберите *два* утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Уран и Нептун имеют практически одинаковые периоды обращения вокруг Солнца.
- 2) Размер Нептуна больше размеров Венеры в 4,1 раза.
- 3) Высокая температура на поверхности Венеры связана с её медленным вращением вокруг оси.
- 4) Период обращения Сатурна вокруг Солнца больше периода его вращения вокруг оси в 15 раз.
- 5) Большая разница между ночными и дневными температурами на Меркурии объясняется отсутствием на планете атмосферы.

Ответ:

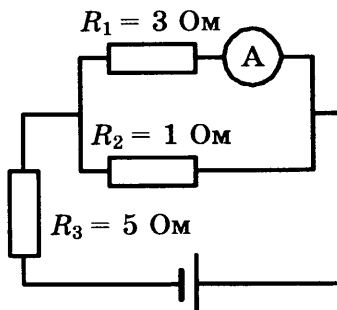
Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Невесомая недеформированная пружина лежит на горизонтальном столе. Один ее конец закреплен, а другой касается бруска массой $M = 0,1$ кг, находящегося на том же столе. Брусок сдвигают вдоль оси пружины, сжимая пружину на $\Delta x = 1$ см, и отпускают. При последующем движении брусок приобретает максимальную скорость, равную 1 м/с. Определите жесткость пружины. Трение не учитывать.

Ответ: _____ Н/м.

26. В цепи, изображенной на рисунке, идеальный амперметр показывает 1 А. Найдите напряжение на резисторе R_3 .



Ответ: _____ В.

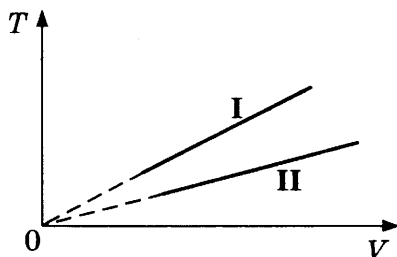
27. Линза с фокусным расстоянием $F = 2$ м дает на экране изображение предмета, увеличенное в 4 раза. Каково расстояние от предмета до линзы?

Ответ: _____ м.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 32 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

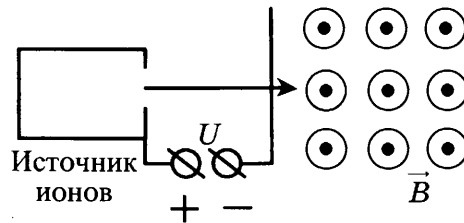
28. На рисунке изображены графики двух процессов, проведенных с идеальным газом при одном и том же давлении. Почему изобара I лежит выше изобары II? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Снаряд, движущийся со скоростью v_0 , разрывается на две равные части, одна из которых продолжает движение в том же направлении, а другая летит в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличивается за счет энергии взрыва на величину ΔE . Скорость осколка, движущегося вперед по направлению движения снаряда, равна v_1 . Найдите массу m осколка.
30. Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре $T_1 = 600$ К и давлении $p_1 = 4 \cdot 10^5$ Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его давление изменяется обратно пропорционально квадрату объема. Конечное давление газа $p_2 = 10^5$ Па. Какое количество теплоты газ отдал при расширении, если при этом он совершил работу $A = 2493$ Дж?

31. Ион ускоряется в электрическом поле с разностью потенциалов $U = 10$ кВ и влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору его индукции \vec{B} (см. рисунок). Радиус траектории движения иона в магнитном поле $R = 0,2$ м, отношение массы иона к его электрическому заряду $\frac{m}{q} = 5 \cdot 10^{-7}$ кг/Кл. Определите значение модуля индукции магнитного поля. Кинетической энергией иона при его вылете из источника пренебречь.



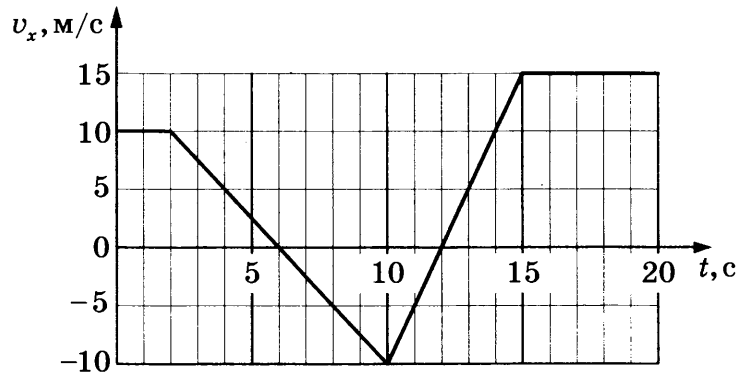
32. Металлическая пластина облучается светом частотой $\nu = 1,6 \cdot 10^{15}$ Гц. Работа выхода электронов из данного металла равна 3,7 эВ. Вылетающие из пластины фотоэлектроны попадают в однородное электрическое поле напряженностью 130 В/м, причем вектор \vec{E} направлен в сторону пластины и перпендикулярен ее поверхности. Какова максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов на расстоянии 10 см от пластины?

ВАРИАНТ 24

Часть 1

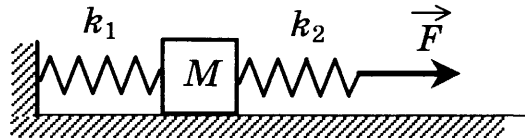
Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Чему равна проекция ускорения этого тела a_x в интервале времени от 15 до 20 с?



Ответ: _____ м/с².

2. К системе из кубика массой $M = 0,5$ кг и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила \vec{F} (см. рисунок). Между кубиком и опорой трения нет. Система покоится. Жесткости пружин равны $k_1 = 400$ Н/м и $k_2 = 200$ Н/м. Удлинение второй пружины равно 2 см. Насколько растянута первая пружина?



Ответ : _____ см.

3. Камень массой 1 кг врезается в стоящую на горизонтальной площадке платформу с песком массой 20 кг под углом 60° к горизонту и застревает в песке. После удара импульс платформы с камнем стал равен 4 кг · м/с. Определите скорость камня перед ударом. Считать, что платформа может двигаться горизонтально без трения.

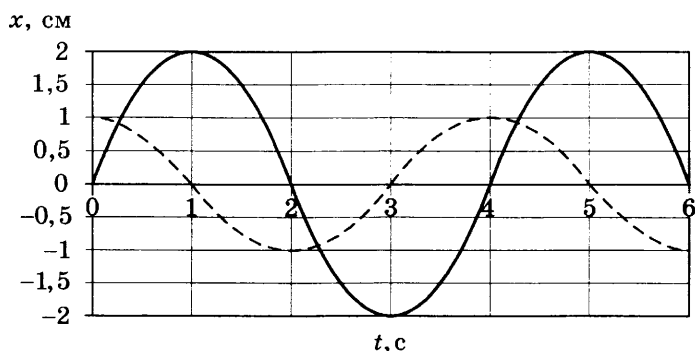
Ответ: _____ м/с.

4. На расстоянии 495 м от наблюдателя рабочие вбивают сваи с помощью копра. Каково время между видимым ударом молота о сваю и звуком удара, услышанным наблюдателем? Скорость звука в воздухе 330 м/с.

Ответ: _____ с.

5. На рисунке приведены зависимости от времени координат двух колеблющихся тел 1 и 2, прикрепленных к одинаковым пружинам. Выберите два верных утверждения о движении тел. Сплошной линией изображены колебания груза m_1 , пунктиром — тела m_2 .

Выберите **два** верных утверждения о движении тел.



- 1) Период колебаний тела 1 в два раза больше периода колебаний тела 2.
- 2) Амплитуды колебаний тел одинаковы.
- 3) Масса тела 1 равна массе тела 2 ($m_1 = m_2$).
- 4) Максимальная кинетическая энергия груза 1 в два раза больше, чем максимальная кинетическая энергия груза 2.
- 5) Максимальные потенциальные энергии пружин отличаются в 4 раза.

Ответ:

--	--

6. Высота полета искусственного спутника над Землей уменьшилась с 600 км до 400 км. Как изменились в результате этого его кинетическая энергия и центростремительное ускорение? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:
- 1) увеличилась
 - 2) уменьшилась
 - 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Кинетическая энергия	Центростремительное ускорение

7. Деревянный брусок, площади граней которого связаны отношением $S_1 : S_2 : S_3 = 1 : 2 : 3$, скользит равномерно и прямолинейно под действием горизонтальной силы \vec{F} по горизонтальной шероховатой опоре, соприкасаясь с ней гранью площадью S_2 . Коэффициент трения бруска об опору равен μ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами для их вычисления.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) масса бруска
- Б) сила нормальной реакции опоры

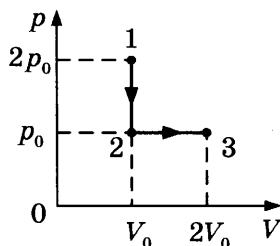
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{F}{2\mu g}$
- 2) $\frac{F}{\mu g}$
- 3) $\frac{F}{2}$
- 4) $\frac{F}{\mu}$

Ответ:

А	Б

8. Газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на диаграмме p - V . Чему равна температура газа в состоянии 3, если в состоянии 2 температура равна 100 К?



Ответ: _____ К.

9. Внешние силы совершили над газом работу 300 Дж, а внутренняя энергия газа увеличилась на 500 Дж. Какое количество теплоты газ получил от окружающей среды?

Ответ: _____ Дж.

10. В сосуде при температуре 100 °С находится влажный воздух с относительной влажностью 80%. Определите парциальное давление водяных паров в сосуде.

Ответ: _____ кПа.

11. При изучении процессов, происходящих с газом, ученик занес в таблицу результаты измерения температуры и давления одного того же количества газа в различных равновесных состояниях. Какие **два** из утверждений, приведенных ниже, соответствуют результатам этих опытов? Газ считать идеальным.

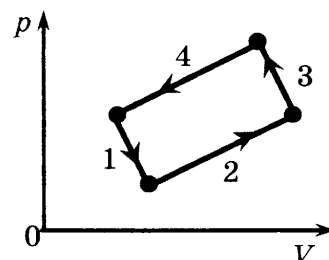
№ опыта	1	2	3	4	5	6	7
p , кПа	200	180	150	100	110	150	200
t , °С	27	27	27	27	57	177	327

- 1) Объем газа в состоянии 4 в 2 раза больше объема газа в состоянии 1.
- 2) В опытах 1–3 объем газа был одинаковым.
- 3) Внутренняя энергия газа в опыте 6 в 3 раза больше, чем в опыте 5.
- 4) При переходе от состояния 5 к состоянию 6 газ отдавал тепло.
- 5) При переходе от состояния 2 к состоянию 3 газ совершал работу.

Ответ:

--	--

12. На рисунке изображена диаграмма четырех последовательных изменений состояния 3 моль идеального газа. В каком из процессов газ совершает максимальную работу, а в каком из процессов модуль работы внешних сил минимален?



Установите соответствие между такими процессами и номерами процессов на диаграмме. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

- А) работа газа максимальна
- Б) модуль работы внешних сил минимален

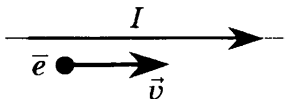
НОМЕРА ПРОЦЕССОВ

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

Ответ:

А	Б

13. Электрон e^- имеет горизонтальную скорость \vec{v} , направленную вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рис.). Куда направлена (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) действующая на электрон сила Лоренца \vec{F} ? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

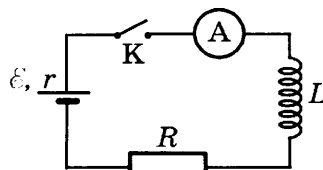
14. Комната освещается люстрой из четырех одинаковых параллельно включенных лампочек. Расход электроэнергии за час равен 600 кДж. Каким будет расход электроэнергии в час, если включить еще одну такую же люстру параллельно первой?

Ответ: _____ кДж.

15. В опыте по наблюдению электромагнитной индукции квадратная рамка из одного витка тонкого провода находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости рамки. Индукция магнитного поля равномерно убывает от максимального значения $B_{\text{макс}}$ до 0 за время T . При этом в рамке возбуждается ЭДС индукции, равная 10 мВ. Определите ЭДС индукции, возникающую в рамке, если T и $B_{\text{макс}}$ уменьшить 2 раза

Ответ: _____ мВ.

16. В схеме, показанной на рисунке, ключ K замыкают в момент времени $t = 0$. Показания амперметра в последовательные моменты времени приведены в таблице. Сопротивление резистора равно 100 Ом. Сопротивлением проводов и амперметра, активным сопротивлением катушки индуктивности и внутренним сопротивлением источника пренебречь.



t , мс	0	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700
I , мА	0	23	38	47	52	55	57	59	59	60	60

Выберите *два* верных утверждения о процессе, происходящем в контуре.

- 1) Напряжение на резисторе сначала увеличивается, а затем не меняется.
- 2) Напряжение на резисторе не меняется с течением времени.
- 3) ЭДС источника равна 3,4 В.
- 4) Напряжение на катушке в момент времени 300 мс равно 0.
- 5) Напряжение на катушке в момент времени 0 мс максимально.

Ответ:

17. При настройке контура радиопередатчика его емкость увеличили. Как при этом изменятся частота колебаний тока в контуре и длина волны излучения?

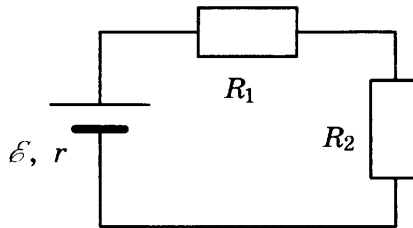
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота колебаний тока в контуре	Длина волны излучения

18. Два резистора подключены к источнику тока с ЭДС \mathcal{E} (см. рисунок). Сопротивление второго резистора равно R_2 , напряжение на нем равно U_2 . Напряжение на первом резисторе равно U_1 . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) сопротивление резистора R_1
 Б) мощность, выделяемая в цепи

ФОРМУЛЫ

- 1) $R_2 \frac{U_1}{U_2}$
 2) $R_2 \frac{U_2}{U_1}$
 3) $\frac{\mathcal{E}U_2}{R_2}$
 4) $\frac{(\mathcal{E} + U_1 + U_2)^2}{R_2}$

Ответ:

А	Б

19. Определите число нуклонов и электронов в нейтральном атоме бора ${}^{10}_5\text{B}$.

Ответ:

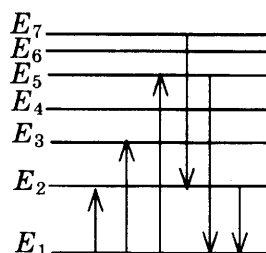
Число нуклонов	Число электронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Поток фотонов с энергией 10 эВ выбивает из металла электроны. Какова максимальная кинетическая энергия электронов, если работа выхода электронов с поверхности данного металла равна 6 эВ?

Ответ: _____ эВ.

21. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Установите соответствие между отмеченными стрелками переходами между энергетическими уровнями и происходящими при этом процессами.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

- А) поглощение фотона с максимальным импульсом
- Б) излучение фотона с максимальной длиной волны

ПЕРЕХОДЫ

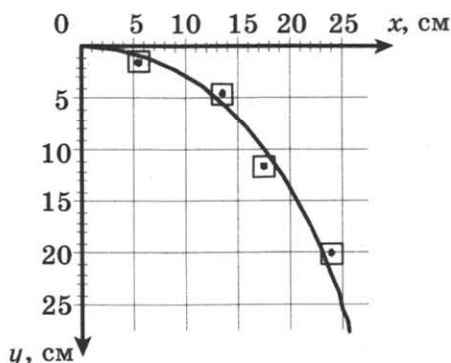
- 1) с уровня 1 на уровень 5
- 2) с уровня 1 на уровень 3
- 3) с уровня 7 на уровень 2
- 4) с уровня 2 на уровень 1

Ответ:

А	Б

22. Ученик исследовал движение шарика, брошенного горизонтально. Для этого он измерил координаты летящего шарика в разные моменты времени его движения. По результатам исследования он заполнил таблицу и построил график траектории движения шарика (зависимость координаты шарика y от координаты x):

t, c	0	0,05	0,10	0,15	0,20
x, cm	0	5,5	13,5	17,5	24
y, cm	0	1,5	4,5	11,5	20



Погрешность измерения координат равна 1 см, а погрешность измерения промежутков времени 0,01 с. Чему равна y -координата шарика в тот момент, когда координата x равна 25 см? Запишите в ответ значение координаты y с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) см.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Нужно провести лабораторную работу по обнаружению зависимости жесткости проволоки от ее материала. Для этого использовали установки, состоящие из закрепленной на потолке проволоки и подвешенного к ней груза. Какие две установки из перечисленных в таблице необходимо выбрать, чтобы провести такое исследование? Все проволоки имели одинаковый диаметр.

№ установки	Длина проволоки	Материал проволоки	Масса груза
1	1,0 м	медь	10 кг
2	1,5 м	медь	2 кг
3	2,0 м	медь	5 кг
4	0,5 м	алюминий	5 кг
5	0,5 м	медь	5 кг

В ответе запишите номера выбранных установок.

Ответ:

--	--

24. Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Диаметр в районе экватора, км	Период обращения вокруг Солнца	Период вращения вокруг оси	Средняя температура на поверхности, °С
Меркурий	4 878	87,97 суток	58,6 суток	350 °С день, -170°С ночь
Венера	12 104	224,7 суток	243 суток 3 часа 50 минут	480 °С
Марс	6 794	687 суток	24 часа 37 минут	-63 °С
Юпитер	142 800	11 лет 314 суток	9 часов 55,5 минут	-150 °С
Сатурн	119 900	29 лет 168 суток	10 часов 40 минут	-180 °С
Уран	51 108	83 года 273 суток	17 часов 14 минут	-214 °С
Нептун	49 493	164 года 292 суток	17 часов 15 минут	-220 °С

Выберите *два* утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Самой большой планетой Солнечной системы является Сатурн.
- 2) Низкая температура на поверхности Урана связана с большим удалением от Солнца.
- 3) Большая разница между ночными и дневными температурами на Меркурии объясняется его быстрым вращением вокруг оси.
- 4) Отличительным признаком планет-гигантов является быстрое, по сравнению с планетами земной группы, вращение вокруг своей оси.
- 5) Период обращения Меркурия вокруг оси больше, чем его период обращения вокруг Солнца.

Ответ:

--	--

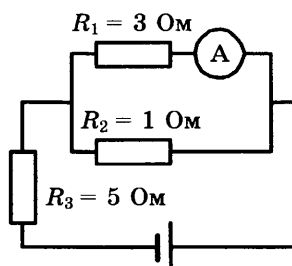
Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Горизонтально расположенная невесомая пружина с жесткостью $k = 1000$ Н/м находится в недеформированном состоянии. Один ее конец закреплен, а другой касается бруска массой $M = 0,1$ кг, находящегося на горизонтальной поверхности. Брусок сдвигают, сжимая пружину, и отпускают. На какую длину Δx была сжата пружина, если после отпускания бруска его скорость достигла величины $v = 1$ м/с? Трением пренебречь.

Ответ: _____ см.

26. В цепи, изображенной на рисунке, идеальный амперметр показывает 1 А. Найдите ЭДС источника, если его внутреннее сопротивление 1 Ом.



Ответ: _____ В.

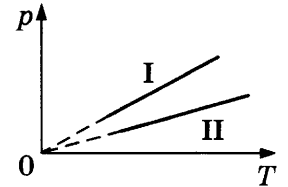
27. Линза с фокусным расстоянием $F = 1$ м дает на экране изображение предмета, уменьшенное в 4 раза. Каково расстояние от предмета до линзы?

Ответ: _____ м.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

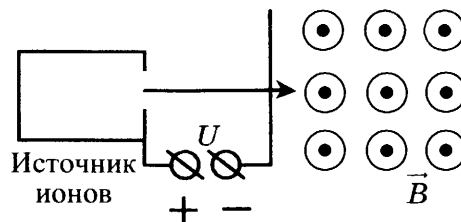
Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28. Две порции одного и того же идеального газа нагреваются в сосудах одинакового объема. Графики процессов представлены на рисунке. Почему изохора I лежит выше изохоры II? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Снаряд массой $2m$ разрывается в полете на две равные части, одна из которых продолжает движение в том же направлении, а другая летит в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличивается за счет энергии взрыва на величину ΔE . Модуль скорости осколка, движущегося по направлению движения снаряда, равен v_1 , а модуль скорости второго осколка равен v_2 . Найдите ΔE .
30. Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре $T_1 = 600$ К и давлении $p_1 = 9 \cdot 10^4$ Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его давление обратно пропорционально квадрату объема. Конечное давление газа $p_2 = 10^4$ Па. Какую работу совершил газ при расширении, если он отдал холодильнику количество теплоты $Q = 1500$ Дж?
31. Ион ускоряется в электрическом поле с разностью потенциалов $U = 10$ кВ и влетает в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору его индукции \vec{B} (см. рисунок). Радиус траектории движения иона в магнитном поле $R = 0,2$ м, модуль индукции магнитного поля $B = 0,5$ Тл. Определите отношение массы иона к его электрическому заряду $\frac{m}{q}$. Кинетической энергией иона при его вылете из источника пренебречь.



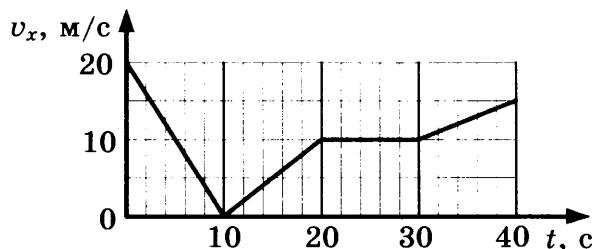
32. Металлическая пластина облучается светом частотой $\nu = 1,6 \cdot 10^{15}$ Гц. Вылетающие из пластины фотоэлектроны попадают в однородное электрическое поле напряженностью 130 В/м, причем вектор напряженности \vec{E} поля направлен к пластине перпендикулярно ее поверхности. Измерения показали, что на расстоянии $L = 10$ см от пластины максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна $E = 15,9$ эВ. Определите работу выхода электронов из данного металла.

ВАРИАНТ 25

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость проекции его скорости на ось Ox от времени. Ось Ox направлена параллельно улице. Определите путь, пройденный автомобилем за промежуток времени от 30 с до 40 с.



Ответ: _____ м.

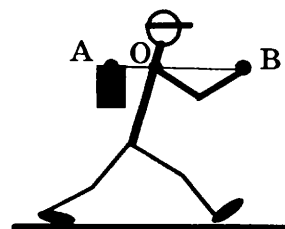
2. У поверхности Земли на космонавта действует гравитационная сила 720 Н. Какая гравитационная сила действует со стороны Земли на того же космонавта в космическом корабле, который движется по круговой орбите на расстоянии двух радиусов Земли от земной поверхности?

Ответ: _____ Н.

3. Груз массой 1 кг под действием силы 30 Н, направленной вертикально вверх, поднимается на высоту 2 м. Чему равна работа этой силы?

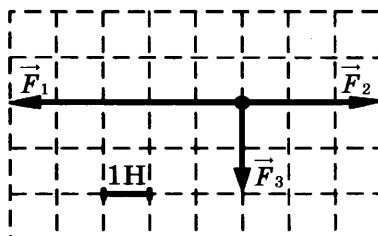
Ответ: _____ Дж.

4. Человек несет груз на палке (см. рисунок). Определите, какую минимальную по величине силу человек должен приложить к концу В невесомой палки, чтобы удержать в равновесии груз массой 2 кг. Расстояние АО равно 0,2 м, расстояние ОВ равно 0,4 м.



Ответ: _____ Н.

5. На рисунке показаны силы (в заданном масштабе), действующие на небольшой шарик массой $m = 400$ г. В начальный момент времени шарик удерживали неподвижным. Выберите из перечисленных ниже **два** верных утверждения о движении шарика, после того как он был отпущен и никаких других сил на него не действовало.



- 1) После того как шарик отпустили, он остался неподвижным.
- 2) Модуль ускорения шарика равен 7 м/с^2 .
- 3) Через две секунды после отпускания скорость шарика равна $8,4 \text{ м/с}$.
- 4) Шарик движется прямолинейно.
- 5) Модуль импульса шарика за 3 с после отпускания изменился на 6 кг·м/с .

Ответ:

--	--

6. Шарик, брошенный вертикально вверх с поверхности земли с начальной скоростью v_0 , поднялся на высоту H , а затем упал обратно на землю. Что произойдет со временем полета и высотой подъема шарика, если уменьшить начальную скорость шарика в 2 раза? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Время полета	Высота подъема

7. Два пластилиновых шарика массами $2m$ и m находятся на горизонтальном гладком столе. Первый из них движется ко второму со скоростью \vec{v} , а второй покоится относительно стола. Между ними происходит абсолютно неупругий удар. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль изменения скорости первого шарика в результате удара
 Б) модуль изменения скорости второго шарика в результате удара

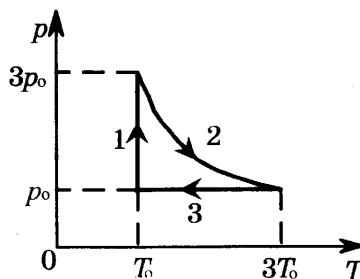
ФОРМУЛЫ

- 1) v
- 2) $2v$
- 3) $\frac{1}{3}v$
- 4) $\frac{2}{3}v$

Ответ:

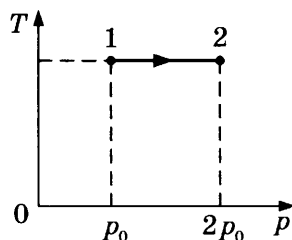
А	Б

8. На p - T -диаграмме изображена последовательность трех процессов ($1 \rightarrow 2 \rightarrow 3$) изменения состояния 2 моль идеального газа. При давлении p_0 и температуре T_0 газ занимает объем 6 л. Какой объем занимает газ в конце процесса 1?



Ответ: _____ л.

9. На T - p -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Работа, совершенная над газом, равна 80 кДж. Какое количество теплоты отдал газ окружающей среде?

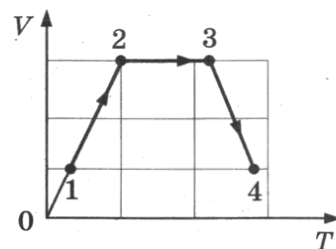


Ответ: _____ кДж.

10. В сосуде под поршнем находится воздух с относительной влажностью 40%. Определите отношение плотности пара в сосуде к плотности насыщенного пара при этой температуре.

Ответ: _____ .

11. Газ в количестве 5 моль последовательно перешел из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояния 3 и 4. Выберите **два** верных утверждения о процессах, происходящих с газом.

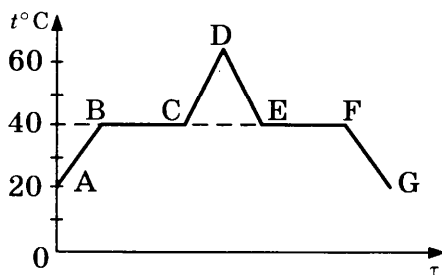


- 1) На участке 1–2 работа газа равна нулю.
- 2) На участке 2–3 работа газа равна нулю.
- 3) На участке 1–2 давление газа увеличивалось.
- 4) Давление газа максимально в состоянии 3.
- 5) Внутренняя энергия газа максимальна в состоянии 4.

Ответ:

--	--

12. Изначально цилиндр был заполнен жидким эфиром, отделенным от атмосферы легким подвижным поршнем. Цилиндр с эфиром начали нагревать. Эфир нагрелся, затем закипел. После того как весь эфир превратился в пар, а пар немного нагрелся, нагреватель отключили, и эфир начал остывать. Установите соответствие между физическими процессами и участками графика зависимости температуры эфира от времени. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) нагрев паров эфира
Б) конденсация паров эфира

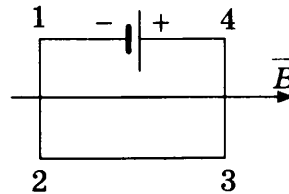
УЧАСТКИ ГРАФИКА

- 1) АВ
2) CD
3) DE
4) EF

Ответ:

А	Б

13. Электрическая цепь, состоящая из четырех прямолинейных проводников (1–2, 2–3, 3–4, 4–1), лежащих в горизонтальной плоскости, и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции \vec{B} которого направлен горизонтально вправо (см. рисунок, вид сверху). Куда направлена (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 1–2? Ответ запишите словом (словами).



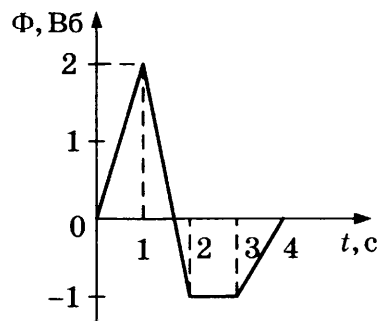
Ответ: _____.

14. По участку цепи, состоящему из резисторов $R_1 = 1$ кОм и $R_2 = 3$ кОм (см. рисунок), протекает постоянный ток $I = 10$ мА. Какое количество теплоты выделится на этом участке за время $t = 1$ мин?



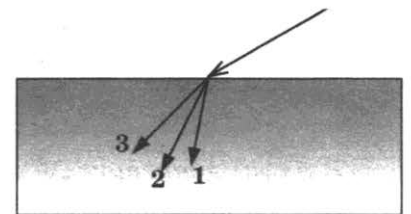
Ответ: _____ Дж.

15. На рисунке показан график зависимости магнитного потока, пронизывающего контур, от времени. Чему равен модуль ЭДС индукции в промежутке времени от 0 с до 1 с?



Ответ: _____ В.

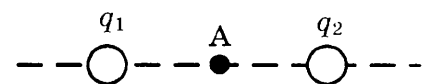
16. Ученик изучал законы преломления света на границе раздела воздух–стекло. При падении на поверхность стекла узкого пучка белого света он разделился на несколько лучей разных цветов — красного, фиолетового и зеленого (см. рисунок). Выберите *два* верных утверждения о результатах данного опыта.



- 1) Луч 2 — зеленый
- 2) Угол преломления луча фиолетового цвета больше, чем красного.
- 3) Данное оптическое явление называется интерференцией.
- 4) Показатель преломления стекла для зеленого света меньше, чем для фиолетового.
- 5) Волны фиолетового цвета распространяются в стекле с самой большой скоростью (из цветов, рассмотренных в данном опыте).

Ответ:

17. Два небольших металлических шарика одинакового диаметра имеют заряды $q_1 = +5$ нКл и $q_2 = -3$ нКл и находятся на некотором расстоянии друг от друга (см. рисунок).



Шарики привели в соприкосновение и раздвинули на прежнее расстояние. Как изменятся при этом модуль силы взаимодействия шариков и модуль напряженности электрического поля в точке А?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль силы взаимодействия шариков	Модуль напряженности электрического поля в точке А

18. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью C и катушки индуктивностью L . При электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре, максимальный заряд пластины конденсатора равен q . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Сопротивлением контура пренебречь.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) максимальная энергия электрического поля конденсатора
- Б) максимальная сила тока, протекающего через катушку

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{q^2}{2C}$
- 2) $q\sqrt{\frac{C}{L}}$
- 3) $\frac{q}{\sqrt{LC}}$
- 4) $\frac{Cq^2}{2}$

Ответ:

А	Б

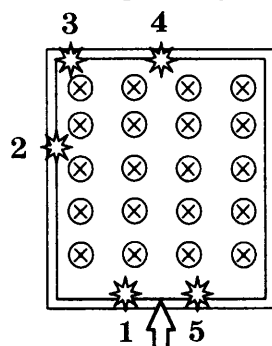
19. Ядро магния ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ захватило электрон. Определите число протонов и нейтронов в этом ядре, образовавшемся в результате такой реакции.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Фотоны с энергией 2,1 эВ вызывают фотоэффект с поверхности цезия, для которого работа выхода равна 1,9 эВ. Насколько нужно увеличить энергию фотона, чтобы максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов увеличилась в 2 раза?



Ответ: _____ эВ.

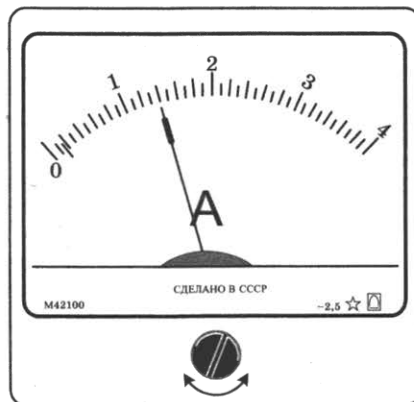
21. В камере прибора создано магнитное поле (см. рисунок), направленное перпендикулярно плоскости рисунка от нас. В прибор влетают с одинаковыми скоростями разные частицы, являющиеся продуктами различных ядерных реакций (электроны ${}_{-1}^0e$, позитроны ${}_{+1}^0e$, протоны ${}_{1}^1p$, нейтроны ${}_{0}^1n$ и α -частицы ${}_{2}^4\text{He}$). Установите соответствие между вспышками на экране и частицей, попавшей в данное место экрана. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ЧАСТИЦА	ВСПЫШКА
А) позитрон	1) 1
Б) протон	2) 2
	3) 3
	4) 4

Ответ:

А	Б

22. С помощью амперметра проводились измерения силы тока на участке цепи. Шкала амперметра проградуирована в А. Погрешность измерений силы тока равна цене деления шкалы амперметра.

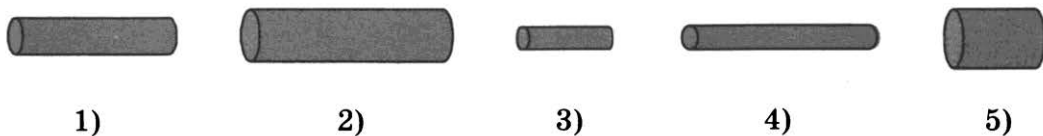


Запишите в ответ величину силы тока в цепи, с учетом погрешности измерений.

Ответ: (____ ± ____) А.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Проводники изготовлены из одного и того же материала. Какую пару проводников нужно выбрать, чтобы на опыте обнаружить зависимость сопротивления проволоки от ее диаметра?



В ответе запишите номера выбранных проводников.

Ответ:

--	--

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

24. Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы.

Название планеты	Диаметр в районе экватора, км	Период обращения вокруг Солнца	Период вращения вокруг оси	Средняя температура на поверхности, °С
Меркурий	4 878	87,97 суток	58,6 суток	350 °С день, -170 °С ночь
Венера	12 104	224,7 суток	243 суток 3 часа 50 минут	480 °С
Марс	6 794	687 суток	24 часа 37 минут	-63 °С
Юпитер	142 800	11 лет 314 суток	9 часов 55,5 минут	-150 °С
Сатурн	119 900	29 лет 168 суток	10 часов 40 минут	-180 °С
Уран	51 108	83 года 273 суток	17 часов 14 минут	-214 °С
Нептун	49 493	164 года 292 суток	17 часов 15 минут	-220 °С

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Высокая температура на поверхности Венеры связана с «парниковым эффектом».
- 2) Уран и Нептун близки по размерам друг к другу.
- 3) Так как период обращения Марса вокруг Солнца примерно в 2 раза больше, чем у Земли, он расположен в 2 раза дальше от Солнца, чем Земля.
- 4) Длительность суток на Уране и Сатурне практически одинакова.
- 5) Периоды обращения вокруг Солнца планет земной группы практически одинаковы.

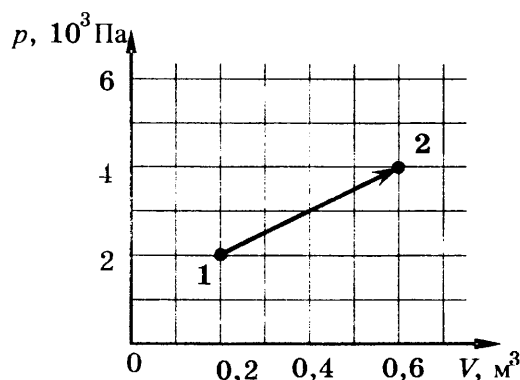
Ответ:

--	--

Часть 2

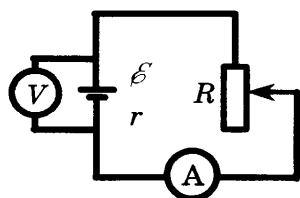
Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Во время опыта абсолютная температура воздуха в сосуде под поршнем повысилась в 2 раза, и он перешел из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Поршень прилегал к стенкам сосуда неплотно, и сквозь зазор между ними мог просачиваться воздух. Рассчитайте отношение $\frac{N_2}{N_1}$ числа молекул газа в сосуде в конце и начале опыта. Воздух считать идеальным газом.



Ответ: _____ .

26. При одном сопротивлении реостата вольтметр показывает 6 В, амперметр — 1 А (см. рисунок). При другом сопротивлении реостата показания приборов: 4 В и 2 А. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока? Амперметр и вольтметр считать идеальными.



Ответ: _____ Ом.

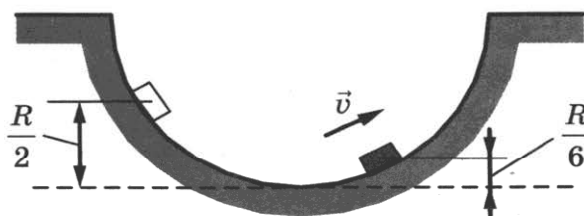
27. Кольцо площадью 10 см^2 из тонкой проволоки с сопротивлением 1 мОм находится в однородном магнитном поле, линии индукции которого составляют угол 30° с плоскостью кольца. За какое время в кольце выделится количество теплоты 32 мкДж, если магнитная индукция возрастает со скоростью 0,08 Тл/с?

Ответ: _____ с.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

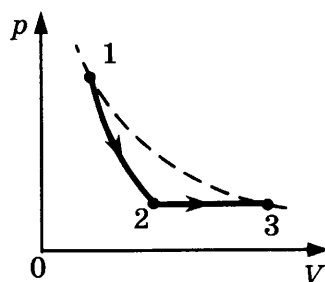
28. Маленькая шайба движется из состояния покоя по неподвижной гладкой сферической поверхности радиусом R . Начальное положение шайбы находится на высоте $\frac{R}{2}$ относительно нижней точки поверхности. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шайбу в момент, когда она движется вправо-вверх, находясь на высоте $\frac{R}{6}$ над нижней точкой поверхности (см. рисунок). Покажите на этом рисунке, куда направлено в этот момент ускорение шайбы (по радиусу поверхности, по касательной к поверхности, внутрь поверхности, наружу от поверхности). Ответ обоснуйте. Сопротивление воздуха не учитывать.



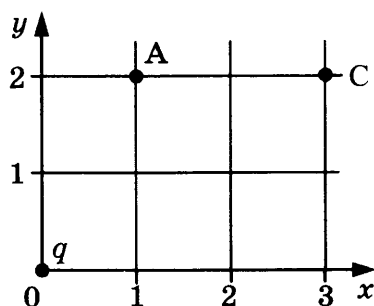
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Полый конус с углом при вершине 2α вращается с угловой скоростью ω вокруг вертикальной оси, совпадающей с его осью симметрии. Вершина конуса обращена вверх. На внешней поверхности конуса находится небольшая шайба, коэффициент трения которой о поверхность конуса равен μ . При каком максимальном расстоянии L от вершины конуса шайба будет неподвижна относительно него? Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на шайбу.

30. Идеальный одноатомный газ расширяется сначала адиабатически, а затем изобарно. Конечная температура газа равна начальной (см. рисунок). При адиабатическом расширении газ совершил работу, равную $A_{12} = 3$ кДж. Какова работа газа A_{123} за весь процесс?



31. Точечный заряд q , помещенный в начало координат, создает в точке А (см. рисунок) электростатическое поле напряженностью $E_1 = 65$ В/м. Какова напряженность поля E_2 в точке С?



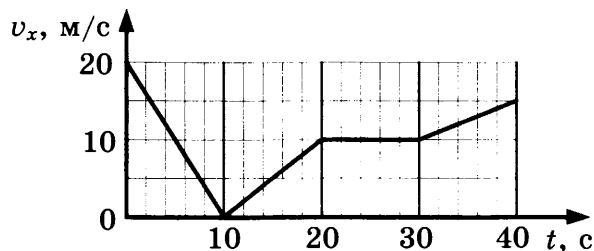
32. Фотокатод, покрытый кальцием (работа выхода $A = 4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж), освещается светом с длиной волны $\lambda = 300$ нм. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $B = 8,3 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля. Каков максимальный радиус окружности R , по которой движутся электроны?

ВАРИАНТ 26

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость проекции его скорости на ось Ox от времени. Ось Ox направлена параллельно улице. Определите путь, пройденный автомобилем за промежуток времени от 0 с до 10 с.



Ответ: _____ м.

2. У поверхности Земли на космонавта действует гравитационная сила 720 Н. Какая гравитационная сила действует со стороны Земли на того же космонавта в космическом корабле, который с помощью реактивных двигателей удерживается неподвижно относительно Земли на расстоянии трех ее радиусов от центра Земли?

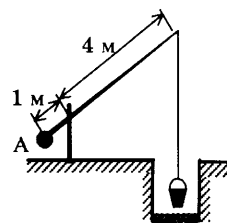
Ответ: _____ Н.

3. На тело, лежащее на горизонтальной поверхности, действуют с силой 10 Н, направленной вверх под углом 60° к горизонту. Под действием этой силы тело сдвинулось вдоль поверхности на 5 м. Определите работу этой силы.

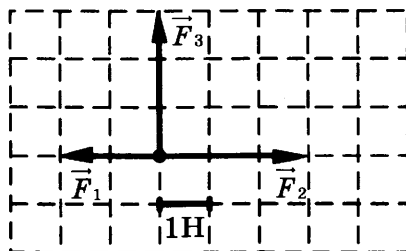
Ответ: _____ Дж.

4. Каким должен быть груз А колодезного журавля (см. рисунок), чтобы он уравновешивал ведро массой 10 кг? (Рычаг считайте невесомым.)

Ответ: _____ кг.



5. На рисунке показаны силы (в заданном масштабе), действующие на небольшой шарик массой $m = 40$ г. В начальный момент времени шарик удерживали неподвижным. Выберите из перечисленных ниже **два** верных утверждения о движении шарика после того, как он был отпущен и никаких других сил не него не действовало.



- 1) После того как шарик отпустили, он стал двигаться горизонтально вправо.
- 2) Модуль ускорения шарика равен $5,6 \text{ м/с}^2$.
- 3) Через 1 секунду после отпускания скорость шарика стала равна 79 м/с .
- 4) Траекторией движения шарика является парабола.
- 5) После того как шарик отпустили, его кинетическая энергия стала увеличиваться.

Ответ:

--	--

6. Шарик, брошенный от поверхности земли вертикально вверх с начальной скоростью u_0 , поднялся на высоту H , а затем упал обратно на землю. Что произойдет с ускорением шарика и его максимальной потенциальной энергией относительно земной поверхности, если уменьшить начальную скорость шарика в 2 раза? Сопротивлением воздуха пренебречь. Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ускорение шарика	Максимальная потенциальная энергия

7. Два пластилиновых шарика массами m и $3m$ находятся на горизонтальном гладком столе. Первый из них движется ко второму со скоростью \vec{v} , а второй покоится относительно стола. Между ними происходит абсолютно неупругий удар. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) модуль изменения скорости первого шарика в результате удара

Б) модуль изменения скорости второго шарика в результате удара

ФОРМУЛЫ

1) v

2) $3v$

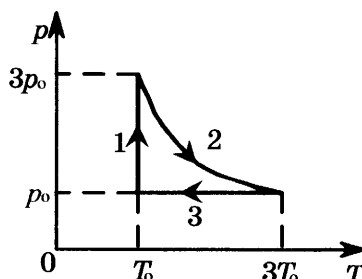
3) $\frac{1}{4}v$

4) $\frac{3}{4}v$

Ответ:

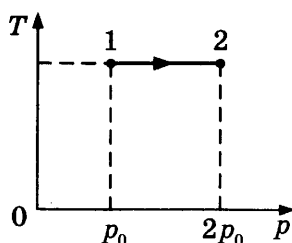
А	Б

8. На p - T -диаграмме изображена последовательность трех процессов (1 → 2 → 3) изменения состояния 2 моль идеального газа. При давлении p_0 и температуре T_0 газ занимает объем 2 л. Какой объем занимает газ в конце процесса 2?



Ответ: _____ л.

9. На T - p -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. В этом процессе газ отдал окружающей среде 20 кДж теплоты. Какую работу совершили над газом внешние силы?

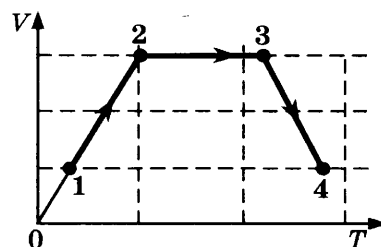


Ответ: _____ кДж.

10. В сосуде под поршнем находится воздух с относительной влажностью 60%. Определите отношение концентрации молекул водяного пара в сосуде к концентрации молекул насыщенного пара при этой же температуре.

Ответ: _____ .

11. Газ в количестве 3 моль последовательно перешел из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояния 3 и 4. Выберите **два** верных утверждения о процессах, происходящих с газом.

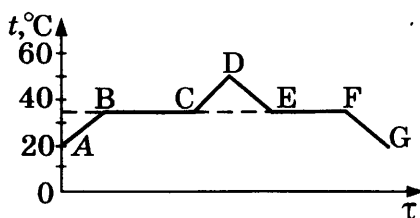


- 1) На участке 1–2 внутренняя энергия газа увеличивалась.
- 2) На участке 1–2 работа газа равна нулю.
- 3) На участке 2–3 давление газа не менялось.
- 4) Давление газа максимально в состоянии 4.
- 5) Внутренняя энергия газа максимальна в состоянии 3.

Ответ:

--	--

12. Изначально цилиндр был заполнен жидким эфиром, отделенным от атмосферы легким подвижным поршнем. Цилиндр с эфиром начали нагревать. Эфир нагрелся, затем закипел. После того как весь эфир превратился в пар, а пар немного нагрелся, нагреватель отключили, и эфир начал остывать. Установите соответствие между физическими процессами и участками графика зависимости температуры эфира от времени. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) кипение жидкого эфира
 Б) охлаждение жидкого эфира

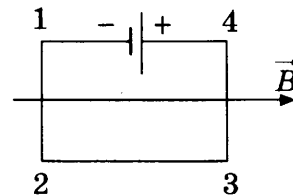
УЧАСТКИ ГРАФИКА

- 1) АВ
 2) ВС
 3) DE
 4) FG

Ответ:

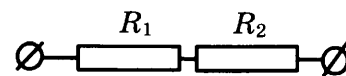
А	Б

13. Электрическая цепь, состоящая из четырех прямолинейных проводников (1-2, 2-3, 3-4, 4-1), лежащих в горизонтальной плоскости, и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции \vec{B} которого направлен горизонтально вправо (см. рисунок, вид сверху). Куда направлена (вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю) вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 3-4? Ответ запишите словом (словами).



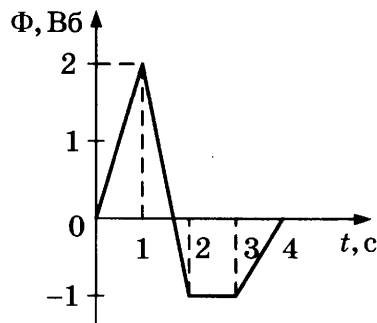
Ответ: _____ .

14. По участку цепи, состоящему из резисторов $R_1 = 2 \text{ кОм}$ и $R_2 = 4 \text{ кОм}$ (см. рисунок), протекает постоянный ток $I = 10 \text{ мА}$. Какое количество теплоты выделится на этом участке за время $t = 1 \text{ мин}$?



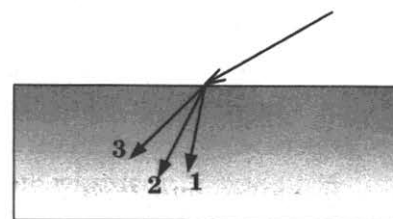
Ответ: _____ Дж.

15. На рисунке показан график зависимости магнитного потока, пронизывающего контур, от времени. Чему равен модуль ЭДС индукции в промежутке времени от 3 с до 4 с?



Ответ: _____ В.

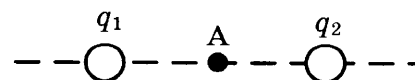
16. Ученик изучал законы преломления света на границе раздела воздух-вода. При падении на поверхность воды узкого пучка белого света он разделился на несколько лучей разных цветов — красного, желтого и синего (см. рисунок). Выберите **два** верных утверждения о результатах данного опыта.



- 1) Луч 2 — красный.
- 2) Угол преломления луча красного цвета больше, чем у синего.
- 3) Данное оптическое явление называется дифракцией.
- 4) Показатель преломления стекла для желтого света, меньше, для синего.
- 5) Волны синего цвета распространяются в стекле с самой большой скоростью (из цветов, рассмотренных в данном опыте).

Ответ:

17. Два небольших металлических шарика одинакового диаметра имеют заряды $q_1 = +6 \text{ нКл}$ и $q_2 = +8 \text{ нКл}$ и находятся на некотором расстоянии друг от друга (см. рисунок). Шарики привели в соприкосновение и раздвинули на прежнее расстояние. Как изменятся при этом модуль силы взаимодействия шариков и модуль напряженности электрического поля в точке А?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль силы взаимодействия шариков	Модуль напряженности электрического поля в точке А

18. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью C и катушки индуктивностью L . При электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре, максимальная сила тока в контуре равна I . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Сопротивлением контура пренебречь.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) максимальная энергия магнитного поля катушки

Б) максимальный заряд конденсатора

ФОРМУЛЫ

1) $\frac{CI^2}{2}$

2) $\frac{LI^2}{2}$

3) $I\sqrt{\frac{L}{C}}$

4) $I\sqrt{LC}$

Ответ:

А	Б

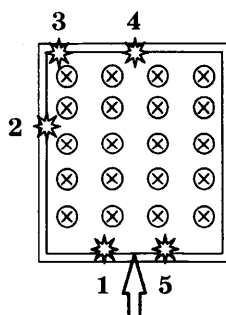
19. Ядро фтора ${}^{18}_9\text{F}$ захватило электрон. Определите число протонов и нейтронов в ядре, образовавшемся в результате такой реакции.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Фотоны с энергией 2,1 эВ вызывают фотоэффект с поверхности цезия, для которого работа выхода равна 1,9 эВ. Насколько нужно уменьшить энергию фотона, чтобы максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов уменьшилась в 2 раза?



Ответ: _____ эВ.

21. В камере прибора создано магнитное поле (см. рисунок), направленное перпендикулярно плоскости рисунка от нас. В прибор влетают с одинаковыми скоростями разные частицы, являющиеся продуктами различных ядерных реакций (электроны ${}_{-1}^0e$, позитроны ${}_{+1}^0e$, протоны ${}_{1}^1p$, нейтроны ${}_{0}^1n$ и α -частицы ${}_{2}^4\text{He}$). Установите соответствие между вспышками на экране и частицей, попавшей в данное место экрана.

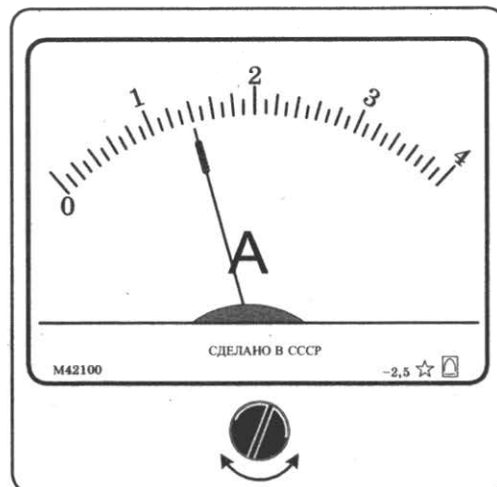
ЧАСТИЦА	ВСПЫШКА
А) нейтрон	1) 1
Б) α -частица	2) 2
	3) 3
	4) 4

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

22. С помощью амперметра проводились измерения силы тока на участке цепи. Шкала амперметра проградуирована в А. Погрешность измерений силы тока равна половине цены деления шкалы амперметра.

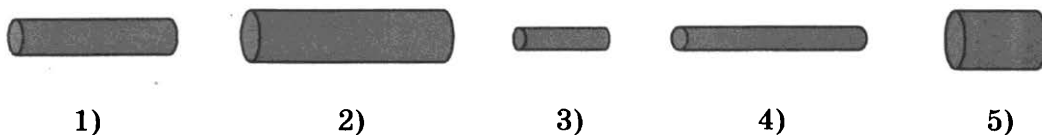


Запишите в ответ величину силы тока в цепи с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) А.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Проводники изготовлены из одного и того же материала. Какую пару проводников нужно выбрать, чтобы на опыте обнаружить зависимость сопротивления проволоки от ее длины?



В ответе запишите номера выбранных проводников.

Ответ:

--	--

24. В таблице приведены выборочные характеристики Солнца, Земли и Луны. Выберите *два* верных утверждения из пяти приведённых ниже, и запишите их номера.

	Средний диаметр (км)	Масса (кг)	Ускорение свободного падения (м/с ²)	Средняя скорость орбитального движения (км/с)	Период обращения вокруг оси (сутки)	Вторая космическая скорость (км/с)
Солнце	$1,39 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^{30}$	274	250	25,4	620
Земля	6370	$6 \cdot 10^{24}$	9,8	29,8	1	11,2
Луна	3476	$7,35 \cdot 10^{22}$	1,62	1,03	27,3	2,4

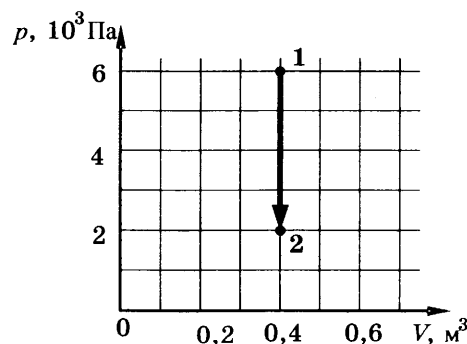
- 1) Для того, чтобы космический корабль смог улететь с Луны, преодолев её притяжение ему нужно сообщить скорость 1,03 км/с.
- 2) Размер Солнца в 109 раз больше размера Земли.
- 3) На тело массой 5 кг, находящееся вблизи поверхности Луны, действует сила тяготения, равная 9,1 Н.
- 4) Масса Луны в 4,3 раза меньше массы Земли.
- 5) Солнце вращается вокруг своей оси быстрее, чем Земля.

Ответ:

Часть 2

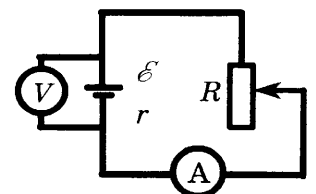
Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Во время опыта абсолютная температура воздуха в сосуде понизилась в 2 раза, и он перешел из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Кран у сосуда был закрыт неплотно, и сквозь него мог просачиваться воздух. Рассчитайте отношение $\frac{N_1}{N_2}$ числа молекул газа в сосуде в начале и конце опыта. Воздух считать идеальным газом.



Ответ: _____ .

26. При одном сопротивлении реостата вольтметр показывает 8 В, амперметр — 1 А (см. рисунок). При другом сопротивлении реостата показания приборов: 6 В и 2 А. Чему равна ЭДС источника тока? Амперметр и вольтметр считать идеальными.



Ответ: _____ В.

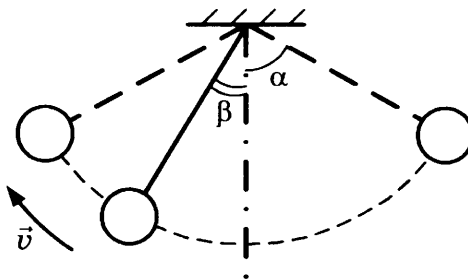
27. Кольцо площадью 10 см^2 из тонкой проволоки с сопротивлением 1 мОм находится в однородном магнитном поле, линии индукции которого составляют угол 30° с плоскостью кольца. Какое количество теплоты выделится в кольце за 100 с , если магнитная индукция возрастает со скоростью $0,06 \text{ Тл/с}$?

Ответ: _____ мкДж.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

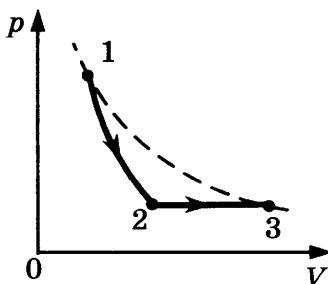
Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28. Маленький шарик, подвешенный к потолку на легкой нерастяжимой нити, совершает колебания в вертикальной плоскости. Максимальное отклонение нити от вертикали составляет угол $\alpha = 60^\circ$. Сделайте рисунок с указанием сил, приложенных к шарiku в тот момент, когда шарик движется влево-вверх, а нить образует угол $\beta = 30^\circ$ с вертикалью (см. рисунок). Покажите на этом рисунке, куда направлено в этот момент ускорение шарика (по нити, перпендикулярно нити, внутрь траектории, наружу от траектории). Ответ обоснуйте. Сопротивление воздуха не учитывать.

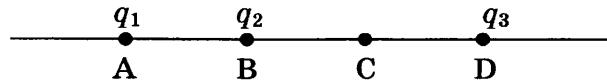


Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Конус с углом при вершине 2α вращается вокруг вертикальной оси, совпадающей с его осью симметрии. Вершина конуса обращена вверх. На поверхности конуса находится небольшая шайба. При какой минимальной угловой скорости вращения конуса шайба не будет соскальзывать с него, если коэффициент трения о поверхность конуса равен μ и шайба находится на расстоянии L от вершины конуса? Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на шайбу.
30. Идеальный одноатомный газ расширяется сначала адиабатически, а затем изобарно. Конечная температура газа равна начальной (см. рисунок). За весь процесс газом совершается работа, равная $A_{123} = 3 \text{ кДж}$. Какую работу A_{12} совершает газ при адиабатическом расширении?



31. Точки A , B , C и D расположены на прямой и разделены равными промежутками L (см. рисунок). В точке A помещен заряд $q_1 = 8 \cdot 10^{-12}$ Кл, в точке B — заряд $q_2 = -5 \cdot 10^{-12}$ Кл. Какой заряд q_3 надо поместить в точку D , чтобы напряженность поля в точке C была равна нулю?



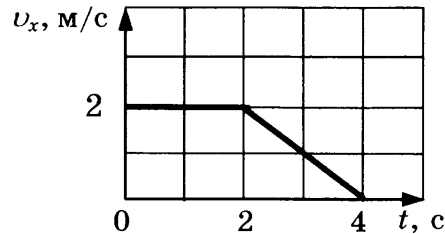
32. Фотокатод, покрытый кальцием, освещается светом с длиной волны $\lambda = 225$ нм. Работа выхода электронов из кальция равна $A = 4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружности с максимальным радиусом $R = 5$ мм. Каков модуль индукции магнитного поля B ?

ВАРИАНТ 27

Часть 1

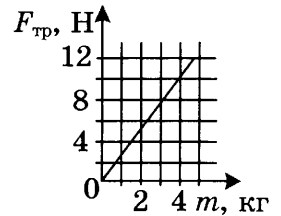
Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Тело движется вдоль оси X . На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось X от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени $t = 4$ с?



Ответ: _____ м.

2. При исследовании зависимости силы трения скольжения $F_{\text{тр}}$ деревянного бруска по горизонтальной поверхности стола от массы m бруска получен график, представленный на рисунке. Определите с помощью графика коэффициент трения в этом исследовании.



Ответ: _____ .

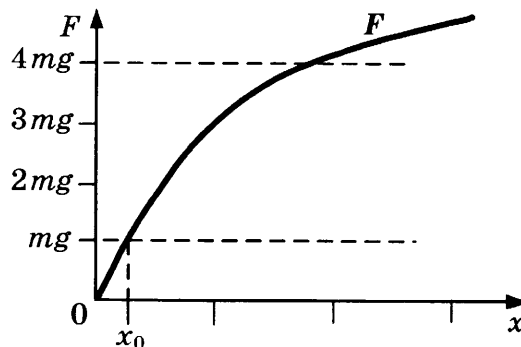
3. Два автомобиля одинаковой массы 1000 кг движутся со скоростями 10 м/с и 20 м/с относительно Земли в противоположных направлениях. Чему равен модуль импульса второго автомобиля в системе отсчета, связанной с первым автомобилем?

Ответ: _____ кг·м/с.

4. Струна создает звуковую волну, которая распространяется в воздухе со скоростью 340 м/с. Длина звуковой волны равна 0,68 м. Какова частота колебаний струны?

Ответ: _____ Гц.

5. Зависимость силы упругости резинового жгута F от удлинения x изображена на графике. Период малых вертикальных колебаний груза массы m , подвешенного на резинового жгуте, равен T_0 .



Выберите **два** утверждения, которые соответствуют результатам опыта.

- 1) Зависимость силы упругости резинового жгута от удлинения не подчиняется закону Гука.
- 2) При увеличении силы упругости в 2 раза удлинение увеличивается в 2 раза.
- 3) При силе упругости, равной $4mg$, удлинение $x < 4x_0$.
- 4) Период T малых вертикальных колебаний груза массой $4m$ на этом жгуте удовлетворяет соотношению $T = 2T_0$.
- 5) Период T малых вертикальных колебаний груза массой $4m$ на этом жгуте удовлетворяет соотношению $T > 2T_0$.

Ответ:

--	--

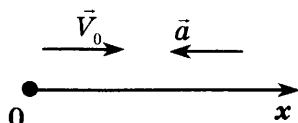
6. Груз массой m , подвешенный к пружине, совершает свободные вертикальные колебания с периодом T и амплитудой x_0 . Что произойдет с периодом и максимальной потенциальной энергией пружины, если при неизменной амплитуде уменьшить массу груза? Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний	Максимальная потенциальная энергия пружины

7. Тело равноускоренно движется вдоль оси X . Ускорение тела \vec{a} , начальная скорость тела \vec{V}_0 , время движения t . Направление начальной скорости и ускорения тела указаны на рисунке.



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) проекция перемещения тела за время t
- Б) проекция скорости тела в некоторый момент времени t

ФОРМУЛЫ

- 1) $V_0t + at^2/2$
- 2) $V_0t - at^2/2$
- 3) $V_0 + at^2/2$
- 4) $V_0 - at$

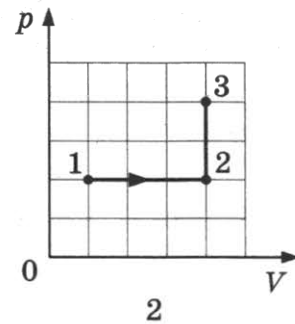
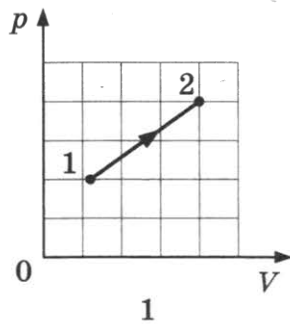
Ответ:

А	Б

8. При сжатии идеального газа и его объем, и температура уменьшились в 2 раза. Каким стало конечное давление газа, если начальное давление равно 80 кПа?

Ответ: _____ кПа.

9. На рисунке приведены графики двух процессов, происходящих с одним и тем же количеством идеального газа. Определите отношение работ газа в $\frac{A_1}{A_2}$ этих процессах.

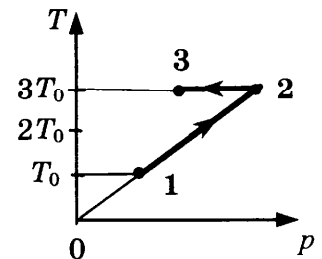


Ответ: _____.

10. Температура алюминиевой детали массой 2 кг увеличилась от 200 °С до 400 °С. Какое количество теплоты получила деталь?

Ответ: _____ кДж.

11. Зависимость температуры одного моля одноатомного идеального газа от давления показана на рисунке. Выберите из предложенных утверждений **два**, которые верно отражают результаты этого эксперимента.



- 1) В процессе 1–2 объем газа увеличился в 3 раза.
- 2) В процессе 2–3 газ совершал работу.
- 3) В процессе 2–3 внутренняя энергия газа уменьшалась.
- 4) В процессе 1–2 к газу подводили тепло.
- 5) Объем газа в состоянии 3 равен объему газа в состоянии 1.

Ответ:

--	--

12. Установите соответствие между формулами и процессами в идеальном газе, которые они описывают (N — число частиц, p — давление, V — объем, T — абсолютная температура). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

А) $\frac{p}{T} = \text{const}$

Б) $\frac{V}{T} = \text{const}$

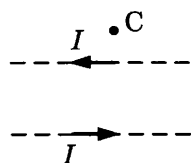
ПРОЦЕССЫ

- 1) изобарный процесс при $N = \text{const}$
- 2) изотермический процесс при $N = \text{const}$
- 3) изохорный процесс при $N = \text{const}$
- 4) адиабатный процесс при $N = \text{const}$

Ответ:

А	Б

13. По двум тонким длинным прямым проводникам, параллельным друг другу, текут одинаковые токи I (см. рисунок). Как направлено (**вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю**) создаваемое ими магнитное поле в точке С? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

14. Модуль сил взаимодействия двух одинаковых точечных электрических зарядов равен 8 мкН. Чему равен модуль сил взаимодействия двух других точечных зарядов на том же расстоянии друг от друга, если величина каждого заряда в 2 раза больше, чем в первом случае?

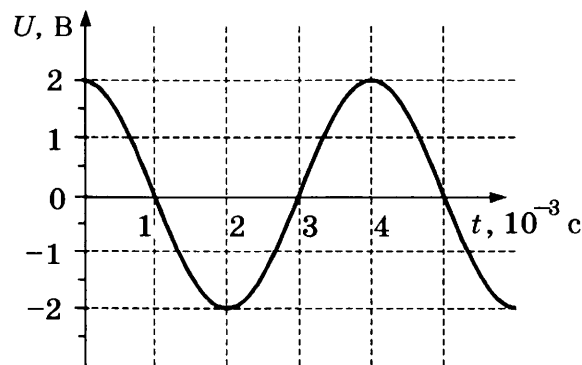
Ответ: _____ мкН.

15. На рисунке показаны два способа вращения квадратной проволочной рамки в однородном магнитном поле, линии индукции которого направлены из плоскости чертежа к нам. Вращение происходит вокруг оси MN, лежащей в плоскости рисунка. В первом случае максимальная величина ЭДС индукции, возникающей в рамке, равна 4 мВ. Определите максимальную величину ЭДС индукции, возникающей в рамке во втором случае, если частота вращения рамки в обоих случаях одинакова.



Ответ: _____ мВ.

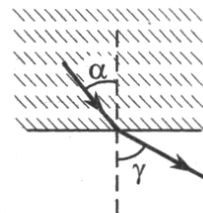
16. Напряжение между обкладками конденсатора в колебательном контуре меняется с течением времени согласно графику на рисунке. Какие **два** верных вывода можно сделать по результатам этого опыта?



- 1) В промежутке от $3 \cdot 10^{-3}$ с до $4 \cdot 10^{-3}$ с энергия магнитного поля катушки увеличивается до максимального значения.
- 2) Период изменения энергии электрического поля конденсатора равен $2 \cdot 10^{-3}$ с.
- 3) В момент времени $3 \cdot 10^{-3}$ с заряд конденсатора равен 0.
- 4) В промежутке от $1 \cdot 10^{-3}$ с до $2 \cdot 10^{-3}$ с энергия электрического поля конденсатора преобразуется в энергию магнитного поля катушки.
- 5) Сила тока через катушку контура не зависит от времени.

Ответ:

17. Световой пучок выходит из стекла в воздух (см. рисунок). Что происходит при этом с частотой электромагнитных колебаний в световой волне и скоростью их распространения?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота	Скорость

18. Два резистора с сопротивлениями R_1 и R_2 параллельно подсоединили к клеммам батарейки для карманного фонаря. Напряжение на клеммах батарейки U . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) сила тока через батарейку
- Б) напряжение на резисторе с сопротивлением R_1

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{U(R_1 + R_2)}{R_1 R_2}$
- 2) U
- 3) $\frac{U}{R_1 + R_2}$
- 4) $\frac{U(R_1 + R_2)}{R_2}$

Ответ:

А	Б

19. Сколько протонов и электронов содержит нейтральный атом титана ${}_{22}^{48}\text{Ti}$?

Ответ:

Число протонов	Число электронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Период полураспада радиоактивного изотопа кальция ${}_{20}^{45}\text{Ca}$ составляет 164 суток. Если изначально было $4 \cdot 10^{24}$ атомов ${}_{20}^{45}\text{Ca}$, то примерно сколько их будет через 328 суток?

Ответ: _____ 10^{24} атомов.

21. Радиоактивное ядро испытало β -распад. Как изменились в результате этой ядерной реакции заряд и число нейтронов в ядре?

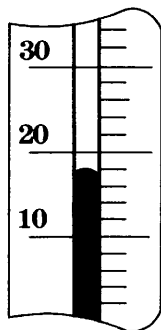
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Заряд ядра	Число нейтронов в ядре

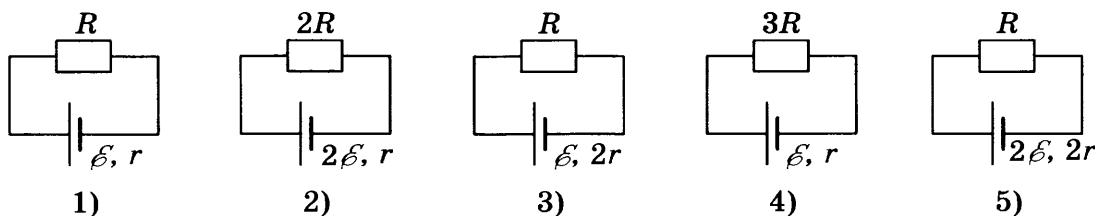
22. На рисунке показана часть шкалы комнатного термометра. Погрешность измерения температуры равна цене деления термометра. Запишите в ответ температуру воздуха в комнате с учетом погрешности измерений.



Ответ: (±) °C.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Для выполнения лабораторной работы ученику требуется проверить зависимость тепловой мощности, выделяющейся на резисторе, от его сопротивления. В его распоряжении имеется 5 установок, показанных на рисунке. Какие из установок нужно использовать для того, чтобы выполнить эту работу?



В ответе запишите номера выбранных установок.

Ответ:

24. В таблице приведены выборочные характеристики Солнца, Земли и Луны. Выберите **два** верных утверждения из пяти приведённых ниже, и запишите их номера.

	Средний диаметр (км)	Масса (кг)	Ускорение свободного падения (м/с ²)	Средняя скорость орбитального движения (км/с)	Период обращения вокруг оси (сутки)	Вторая космическая скорость (км/с)
Солнце	$1,39 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^{30}$	274	250	25,4	620
Земля	6370	$6 \cdot 10^{24}$	9,8	29,8	1	11,2
Луна	3476	$7,35 \cdot 10^{22}$	1,62	1,03	27,3	2,4

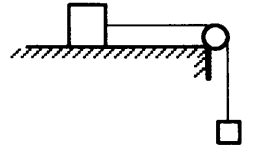
- 1) Масса Луны составляет 0,012 массы Земли.
- 2) Размер Солнца в 109 раз больше размера Луны.
- 3) На тело массой 7 кг, находящееся вблизи поверхности Луны, действует сила тяготения, равная 68,4 Н.
- 4) Для того, чтобы космический корабль смог улететь с Земли, преодолев её притяжение ему нужно сообщить скорость 11,2 км/с.
- 5) Луна вращается вокруг своей оси быстрее, чем Земля.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. По гладкому горизонтальному столу из состояния покоя движется массивный брусок, соединенный с грузом массой 0,4 кг невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок (см. рисунок). Ускорение груза равно 2 м/с^2 . Чему равна масса бруска?



Ответ: _____ кг.

26. В кубическом метре воздуха в помещении при температуре 18°C находится $0,924 \cdot 10^{-2} \text{ кг}$ водяных паров. Пользуясь таблицей плотности насыщенных паров воды, определите относительную влажность воздуха.

$t, ^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho_{\text{нп}}, 10^{-2} \text{ кг/м}^3$	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

Ответ: _____ %.

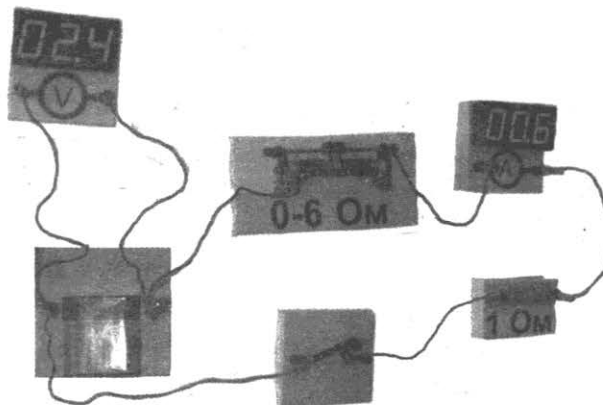
27. Две частицы с отношением зарядов $\frac{q_2}{q_1} = \frac{1}{2}$ и отношением масс $\frac{m_2}{m_1} = \frac{1}{4}$ движутся в однородном электрическом поле. Начальная скорость у обеих частиц равна нулю. Определите отношение кинетических энергий этих частиц $\frac{W_2}{W_1}$ спустя одно и то же время после начала движения.

Ответ: _____ .

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

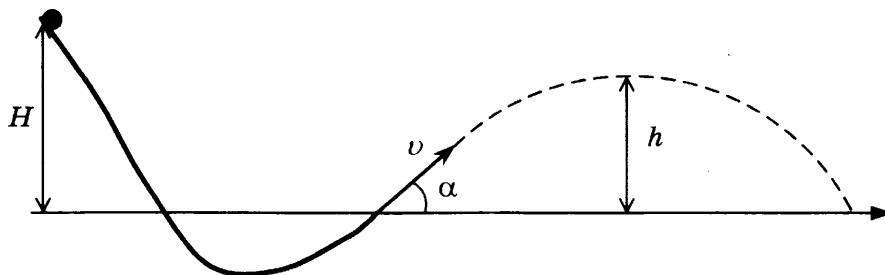
Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28. На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из резистора, реостата, ключа, цифровых вольтметра, подключенного к батарее, и амперметра. Используя законы постоянного тока, объясните, как изменятся (увеличится или уменьшится) сила тока в цепи и напряжение на батарее при перемещении движка реостата в крайнее правое положение.



Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

29. При выполнении трюка «Летающий велосипедист» гонщик движется по трамплину под действием силы тяжести, начиная движение из состояния покоя с высоты H (см. рисунок). На краю трамплина скорость гонщика направлена под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Пролетев по воздуху, гонщик приземляется на горизонтальный стол, находящийся на той же высоте, что и край трамплина. Какова высота полета h на этом трамплине? Сопротивлением воздуха и трением пренебречь.



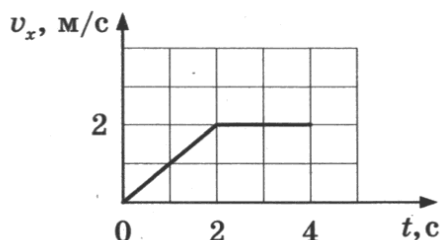
30. С разреженным азотом, который находится в сосуде под поршнем, провели два опыта. В первом опыте газу сообщили, закрепив поршень, количество теплоты $Q_1 = 742$ Дж, в результате чего его температура изменилась на некоторую величину ΔT . Во втором опыте, предоставив азоту возможность изобарно расширяться, сообщили ему количество теплоты $Q_2 = 1039$ Дж, в результате чего его температура изменилась также на ΔT . Каким было изменение температуры ΔT в опытах? Масса азота $m = 1$ кг.
31. Полый шарик массой $m = 0,3$ г с зарядом $q = 6$ нКл движется в однородном горизонтальном электрическом поле из состояния покоя. Траектория шарика образует с вертикалью угол $\alpha = 45^\circ$. Чему равен модуль напряженности электрического поля E ?
32. Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 290$ нм. При облучении катода светом с длиной волны λ фототок прекращается, при напряжении между анодом и катодом $U = 1,5$ В. Определите длину волны λ .

ВАРИАНТ 28

Часть 1

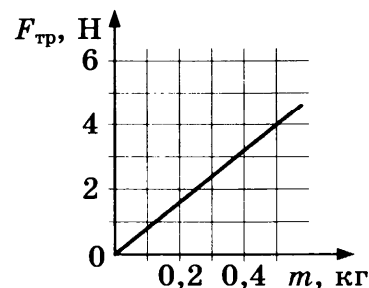
Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Тело движется по оси X . На графике показана зависимость проекции скорости тела на ось X от времени. Каков путь, пройденный телом к моменту времени $t = 3$ с?



Ответ: _____ м.

2. При исследовании зависимости силы трения скольжения $F_{\text{тр}}$ деревянного бруска по горизонтальной поверхности стола от массы m бруска получен график, представленный на рисунке. Определите с помощью графика коэффициент трения в этом исследовании.



Ответ: _____ .

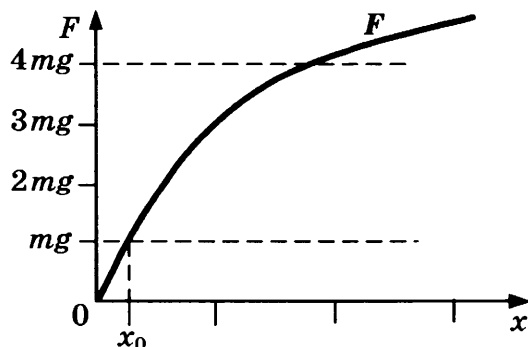
3. Два автомобиля одинаковой массы 1000 кг движутся со скоростями 20 м/с и 10 м/с относительно Земли в одном и том же направлении. Чему равен модуль импульса первого автомобиля в системе отсчета, связанной со вторым автомобилем?

Ответ: _____ кг·м/с.

4. Частота колебаний струны равна 250 Гц. Скорость звука в воздухе 340 м/с. Какова длина звуковой волны?

Ответ: _____ м.

5. Зависимость силы упругости резинового жгута F от удлинения x изображена на графике. Частота малых вертикальных колебаний груза массы m , подвешенного на резиновом жгуте, равна ν_0 .



Выберите **два** утверждения, которые соответствуют результатам опыта.

- 1) Зависимость силы упругости резинового жгута от удлинения подчиняется закону Гука.
- 2) При силе упругости, равной $4mg$, удлинение $x = 4x_0$.
- 3) При силе упругости, равной $4mg$, удлинение $x > 4x_0$.
- 4) Частота ν малых вертикальных колебаний груза массой $4m$ на этом жгуте удовлетворяет соотношению $\nu < 2\nu_0$.
- 5) Частота ν малых вертикальных колебаний груза массой $4m$ на этом жгуте удовлетворяет соотношению $\nu > 2\nu_0$.

Ответ:

--	--

6. Груз массой m , подвешенный к пружине, совершает свободные вертикальные колебания с периодом T и амплитудой x_0 . Что произойдет с периодом и максимальной потенциальной энергией пружины, если при неизменной амплитуде увеличить массу груза?

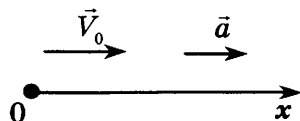
Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний	Максимальная потенциальная энергия пружины

7. Тело равноускоренно движется вдоль оси X . Ускорение тела a , начальная скорость тела V_0 , время движения t . Направление начальной скорости и ускорения тела указаны на рисунке.



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) проекция скорости тела в некоторый момент времени t
- Б) проекция перемещения тела за время t

ФОРМУЛЫ

- 1) $V_0 t + \frac{at^2}{2}$
- 2) $V_0 t - \frac{at^2}{2}$
- 3) $V_0 + \frac{at^2}{2}$
- 4) $V_0 + at$

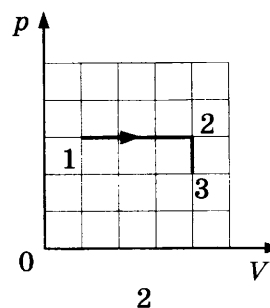
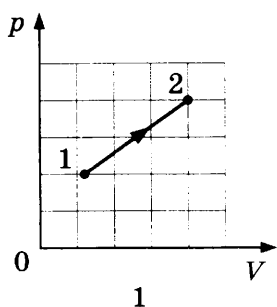
Ответ:

А	Б

8. При нагревании идеального газа и его давление, и температура увеличились в 2 раза. Каким стал конечный объем газа, если начальный объем равен 2 л?

Ответ: _____ л.

9. На рисунке приведены графики двух процессов, происходящих с одним и тем же количеством идеального газа. Определите отношение работ газа в $\frac{A_1}{A_2}$ этих процессах.

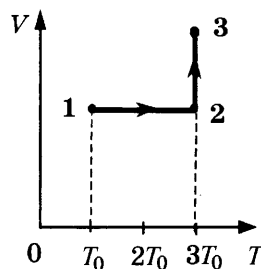


Ответ: _____ .

10. Температура чугунной детали массой 3 кг увеличилась от 100 °С до 300 °С. Какое количество теплоты получила деталь?

Ответ: _____ кДж.

11. Зависимость объема одного моля одноатомного идеального газа от температуры показана на рисунке. Выберите из предложенных утверждений два, которые верно отражают результаты этого эксперимента.



- 1) В процессе 1–2 давление газа увеличилось в 3 раза.
- 2) В процессе 2–3 газ совершал работу.
- 3) В процессе 2–3 внутренняя энергия газа уменьшалась.
- 4) В процессе 1–2 от газа отводили тепло.
- 5) Объем газа в состоянии 3 равен объему газа в состоянии 1.

Ответ:

--	--

12. Установите соответствие между формулами и процессами в идеальном газе, которые они описывают (N — число частиц, p — давление, V — объем, Q — количество теплоты). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

А) $pV = \text{const}$

Б) $Q = 0$

ПРОЦЕССЫ

1) изобарный процесс при $N = \text{const}$

2) изотермический процесс при $N = \text{const}$

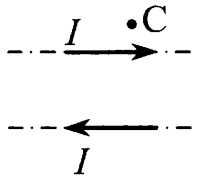
3) изохорный процесс при $N = \text{const}$

4) адиабатный процесс

Ответ:

А	Б

13. По двум тонким длинным прямым проводникам, параллельным друг другу, текут одинаковые токи I (см. рисунок). Как направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор индукции \vec{B} создаваемого ими магнитного поля в точке C ? Ответ запишите словом (словами).

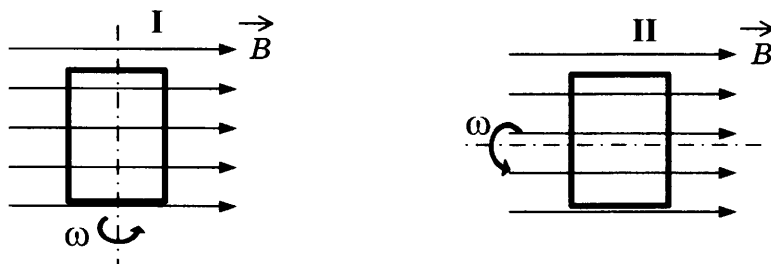


Ответ: _____.

14. Модуль сил взаимодействия двух одинаковых точечных электрических зарядов равен 9 мкН. Чему равен модуль сил взаимодействия двух других точечных зарядов на том же расстоянии друг от друга, если величина каждого заряда в 3 раза больше, чем в первом случае?

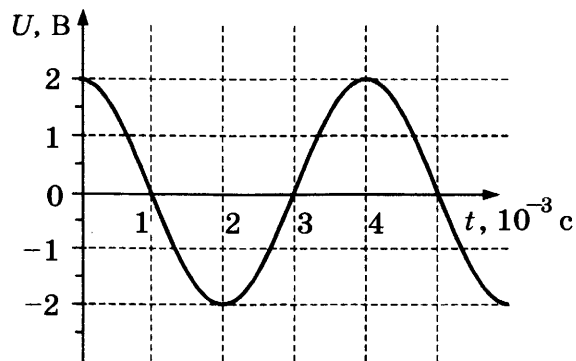
Ответ: _____ мкН.

15. На рисунке показаны два способа вращения проводящей рамки в однородном магнитном поле. В первом случае при вращении рамки в ней возникает индукционный ток, максимальная сила которого равна 0,1 А. Какова максимальная сила тока во втором случае, если угловые скорости вращения рамки одинаковы в обоих случаях?



Ответ: _____ А.

16. Напряжение между обкладками конденсатора в колебательном контуре меняется с течением времени согласно графику на рисунке. Какие *два* верных вывода можно сделать по результатам этого опыта?

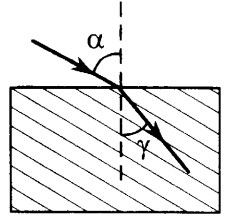


- 1) В промежутке от $2 \cdot 10^{-3}$ с до $3 \cdot 10^{-3}$ с энергия магнитного поля катушки увеличивается от нуля до максимального значения.
- 2) Период изменения энергии магнитного поля катушки равен $2 \cdot 10^{-3}$ с.
- 3) В момент времени $4 \cdot 10^{-3}$ с заряд конденсатора равен 0.
- 4) В промежутке от $3 \cdot 10^{-3}$ с до $4 \cdot 10^{-3}$ с энергия электрического поля конденсатора преобразуется в энергию магнитного поля катушки.
- 5) В момент времени $4 \cdot 10^{-3}$ с сила тока через катушку контура максимальна.

Ответ:

--	--

17. Световой пучок переходит из воздуха в стекло (см. рисунок). Что происходит при этом с частотой электромагнитных колебаний в световой волне и длиной волны?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота	Длина волны

18. Два резистора с сопротивлениями R_1 и R_2 соединили последовательно и подключили к клеммам батарейки для карманного фонаря. Напряжение на клеммах батарейки U . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) сила тока через батарейку
- Б) напряжение на резисторе с сопротивлением R_1

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{U}{R_1 + R_2}$
- 2) $U(R_1 + R_2)$
- 3) $\frac{UR_1}{R_1 + R_2}$
- 4) $\frac{U}{R_1}$

Ответ:

А	Б

19. Сколько протонов и электронов содержит нейтральный атом меди ${}^{63}_{29}\text{Cu}$?

Ответ:

Число протонов	Число электронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Период полураспада радиоактивного изотопа цезия ${}^{137}_{55}\text{Cs}$ составляет 30 лет. Если изначально было $4 \cdot 10^{24}$ атомов ${}^{137}_{55}\text{Cs}$, то сколько их примерно будет через 60 лет?

Ответ: _____ $\cdot 10^{24}$ атомов.

21. Радиоактивное ядро испытало β -распад. Как изменились в результате этой ядерной реакции число нуклонов в ядре и число протонов в ядре?

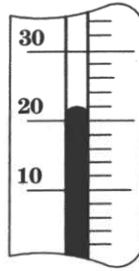
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Число нуклонов в ядре	Число протонов в ядре

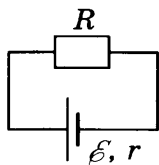
22. На рисунке показана часть шкалы комнатного термометра. Абсолютная погрешность измерения температуры равна цене деления термометра. Запишите в ответ температуру воздуха в комнате с учетом погрешности измерений.



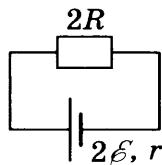
Ответ: (_____ ± _____) °C.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

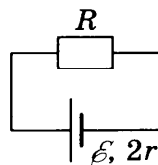
23. Для выполнения лабораторной работы ученику требуется проверить зависимость тепловой мощности, выделяющейся на резисторе, от ЭДС аккумулятора. В его распоряжении имеется 5 установок, показанных на рисунке. Какие из установок нужно использовать для того, чтобы выполнить эту работу?



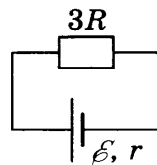
1)



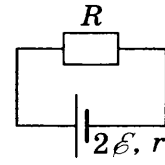
2)



3)



4)



5)

В ответе запишите номера выбранных установок.

Ответ:

--	--

24. В таблице приведены выборочные характеристики Солнца, Земли и Луны. Выберите *два* верных утверждения из пяти приведённых ниже, и запишите их номера.

	Средний диаметр (км)	Масса (кг)	Ускорение свободного падения (м/с ²)	Средняя скорость орбитального движения (км/с)	Период обращения вокруг оси (сутки)	Вторая космическая скорость (км/с)
Солнце	$1,39 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^{30}$	274	250	25,4	620
Земля	6370	$6 \cdot 10^{24}$	9,8	29,8	1	11,2
Луна	3476	$7,35 \cdot 10^{22}$	1,62	1,03	27,3	2,4

- 1) Масса Луны составляет 0,0014 массы Солнца.
- 2) Размер Солнца в 109 раз больше размера Луны.
- 3) На тело массой 60 кг, находящееся вблизи поверхности Земли, действует сила тяготения, равная 588 Н.
- 4) Для того, чтобы тело могло стать спутником Солнца, ему нужно сообщить скорость не менее, чем 620 км/с.
- 5) Луна вращается вокруг своей оси медленнее, чем Земля.

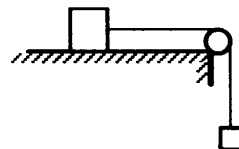
Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. По гладкому горизонтальному столу движется брусок массой 1,6 кг, соединенный с грузом массой 0,4 кг невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок (см. рисунок). Каково ускорение бруска?



Ответ: _____ м/с².

26. В кубическом метре воздуха в помещении при температуре 22 °С находится $0,776 \cdot 10^{-2}$ кг водяных паров. Пользуясь таблицей плотности насыщенных паров воды, определите относительную влажность воздуха.

$t, ^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho_{\text{нп}}, 10^{-2} \text{ кг/м}^3$	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

Ответ: _____ %.

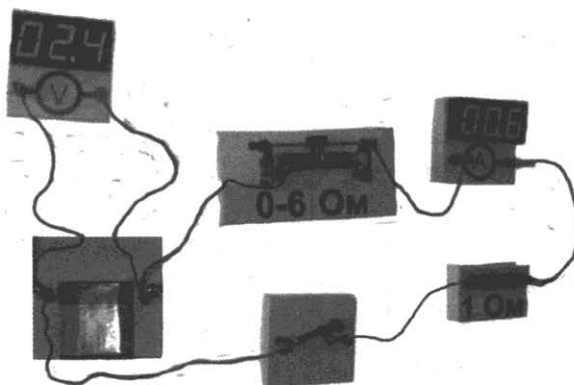
27. Два иона с отношением зарядов $\frac{q_2}{q_1} = 3$ и отношением масс $\frac{m_2}{m_1} = \frac{1}{2}$ движутся в однородном электрическом поле. Начальная скорость у обоих ионов равна нулю. Определите отношение кинетических энергий этих ионов $\frac{W_2}{W_1}$ спустя одно и то же время после начала движения.

Ответ: _____ .

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

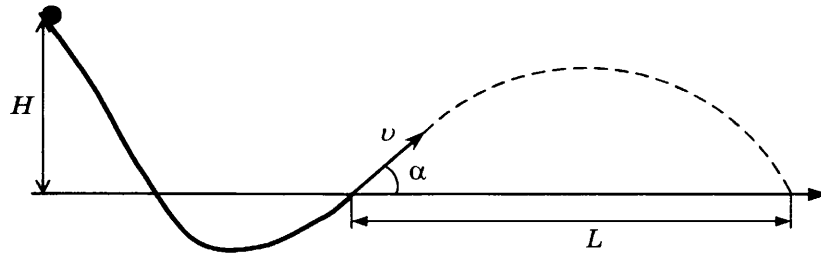
Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28. На фотографии изображена электрическая цепь, состоящая из резистора, реостата, ключа, цифровых вольтметра, подключенного к батарее, и амперметра. Используя законы постоянного тока, объясните, как изменятся (увеличится или уменьшится) сила тока в цепи и напряжение на батарее при перемещении движка реостата в крайнее левое положение.



Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. При выполнении трюка «Летающий велосипедист» гонщик движется по трамплину под действием силы тяжести, начиная движение из состояния покоя с высоты H (см. рисунок). На краю трамплина скорость гонщика направлена под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Пролетев по воздуху, гонщик приземляется на горизонтальный стол, находящийся на той же высоте, что и край трамплина. Какова дальность полета L на этом трамплине? Сопротивлением воздуха и трением пренебречь.



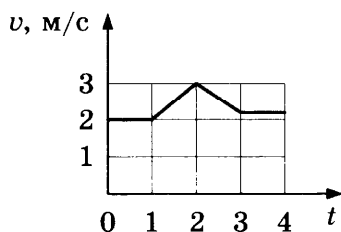
30. С разреженным азотом, который находится в сосуде под поршнем, провели два опыта. В первом опыте газу сообщили, закрепив поршень, количество теплоты $Q_1 = 742$ Дж, в результате чего его температура изменилась на 1 К. Во втором опыте, предоставив азоту возможность изобарно расширяться, сообщили ему количество теплоты $Q_2 = 1039$ Дж, в результате чего его температура изменилась также на 1 К. Определите массу азота в опытах.
31. Полый заряженный шарик массой $m = 0,4$ г движется в однородном горизонтальном электрическом поле из состояния покоя. Модуль напряженности электрического поля $E = 500$ кВ/м. Траектория шарика образует с вертикалью угол $\alpha = 45^\circ$. Чему равен заряд q шарика?
32. Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 290$ нм. Фотокатод облучают светом с длиной волны $\lambda = 220$ нм. При каком напряжении между анодом и катодом фототок прекращается?

ВАРИАНТ 29

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке изображен график зависимости модуля скорости велосипедиста от времени. Определите модуль ускорения велосипедиста в промежутке времени от 1 с до 2 с.



Ответ: _____ м/с².

2. Тело массой 1 кг равномерно движется по горизонтальной плоскости под действием силы $F = 3$ Н (см. рисунок). Определите коэффициент трения между телом и плоскостью.



Ответ: _____ .

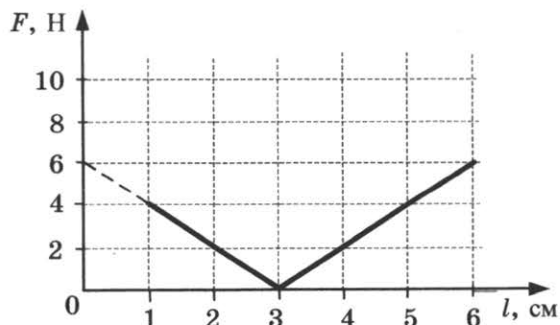
3. Автомобиль массой $2 \cdot 10^3$ кг движется со скоростью 20 м/с. Чему равна кинетическая энергия автомобиля?

Ответ: _____ кДж.

4. Амплитуда свободных вертикальных колебаний груза на пружине равна 5 см. Какой путь прошел груз за 3 периода колебаний?

Ответ: _____ см.

5. При проведении эксперимента ученик исследовал зависимость модуля силы упругости пружины от длины пружины, которая выражается формулой $F(l) = k|l - l_0|$, где l_0 — длина пружины в недеформированном состоянии. График полученной зависимости приведен на рисунке.

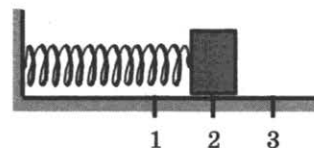


Выберите **два** утверждения, которые соответствуют результатам опыта.

- 1) При действии силы 4 Н пружина сжимается или растягивается на 2 см.
- 2) При действии силы, равной 4 Н, пружина разрушается.
- 3) При растяжении пружина не подчиняется закону Гука.
- 4) Жесткость пружины равна 200 Н/м.
- 5) Длина пружины в недеформированном состоянии равна 6 см.

Ответ:

6. Груз изображенного на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняются кинетическая энергия груза маятника и скорость груза при движении груза маятника от точки 1 к точке 2?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

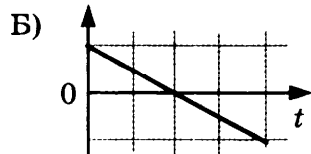
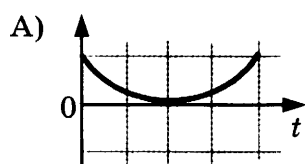
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Кинетическая энергия груза маятника	Скорость груза

7. В момент $t = 0$ камень бросили вертикально вверх с поверхности Земли (см. рисунок). Считая сопротивление воздуха малым, установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция скорости камня на ось y
- 2) кинетическая энергия камня
- 3) проекция ускорения камня на ось y
- 4) энергия взаимодействия камня с Землей

Ответ:

А	Б

8. При нагревании и давление, и объем идеального газа увеличились в 2 раза. Во сколько раз увеличилась средняя кинетическая энергия хаотического движения его молекул?

Ответ: в _____ раза.

9. Газ в цилиндре расширился, совершив работу 25 Дж. Внутренняя энергия газа при этом увеличилась на 30 Дж. Какое количество теплоты газ получил от окружающих тел?

Ответ: _____ Дж.

10. Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 50%. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объем в 3 раза. Определите относительную влажность воздуха в цилиндре после сжатия.

Ответ: _____ %.

11. При изучении явления теплообмена герметичный теплоизолированный сосуд с идеальным газом разделили неподвижной перегородкой, способной проводить тепло, на две одинаковые части (см. рисунок). После этого газ в разных частях сосуда нагрели до разных температур. Температура газа в части А равна 283 К, а в части В равна 40 °С. Количество газа одинаково в обеих частях. Считая, что теплоемкость сосуда пренебрежимо мала, выберите из предложенных утверждений **два**, которые верно отражают изменения, происходящие с газами после окончания нагревания.

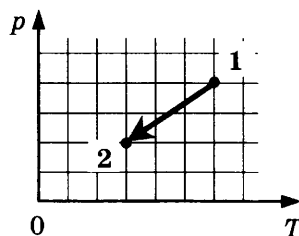


- 1) Температура газа в части В повысилась.
- 2) Внутренняя энергия газа в части А не изменилась.
- 3) При теплообмене газ в части В отдавал теплоту, а газ в части А ее получал.
- 4) Через достаточно большой промежуток времени температуры газов в обеих частях стали одинаковыми и равными 25 °С.
- 5) В результате теплообмена газ в части В совершил работу.

Ответ:

--	--

12. Идеальный одноатомный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. диаграмму). Масса газа не меняется. Как меняются в ходе указанного на диаграмме процесса объем газа и его внутренняя энергия?



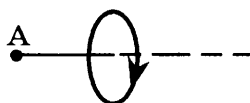
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не меняется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

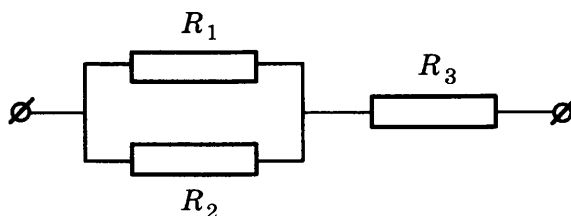
Объем	Внутренняя энергия

13. На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в вертикальной плоскости. Точка А находится на горизонтальной прямой, проходящей через центр витка. Как направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор индукции магнитного поля тока в точке А? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

14. Участок цепи состоит из двух одинаковых параллельно соединенных резисторов R_1 и R_2 и сопротивления R_3 . Общее сопротивление участка 4 Ом. Чему равно сопротивление R_1 , если сопротивление $R_3 = 3$ Ом?

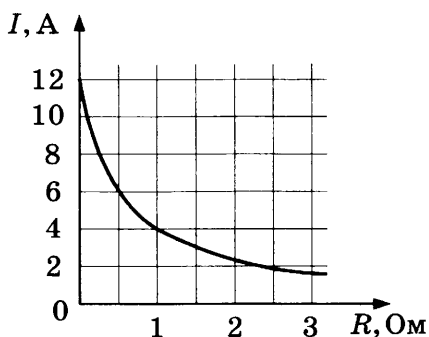


Ответ: _____ Ом.

15. Индуктивность витка проволоки равна $2 \cdot 10^{-3}$ Гн. При какой силе тока в витке магнитный поток через поверхность, ограниченную витком, равен 12 мВб?

Ответ: _____ А.

16. К аккумулятору подключили реостат. На рисунке показан график изменения силы тока в реостате в зависимости от его сопротивления. Выберите из предложенных утверждений **два**, которые верно отражают результаты этого опыта.



- 1) Внутреннее сопротивление аккумулятора равно 0,5 Ом.
- 2) ЭДС аккумулятора равно 12 В.
- 3) Мощность, выделяемая в реостате увеличивается при увеличении его сопротивления.
- 4) Напряжение на реостате при силе тока 6 А равно 3 В.
- 5) Напряжение на источнике не зависит от силы тока через реостат.

Ответ:

--	--

17. Пылинка массой m , имеющая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиуса R со скоростью v . Как изменятся радиус траектории и период обращения пылинки при увеличении скорости ее движения?

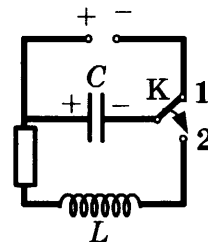
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус траектории	Период обращения

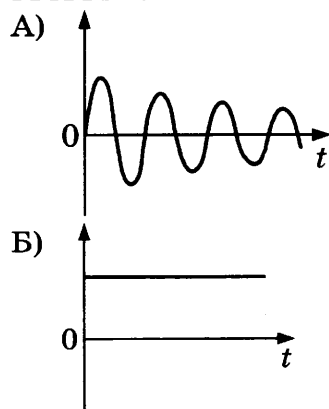
18. Конденсатор колебательного контура подключен к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t = 0$ переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого.



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) заряд левой обкладки конденсатора
- 2) сила тока в катушке
- 3) энергия электрического поля конденсатора
- 4) индуктивность катушки

Ответ:

А	Б

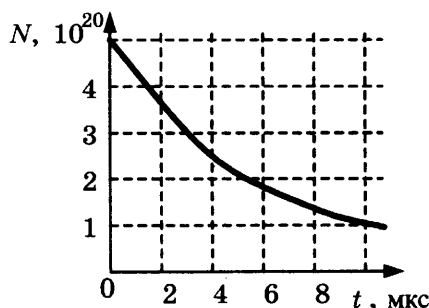
19. В результате реакции ядра ${}_{13}^{27}\text{Al}$ и α -частицы ${}_{2}^{4}\text{He}$ появились протон ${}_{1}^{1}\text{H}$ и ядро кремния. Сколько протонов и нейтронов содержит это ядро?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер полония ${}_{84}^{213}\text{Po}$ от времени. Каков период полураспада этого изотопа?



Ответ: _____ мкс.

21. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (λ — длина волны фотона, h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) импульс фотона
- Б) энергия фотона

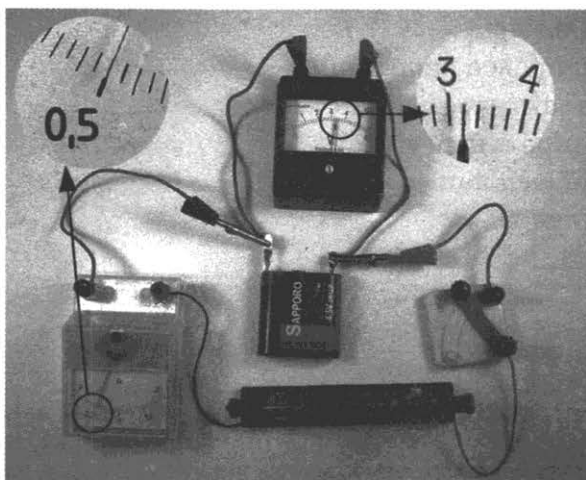
ФОРМУЛЫ

- 1) $hc\lambda$
- 2) $\frac{\lambda}{hc}$
- 3) $\frac{hc}{\lambda}$
- 4) $\frac{h}{\lambda}$

Ответ:

А	Б

22. На рисунке показана электрическая цепь, состоящая из батарейки, реостата, ключа, вольтметра и амперметра. Ключ замкнут, и приборы показывают силу тока в цепи и напряжение на зажимах батарейки. Абсолютная погрешность измерения силы тока равна 0,05 А.



Запишите в ответ величину силы тока в цепи с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) А.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Ученик изучает свойства пружинных маятников. В его распоряжении имеются маятники, параметры которых приведены в таблице. Какие два маятника нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость периода колебаний маятника от жесткости пружины?

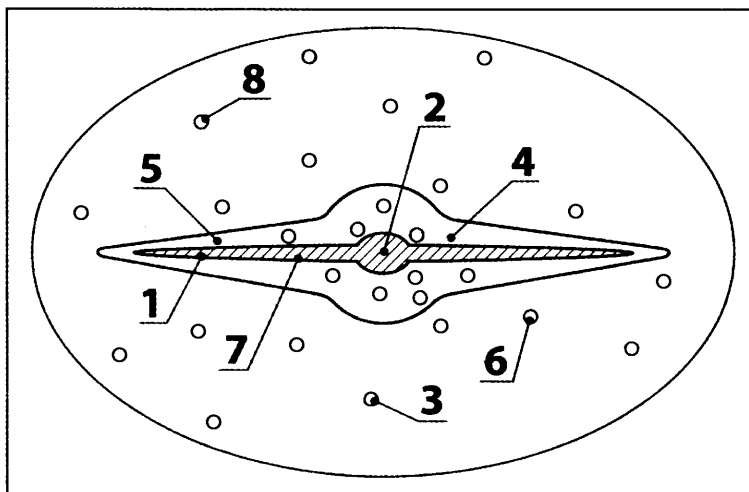
№ маятника	Жесткость пружины	Объем сплошного груза	Материал, из которого сделан груз
1	10 Н/м	10 см ³	сталь
2	20 Н/м	50 см ³	сталь
3	10 Н/м	50 см ³	алюминий
4	40 Н/м	10 см ³	сталь
5	50 Н/м	80 см ³	дерево

В ответе запишите номера выбранных маятников.

Ответ:

--	--

24. На рисунке приведено схематическое строение галактики «Млечный путь» (вид сбоку). Цифрами обозначены основные элементы галактики. Выберите *два* верных утверждения из пяти приведённых ниже, и запишите их номера.



- 1) Цифрой 2 отмечено Солнце.
- 2) Цифрой 6 отмечено шаровое скопление.
- 3) Цифрой 7 отмечен галактический диск.
- 4) Цифрой 3 отмечен спиральный рукав.
- 5) Цифрой 1 отмечено Магелланово облако.

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Для определения удельной теплоемкости вещества тело массой 450 г, нагретое до температуры 100 °С, опустили в калориметр, содержащий 200 г воды. Начальная температура калориметра с водой 23 °С. После установления теплового равновесия температура тела и воды стала равна 30 °С. Определите удельную теплоемкость вещества исследуемого тела. Округлите до целых. Теплоемкостью калориметра пренебечь.

Ответ: _____ Дж/(кг · К).

26. Емкость конденсатора в цепи переменного тока равна 50 мкФ. Зависимость напряжения между обкладками конденсатора от времени имеет вид: $U = a \sin(bt)$, где $a = 60$ В и $b = 500$ с⁻¹. Найдите амплитуду колебаний силы тока.

Ответ: _____ А.

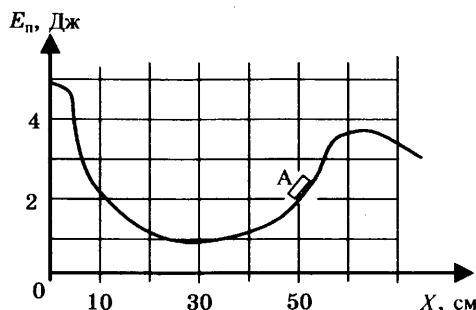
27. Красная граница фотоэффекта исследуемого металла соответствует длине волны $\lambda_{кр} = 600$ нм. Какова длина волны света, выбивающего из него фотоэлектроны, максимальная кинетическая энергия которых в 2 раза меньше работы выхода?

Ответ: _____ нм.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28. После толчка льдинка закатилась в яму с гладкими стенками, в которой она может двигаться практически без трения. На рисунке приведен график зависимости энергии взаимодействия льдинки с Землей от ее координаты в яме. В некоторый момент времени льдинка находилась в точке А с координатой $x = 50$ см и двигалась налево, имея кинетическую энергию, равную 2 Дж. Сможет ли льдинка выскользнуть из ямы? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

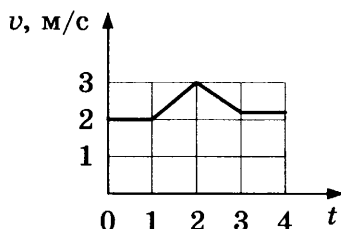
29. Брусок массой $m_1 = 500$ г соскальзывает по наклонной плоскости с высоты h и, двигаясь по горизонтальной поверхности, сталкивается с неподвижным бруском массой $m_2 = 300$ г. В результате абсолютно неупругого соударения общая кинетическая энергия брусков становится равной 2,5 Дж. Определите высоту наклонной плоскости h . Трением при движении пренебречь. Считать, что наклонная плоскость плавно переходит в горизонтальную.
30. Воздушный шар имеет газонепроницаемую оболочку массой 400 кг и наполнен гелием. Какова масса гелия в шаре, если на высоте, где температура воздуха 17°C , а давление 10^5 Па, шар может удерживать в воздухе груз массой 225 кг? Считать, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объема шара.
31. К однородному медному цилиндрическому проводнику длиной 40 м приложили разность потенциалов 10 В. На какую величину ΔT изменится температура проводника за 15 с? Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.)
32. В дно водоема глубиной 3 м вертикально вбита свая, полностью скрытая под водой. При угле падения солнечных лучей на поверхность воды, равном 30° , свая отбрасывает на дно водоема тень длиной 0,8 м. Определите высоту сваи. Показатель преломления воды $n = \frac{4}{3}$.

ВАРИАНТ 30

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке изображен график зависимости модуля скорости велосипедиста от времени. Определите модуль ускорения велосипедиста в промежутке времени от 3 с до 4 с.



Ответ: _____ м/с².

2. Тело массой 2 кг равномерно движется по горизонтальной плоскости под действием силы $F = 4$ Н (см. рисунок). Определите коэффициент трения между телом и плоскостью.



Ответ: _____ .

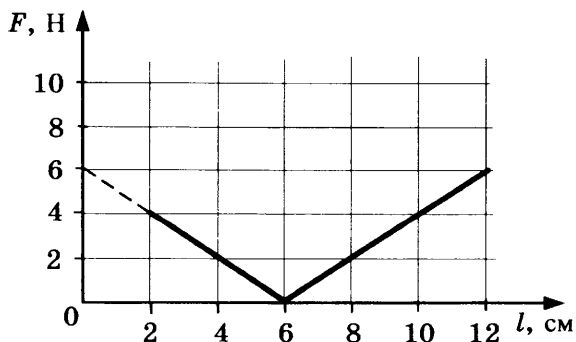
3. Мяч массой 0,6 кг летит со скоростью 20 м/с. Чему равна кинетическая энергия мяча?

Ответ: _____ Дж.

4. Амплитуда свободных вертикальных колебаний груза на пружине равна 0,1 м. Какой путь прошел груз за 5 периодов колебаний?

Ответ: _____ м.

5. При проведении эксперимента ученик исследовал зависимость модуля силы упругости пружины от длины пружины, которая выражается формулой $F(l) = k|l - l_0|$, где l_0 — длина пружины в недеформированном состоянии. График полученной зависимости приведен на рисунке.

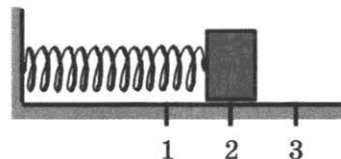


Выберите **два** утверждения, которые соответствуют результатам опыта.

- 1) При действии силы, равной 6 Н, пружина разрушается.
- 2) Длина пружины в недеформированном состоянии равна 6 см.
- 3) При деформации, равной 2 см, в пружине возникает сила упругости 4 Н.
- 4) Жесткость пружины равна 100 Н/м.
- 5) В процессе опыта жесткость пружины сначала уменьшается, а затем увеличивается.

Ответ:

6. Груз изображенного на рисунке пружинного маятника совершает гармонические колебания между точками 1 и 3. Как меняются скорость груза и жесткость пружины при движении груза маятника от точки 2 к точке 3?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

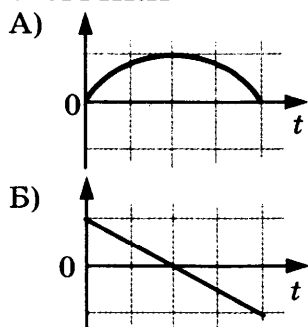
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость груза	Жесткость пружины

7. В момент $t = 0$ камень бросили вертикально вверх с поверхности Земли. Считая сопротивление воздуха пренебрежимо малым, установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция скорости камня на ось y
- 2) кинетическая энергия камня
- 3) проекция ускорения камня на ось y
- 4) энергия взаимодействия камня с Землей

Ответ:

А	Б

8. При охлаждении идеального газа его давление и объем уменьшились в 3 раза. Во сколько раз уменьшилась средняя кинетическая энергия хаотического движения его молекул?

Ответ: в _____ раз.

9. В процессе эксперимента газ совершил работу 15 Дж и отдал окружающей среде количество теплоты, равное 20 Дж. Насколько уменьшилась внутренняя энергия газа?

Ответ: _____ Дж.

10. Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 70%. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объем в два раза. Определите относительную влажность воздуха в цилиндре после сжатия.

Ответ: _____ %.

11. При изучении явления теплообмена герметичный теплоизолированный сосуд с идеальным газом разделили неподвижной перегородкой, способной проводить тепло, на две одинаковые части (см. рисунок). После этого газ в разных частях сосуда нагрели до разных температур. Температура газа в части А равна 303 К, а в части В равна 10 °С. Количество газа одинаково в обеих частях. Считая, что теплоемкость сосуда пренебрежимо мала, выберите из предложенных утверждений *два*, которые верно отражают изменения, происходящие с газами после окончания нагревания.

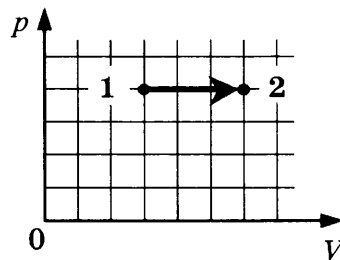


- 1) Температура газа в части В повысилась.
- 2) Внутренняя энергия газа в части В не изменилась.
- 3) При теплообмене газ в части В отдавал теплоту, а газ в части А ее получал.
- 4) Через достаточно большой промежуток времени температуры газов в обеих частях стали одинаковыми и равными 293 К.
- 5) В результате теплообмена газ в сосуде А совершил работу.

Ответ:

--	--

12. Идеальный одноатомный газ в сосуде с поршнем переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. диаграмму). Масса газа не меняется. Как меняются в ходе указанного на диаграмме процесса давление газа и его внутренняя энергия?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не меняется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

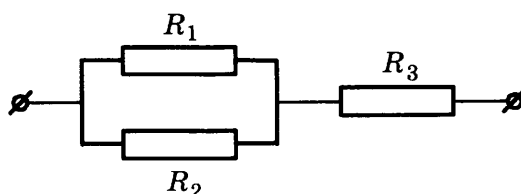
Давление	Внутренняя энергия

13. На рисунке изображен длинный прямой цилиндрический проводник, по которому протекает электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор магнитной индукции поля этого тока в точке С? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____ .

14. Участок цепи состоит из двух одинаковых параллельно соединенных резисторов R_1 и R_2 , каждый с сопротивлением 4 Ом, и резистора R_3 с сопротивлением 3 Ом. Определите общее сопротивление участка цепи.

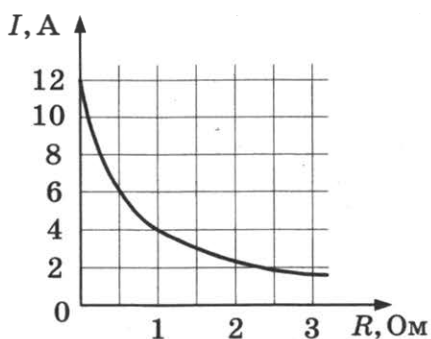


Ответ: _____ Ом.

15. Индуктивность витка проволоки равна $3 \cdot 10^{-3}$ Гн. При какой силе тока в витке магнитный поток через поверхность, ограниченную витком, равен 15 мВб?

Ответ: _____ А.

16. К аккумулятору подключили реостат. На рисунке показан график изменения силы тока в реостате в зависимости от его сопротивления. Выберите из предложенных утверждений **два**, которые верно отражают результаты этого опыта.



- 1) Внутреннее сопротивление аккумулятора равно 1 Ом.
- 2) ЭДС аккумулятора равно 6 В.
- 3) Мощность, выделяемая в реостате, уменьшается при увеличении его сопротивления.
- 4) Напряжение на реостате при силе тока 2 А равно 10 В.
- 5) Напряжение на источнике уменьшается при уменьшении силы тока.

Ответ:

--	--

17. Пылинка массой m , имеющая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиуса R со скоростью v . Как изменятся радиус траектории и кинетическая энергия частицы, если в том же магнитном поле с той же скоростью будет двигаться частица той же массы m , но имеющая больший заряд?

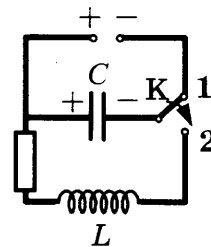
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

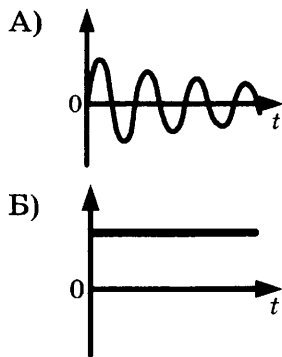
Радиус траектории	Кинетическая энергия

18. Конденсатор колебательного контура подключен к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t = 0$ переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого.



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) заряд левой обкладки конденсатора
- 2) сила тока в катушке
- 3) энергия электрического поля катушки
- 4) емкость конденсатора

Ответ:

А	Б

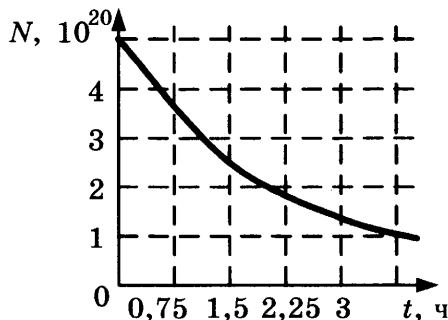
19. При распаде ядра изотопа лития ${}^8_3\text{Li}$ образовались два одинаковых ядра и электрон. Сколько протонов и нейтронов содержит каждое из образовавшихся ядер?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер радия ${}^{230}_{88}\text{Ra}$ от времени. Каков период полураспада этого изотопа?



Ответ: _____ ч.

21. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (ν — частота фотона, E — энергия фотона, h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) импульс фотона
 Б) длина волны фотона

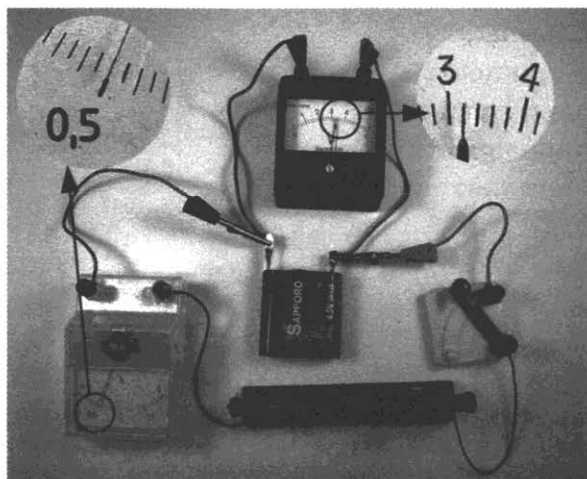
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{h\nu}{c}$
 2) $\frac{hc}{\nu}$
 3) $\frac{hc}{E}$
 4) $\frac{h}{\nu}$

Ответ:

А	Б

22. На рисунке показана электрическая цепь, состоящая из батарейки, реостата, ключа, вольтметра и амперметра. Ключ замкнут, и приборы показывают силу тока в цепи и напряжение на зажимах батарейки. Абсолютная погрешность измерения напряжения равна цене деления вольтметра.



Запишите в ответ величину напряжения на зажимах батарейки с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) В.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Ученик изучает свойства пружинных маятников. В его распоряжении имеются маятники, параметры которых приведены в таблице. Какие два маятника нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость периода колебаний маятника от массы груза?

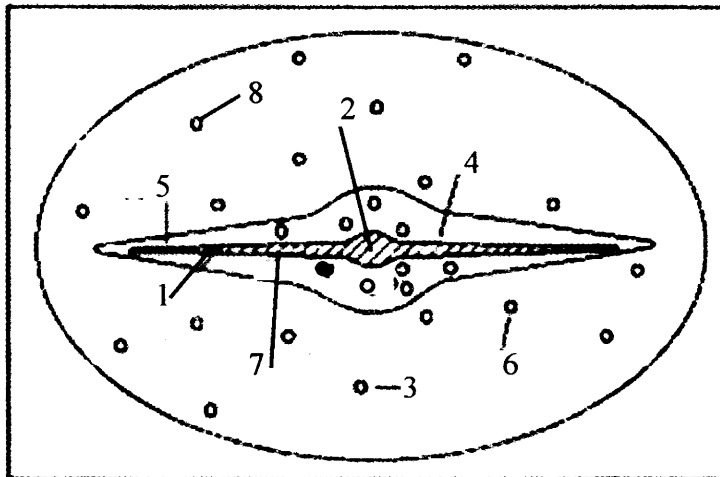
№ маятника	Жесткость пружины	Объем сплошного груза	Материал, из которого сделан груз
1	10 Н/м	10 см ³	сталь
2	20 Н/м	50 см ³	сталь
3	30 Н/м	50 см ³	алюминий
4	40 Н/м	10 см ³	сталь
5	10 Н/м	10 см ³	дерево

В ответе запишите номера выбранных маятников.

Ответ:

--	--

24. На рисунке приведено схематическое строение галактики «Млечный путь» (вид сбоку). Цифрами обозначены основные элементы галактики. Выберите *два* верных утверждения из пяти приведённых ниже, и запишите их номера.



- 1) Цифрой 1 отмечено Солнце.
- 2) Цифрой 3 отмечена туманность Андромеды.
- 3) Цифрой 2 отмечено ядро галактики.
- 4) Цифрой 6 отмечен спиральный рукав.
- 5) Цифрой 1 отмечено Магелланово облако.

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Тело, нагретое до температуры $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, опустили в калориметр, содержащий 200 г воды. Начальная температура калориметра с водой $23\text{ }^{\circ}\text{C}$. После установления теплового равновесия температура тела и воды стала равна $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Определите массу тела, если удельная теплоемкость вещества, из которого сделано тело, равна $187\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$. Теплоемкостью калориметра пренебечь. Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ г.

26. Емкость конденсатора в цепи переменного тока равна 50 мкФ . Зависимость силы тока на катушке индуктивности от времени имеет вид: $I = a \sin(bt)$, где $a = 1,5\text{ А}$ и $b = 500\text{ с}^{-1}$. Найдите амплитуду колебаний напряжения на конденсаторе.

Ответ: _____ В.

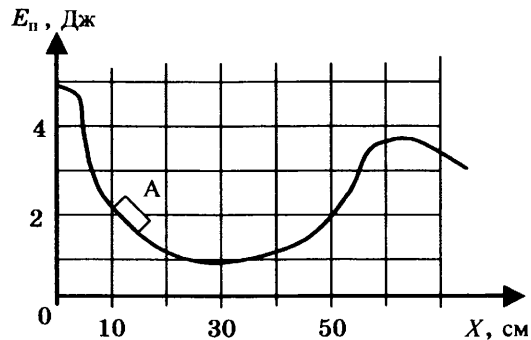
27. Красная граница фотоэффекта исследуемого металла соответствует длине волны $\lambda_{\text{кр}} = 600\text{ нм}$. Какова длина волны света, выбивающего из него фотоэлектроны, максимальная кинетическая энергия которых в 3 раза меньше энергии падающих фотонов?

Ответ: _____ нм.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28. После толчка льдинка закатилась в яму с гладкими стенками, в которой она может двигаться практически без трения. На рисунке приведен график зависимости энергии взаимодействия льдинки с Землей от ее координаты в яме. В некоторый момент времени льдинка находилась в точке А с координатой $x = 10$ см и двигалась влево, имея кинетическую энергию, равную 2 Дж. Сможет ли льдинка выскользнуть из ямы? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок поясняющий решение.

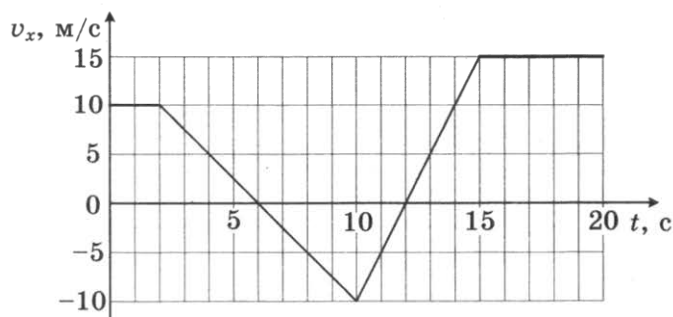
29. Брусок массой $m_1 = 500$ г соскальзывает по наклонной плоскости с высоты $h = 0,8$ м и, двигаясь по горизонтальной поверхности, сталкивается с неподвижным бруском массой $m_2 = 300$ г. Считая столкновение абсолютно неупругим, определите общую кинетическую энергию брусков после столкновения. Трением при движении пренебречь. Считать, что наклонная плоскость плавно переходит в горизонтальную.
30. Воздушный шар имеет газонепроницаемую оболочку массой 400 кг и содержит 100 кг гелия. Какой груз он может удерживать в воздухе на высоте, где температура воздуха 17°C , а давление 10^5 Па? Считать, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объема шара.
31. К однородному медному цилиндрическому проводнику длиной 40 м приложили некоторую разность потенциалов. Определите разность потенциалов, если за 15 с проводник нагрелся на 16 К. Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом · м.)
32. В дно водоема глубиной 3 м вертикально вбита свая. Высота сваи 2 м. Угол падения солнечных лучей на поверхность воды равен 30° . Определите длину тени сваи на дне водоема. Показатель преломления воды $n = \frac{4}{3}$.

ВАРИАНТ 31

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Определите проекцию ускорения этого тела a_x в интервале времени от 2 с до 5 с.



Ответ: _____ м/с².

2. Две пружины, прикрепленные одним концом к потолку, растягиваются за другой конец одинаковыми силами F . Жесткость первой пружины в 1,5 раза больше жесткости второй пружины. Удлинение второй пружины равно 30 см. Чему равно удлинение первой пружины?

Ответ: _____ см.

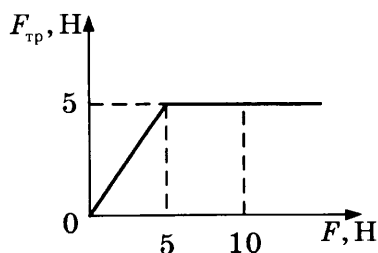
3. С неподвижной лодки массой 50 кг на берег прыгнул мальчик массой 40 кг со скоростью 1 м/с относительно берега, направленной горизонтально. Какую скорость относительно берега приобрела лодка?

Ответ: _____ м/с.

4. Период собственных малых вертикальных колебаний пружинного маятника равен 1,2 с. Каким станет период колебаний, если массу груза пружинного маятника уменьшить в 4 раза?

Ответ: _____ с.

5. В лаборатории изучали свойства силы трения. На рисунке приведен график зависимости модуля силы трения, действующей на тело массой 1 кг, лежащее на горизонтальной опоре, от модуля горизонтальной силы, действующей на него.



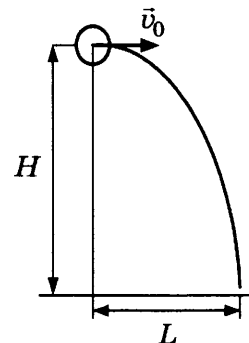
Выберите из предложенных утверждений **два**, которые верно отражают результаты этого опыта.

- 1) Максимальная сила трения, действующая на тело, равна 5 Н.
- 2) Сначала тело двигалось равномерно, а затем равноускоренно.
- 3) Если сила, действующая на тело, больше 5 Н, тело покоится.
- 4) Коэффициент трения тела о плоскость равен 0,2.
- 5) Когда сила, действующая на тело, равна 10 Н, тело движется с ускорением 5 м/с².

Ответ:

--	--

6. Шарик, брошенный горизонтально с высоты H с начальной скоростью v_0 , за время t пролетел в горизонтальном направлении расстояние L (см. рисунок). Что произойдет с дальностью полета и ускорением шарика, если на этой же установке уменьшить начальную скорость шарика в 2 раза? Сопротивлением воздуха пренебречь. Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:



- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Дальность полета	Ускорение

7. Грузовик массой m , движущийся по прямолинейному горизонтальному участку дороги со скоростью v , совершает торможение до полной остановки. При торможении колеса грузовика не вращаются. Коэффициент трения между колесами и дорогой равен μ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль силы трения, действующей на грузовик
- Б) тормозной путь грузовика

ФОРМУЛЫ

- 1) μmg
- 2) μg
- 3) $\frac{v}{\mu g}$
- 4) $\frac{v^2}{2\mu g}$

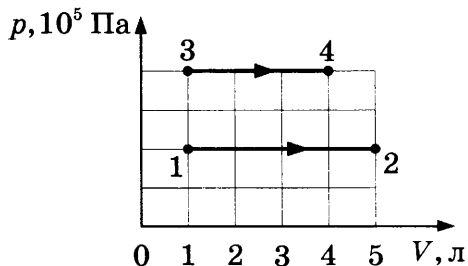
Ответ:

А	Б

8. Идеальный газ находится в сосуде под поршнем. Давление газа увеличили в 2 раза при постоянной температуре. Чему равно отношение концентраций газа в конечном и начальном состоянии $\frac{n_2}{n_1}$?

Ответ: _____ .

9. На рисунке показано расширение водорода двумя способами: 1–2 и 3–4. Во сколько раз работа в процессе 3–4 больше работы в процессе 1–2?



Ответ: _____ раз(а).

10. В закрытом сосуде под поршнем находится водяной пар при температуре $100\text{ }^\circ\text{C}$ под давлением 50 кПа . Каким станет давление пара, если, сохраняя его температуру неизменной, уменьшить объем пара в 3 раза?

Ответ: _____ кПа.

11. Объем сосуда, содержащего 1 моль водорода, увеличили вдвое и добавили в сосуд 1 моль гелия. Температура в сосуде поддерживается постоянной. Выберите из предложенных утверждений **два**, которые верно отражают результаты этого опыта.

- 1) Концентрация водорода и гелия в сосуде одинаковы.
- 2) Внутренняя энергия водорода уменьшилась.
- 3) Плотность газа в сосуде не изменилась.
- 4) Давление в сосуде не изменилось.
- 5) Парциальное давление водорода не изменилось.

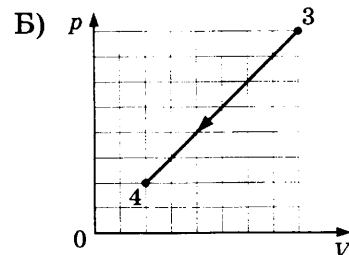
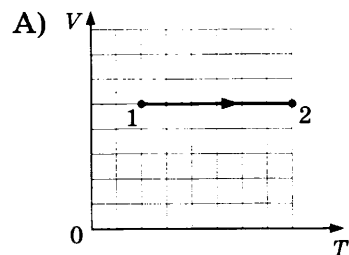
Ответ:

--	--

12. На рисунках приведены графики А и Б двух процессов: 1–2 и 3–4, происходящих с 1 молем гелия. Графики построены в координатах $V-T$ и $p-V$, где p — давление; V — объем и T — абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображенные на графиках процессы.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



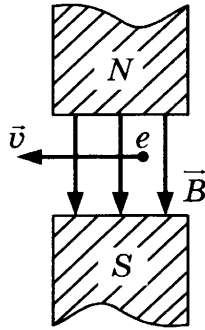
УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) Над газом совершают работу, при этом его внутренняя энергия увеличивается
- 2) Над газом совершают работу, при этом газ отдает тепло
- 3) Газ получает тепло и совершает работу
- 4) Газ получает количество теплоты, при этом его внутренняя энергия увеличивается

Ответ:

А	Б

13. Электрон e влетает в зазор между полюсами электромагнита со скоростью \vec{v} , направленной горизонтально. Вектор индукции \vec{B} магнитного поля направлен вертикально (см. рисунок). Как направлена (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) действующая на электрон сила Лоренца \vec{F} ? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

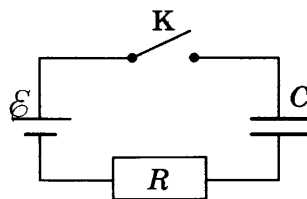
14. Сила взаимодействия между двумя точечными заряженными телами была равна 3 мН. Расстояние между ними уменьшили в 3 раза, а заряд одного из тел уменьшили в 9 раз. Определите величину силы кулоновского взаимодействия тел в этом случае.

Ответ: _____ мН.

15. При скорости v_1 поступательного движения прямолинейного проводника в постоянном однородном магнитном поле на концах проводника возникает разность потенциалов U . При движении этого проводника в той же плоскости и в том же направлении со скоростью v_2 разность потенциалов на концах проводника уменьшилась в 4 раза. Чему равно отношение v_1/v_2 ?

Ответ: _____.

16. Конденсатор подключен к батарейке последовательно с резистором $R = 20$ кОм (см. рисунок). В момент времени $t = 0$ ключ замыкают. В этот момент конденсатор полностью разряжен. Результаты измерений силы тока в цепи, выполненных с точностью ± 1 мкА, представлены в таблице.



$t, \text{с}$	0	1	2	3	4	5	6
$I, \text{мкА}$	300	110	40	15	5	2	1

Внутренним сопротивлением батарейки и сопротивлением проводов пренебречь. Выберите **два** верных утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте.

- 1) Ток через резистор в процессе наблюдения увеличивается.
- 2) Через 6 с после замыкания ключа конденсатор полностью зарядился.
- 3) ЭДС источника тока составляет 6 В.
- 4) В момент времени $t = 3$ с напряжение на резисторе равно 0,6 В.
- 5) В момент времени $t = 3$ с напряжение на конденсаторе равно 5,7 В.

Ответ:

17. По проволочному резистору течет ток. Как изменятся при уменьшении длины проволоки в 4 раза и увеличении силы тока вдвое следующие величины: тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе, и его сопротивление?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Тепловая мощность, выделяющаяся на резисторе	Сопротивление резистора

18. В опыте нить накала лампочки расположена вблизи главной оптической оси тонкой линзы с фокусным расстоянием F перпендикулярно этой оси. Расстояние от линзы до нити равно $3F$. Сначала в опыте использовали рассеивающую линзу, а затем — собирающую. Установите соответствие между видом линзы, использовавшейся в опыте, и свойствами изображения.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВИД ЛИНЗЫ

- А) линза рассеивающая
- Б) линза собирающая

СВОЙСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ

- 1) действительное, перевернутое, равное по размерам
- 2) мнимое, прямое, уменьшенное
- 3) действительное, перевернутое, уменьшенное
- 4) мнимое, увеличенное, перевернутое

Ответ:

А	Б

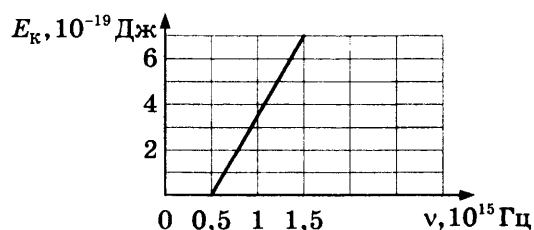
19. Элемент менделевий был получен при бомбардировке α -частицами ядер элемента X в соответствии с реакцией $X + {}^4_2\text{He} \longrightarrow {}^{256}_{101}\text{Md} + {}^1_0n$. Какое число протонов и нейтронов содержалось в ядре элемента X ?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Слой оксида кальция облучается светом и испускает электроны. На рисунке показан график изменения максимальной энергии фотоэлектронов в зависимости от частоты падающего света. Чему равна частота света, соответствующая красной границе фотоэффекта?



Ответ: _____ · 10¹⁵ Гц.

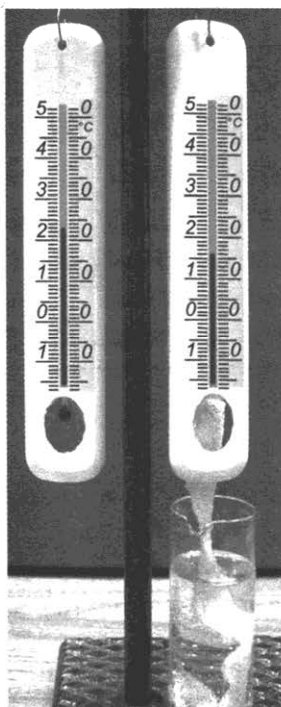
21. При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только синий свет, а во второй — только зеленый. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение. Как изменятся частота световой волны и запирающее напряжение при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота волны света, падающего на фотоэлемент	Запирающее напряжение

22. Ученик измерял относительную влажность воздуха с помощью психрометра (двух термометров, колбочка одного из которых обернута влажной тканью; см. фотографию). Абсолютная погрешность измерения температуры равна цене деления термометра. Запишите в ответ величину показаний сухого термометра с учетом погрешности измерений.



Ответ: (_____ ± _____) °C

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Необходимо экспериментально изучить свойства дифракционного спектрометра. В распоряжении экспериментаторов имеются спектрометры, состоящие из источника света — светодиода, дифракционной решетки и экрана, параметры которых приведены в таблице. Какие два спектрометра нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость расстояния между первыми дифракционными максимумами от длины волны света?

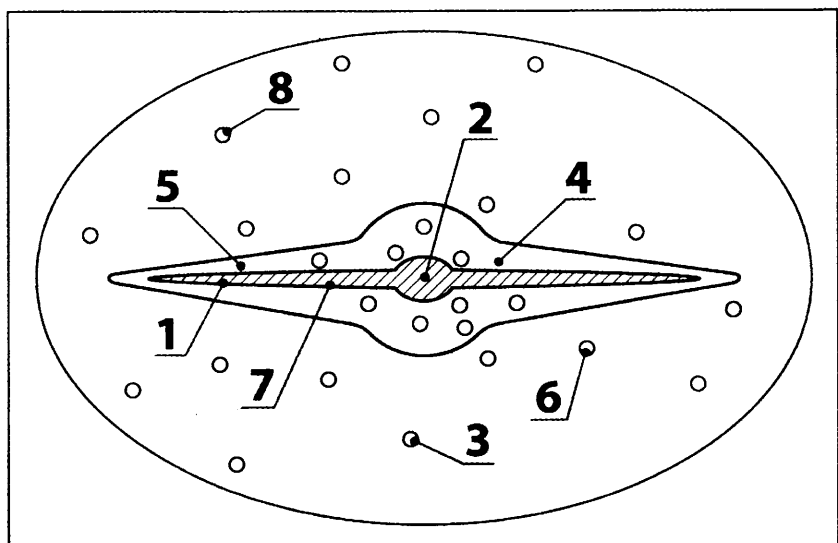
№ спектрометра	Светодиод	Количество штрихов на мм в решетке	Расстояние от дифракционной решетки до экрана
1	красный	50	2 м
2	зеленый	100	3 м
3	синий	50	2 м
4	красный	200	3 м
5	желтый	100	1,5 м

В ответе запишите номера выбранных спектрометров.

Ответ:

--	--

24. На рисунке приведено схематическое строение галактики «Млечный путь» (вид сбоку). Цифрами обозначены основные элементы галактики. Выберите *два* верных утверждения из пяти приведённых ниже, и запишите их номера.



- 1) Цифрой 6 отмечено Солнце.
- 2) Цифрой 8 отмечено шаровое скопление.
- 3) Цифрой 4 отмечено ядро галактики.
- 4) Цифрой 5 отмечены спиральные рукава.
- 5) Цифрой 1 отмечено Магелланово облако.

Ответ:

--	--

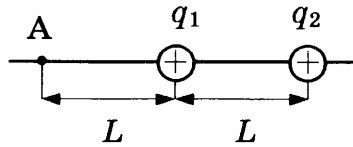
Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Кусок льда опустили в термос с водой. Начальная температура льда $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, начальная температура воды $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Теплоемкостью термоса можно пренебречь. При переходе к тепловому равновесию часть льда массой 210 г растаяла. Чему равна исходная масса воды в термосе?

Ответ: _____ г.

26. Два точечных положительных заряда: $q_1 = 85$ нКл и $q_2 = 140$ нКл — находятся в вакууме на расстоянии $L = 2$ м друг от друга. Определите величину напряженности электрического поля этих зарядов в точке А, расположенной на прямой, соединяющей заряды, на расстоянии L от первого заряда (см. рисунок).



Ответ: _____ В/м.

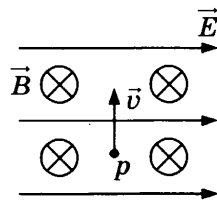
27. Заряженная частица движется в однородном магнитном поле по окружности радиусом $2 \cdot 10^{-3}$ м. Сила, действующая на частицу со стороны магнитного поля, равна $1,6 \cdot 10^{-13}$ Н. Какова кинетическая энергия движущейся частицы?

Ответ: _____ эВ.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

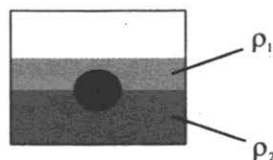
Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28. В камере, из которой откачан воздух, создали электрическое поле напряженностью \vec{E} и магнитное поле индукцией \vec{B} . Поля однородные, $\vec{E} \perp \vec{B}$. В камеру влетает протон p , вектор скорости которого перпендикулярен \vec{E} и \vec{B} , как показано на рисунке. Модули напряженности электрического поля и индукции магнитного поля таковы, что протон движется прямолинейно. Как изменится начальный участок траектории протона, если его скорость увеличить? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности вы использовали для объяснения.

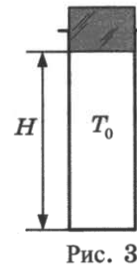
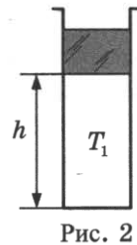
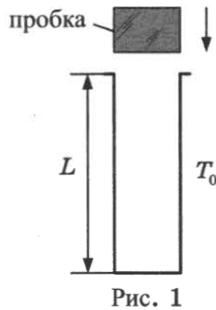


Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

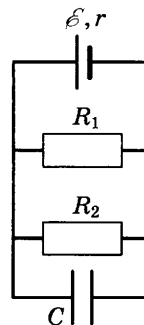
29. На границе раздела двух несмешивающихся жидкостей, имеющих плотности $\rho_1 = 400$ кг/м³ и $\rho_2 = 2\rho_1$, плавает однородный шарик (см. рисунок). Какой должна быть плотность шарика ρ , чтобы выше границы раздела жидкостей была одна четверть его объема?



30. В камере, заполненной азотом, при температуре $T_0 = 300$ К находится открытый цилиндрический сосуд (рисунок 1). Высота сосуда $L = 50$ см. Сосуд плотно закрывают цилиндрической пробкой и охлаждают до температуры T_1 . В результате расстояние от дна сосуда до низа пробки становится равным $h = 40$ см (рисунок 2). Затем сосуд нагревают до первоначальной температуры T_0 . Расстояние от дна сосуда до низа пробки при этой температуре становится равным $H = 46$ см (рисунок 3). Чему равно T_1 ? Величину силы трения между пробкой и стенками сосуда считать одинаковой при движении пробки вниз и вверх. Массой пробки пренебречь. Давление азота в камере во время эксперимента поддерживается постоянным.



31. Источник постоянного тока с ЭДС $\mathcal{E} = 10$ В и внутренним сопротивлением $r = 0,4$ Ом подсоединен к параллельно соединенным резисторам $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 6$ Ом и конденсатору. Определите емкость конденсатора C , если энергия электрического поля конденсатора равна $W = 60$ мкДж.



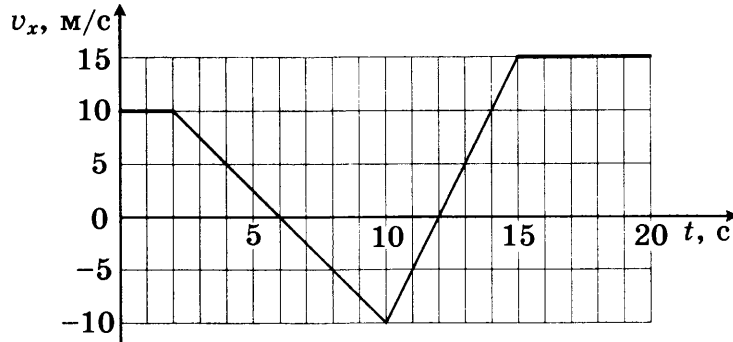
32. В открытый контейнер поместили 1,5 г изотопа полония-210 (${}^{210}_{84}\text{Po}$). Затем контейнер герметично закрыли. Изотоп полония радиоактивен и претерпевает альфа-распад с периодом полураспада примерно 140 дней, превращаясь в стабильный изотоп свинца. Через 5 недель давление внутри контейнера составило $1,4 \cdot 10^5$ Па. Определите объем контейнера. Температура внутри контейнера поддерживается постоянной и равна 45 °С. Атмосферное давление равно 10^5 Па.

ВАРИАНТ 32

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Определите проекцию ускорения этого тела a_x в интервале времени от 10 с до 15 с.



Ответ: _____ м/с².

2. Две пружины, прикрепленные одним концом к потолку, растягиваются за другой конец одинаковыми силами F . Жесткость первой пружины в 2 раза больше жесткости второй пружины. Удлинение первой пружины равно 20 см. Чему равно удлинение второй пружины?

Ответ: _____ см.

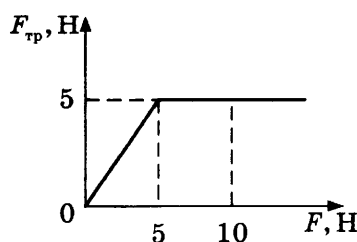
3. С неподвижной лодки массой 50 кг на берег прыгнул мальчик со скоростью 1 м/с относительно берега, направленной горизонтально. В результате лодка приобрела относительно берега скорость 0,6 м/с. Чему равна масса мальчика?

Ответ: _____ кг.

4. Период собственных малых вертикальных колебаний пружинного маятника равен 1,2 с. Каким станет период колебаний, если массу груза пружинного маятника увеличить в 4 раза?

Ответ: _____ с.

5. В лаборатории изучали свойства силы трения. На рисунке приведен график зависимости модуля силы трения, действующей на тело массой 1 кг, лежащее на горизонтальной опоре, от модуля горизонтальной силы, действующей на него.



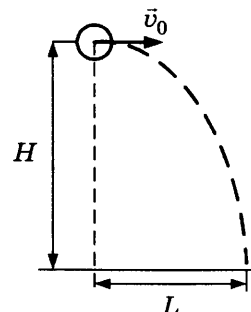
Выберите из предложенных утверждений **два**, которые верно отражают результаты этого опыта.

- 1) Максимальная сила трения, действующая на тело, равна 10 Н.
- 2) Сначала тело покоилось, а затем двигалось равномерно.
- 3) Если сила, действующая на тело, меньше 5 Н, тело покоится.
- 4) Коэффициент трения тела о плоскость равен 0,5.
- 5) Когда сила, действующая на тело, равна 10 Н, тело движется с ускорением 2 м/с².

Ответ:

--	--

6. Шарик, брошенный горизонтально с высоты H с начальной скоростью v_0 , за время t пролетел в горизонтальном направлении расстояние L (см. рисунок). Что произойдет с дальностью полета и ускорением шарика, если на этой же установке увеличить начальную скорость шарика в 2 раза? Сопротивлением воздуха пренебречь. Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:



- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Дальность полета	Ускорение

7. Автобус массой m , движущийся по прямолинейному горизонтальному участку дороги со скоростью v , совершает торможение до полной остановки. При торможении колеса автобуса не вращаются. Коэффициент трения между колесами и дорогой равен μ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль работы силы трения
 Б) время, необходимое для полной остановки автобуса

ФОРМУЛЫ

- 1) $\mu g v$
- 2) $\frac{mv^2}{2\mu g}$
- 3) $\frac{v}{\mu g}$
- 4) $\frac{mv^2}{2}$

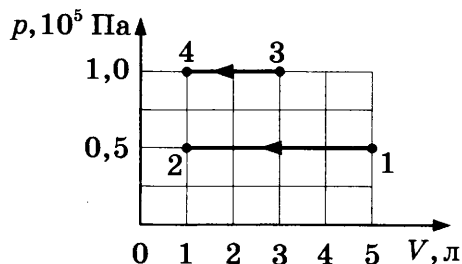
Ответ:

А	Б

8. Идеальный газ находится в сосуде под поршнем. Давление газа уменьшили в 4 раза при постоянной температуре. Чему равно отношение концентраций газа в конечном и начальном состоянии $\frac{n_2}{n_1}$?

Ответ: _____ .

9. На рисунке показано сжатие водорода двумя способами: 1–2 и 3–4. Найдите отношение работ A_{12}/A_{34} внешних сил при этих процессах.



Ответ: _____ .

10. В закрытом сосуде под поршнем находится насыщенный водяной пар при температуре 100°C . Каким будет давление пара, если, сохраняя его температуру неизменной, уменьшить объем пара в 2 раза?

Ответ: _____ кПа.

11. Объем сосуда, содержащего 1 моль водорода, увеличили вдвое и добавили в сосуд 1 моль гелия. Температура в сосуде уменьшилась в 2 раза. Выберите из предложенных утверждений **два**, которые верно отражают результаты этого опыта.

- 1) Концентрация водорода в сосуде увеличилась.
- 2) Внутренняя энергия водорода уменьшилась.
- 3) Плотность газа в сосуде увеличилась.
- 4) Давление в сосуде не изменилось.
- 5) Парциальное давление гелия в сосуде больше, чем парциальное давление водорода.

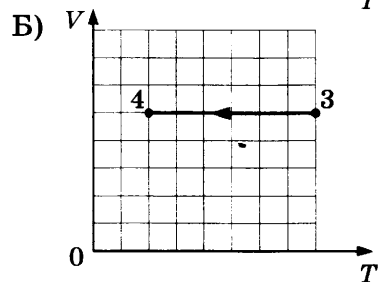
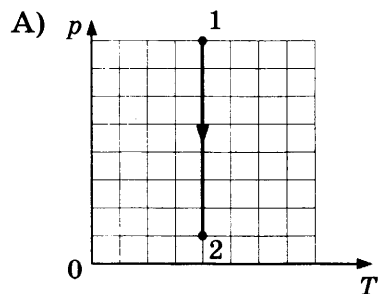
Ответ:

--	--

12. На рисунках приведены графики А и Б двух процессов: 1–2 и 3–4, происходящих с 1 моль неона. Графики построены в координатах $p-T$ и $V-T$, где p — давление, V — объем и T — абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображенные на графиках процессы.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



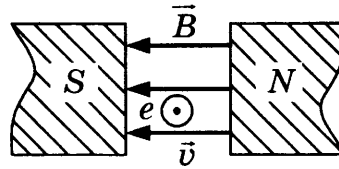
УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) Над газом совершают работу, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
- 2) Газ получает количество теплоты, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
- 3) Газ получает количество теплоты и совершает работу.
- 4) Внутренняя энергия газа уменьшается, при этом газ отдает количество теплоты.

Ответ:

А	Б

13. Электрон e влетает в зазор между полюсами электромагнита со скоростью \vec{v} , направленной к наблюдателю перпендикулярно плоскости рисунка (см. рисунок, где кружок с точкой показывает направление движения электрона). Как направлена (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) действующая на него сила Лоренца \vec{F} ? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

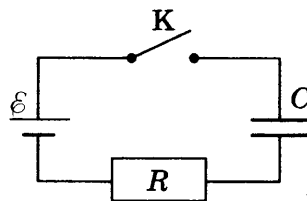
14. Силы взаимодействия между двумя точечными заряженными телами были равны 3 мН. Расстояние между телами увеличили в 3 раза, а заряд одного из тел увеличили в 9 раз. Определите величину сил кулоновского взаимодействия.

Ответ: _____ мН.

15. При скорости v_1 поступательного движения прямолинейного проводника в постоянном однородном магнитном поле на концах проводника возникает разность потенциалов U . При движении этого проводника в той же плоскости и в том же направлении со скоростью v_2 разность потенциалов на концах проводника увеличилась в 2 раза. Чему равно отношение скоростей $\frac{v_1}{v_2}$?

Ответ: _____.

16. Конденсатор подключен к источнику тока последовательно с резистором $R = 20$ кОм (см. рисунок). В момент времени $t = 0$ ключ замыкают. В этот момент конденсатор полностью разряжен. Результаты измерений силы тока в цепи, выполненных с точностью ± 1 мкА, представлены в таблице.



$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6
$I, \text{ мкА}$	300	110	40	15	5	2	1

Выберите **два** верных утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте.

- 1) Ток через резистор в процессе наблюдения уменьшается.
- 2) Через 2 с после замыкания ключа конденсатор остается полностью разряженным.
- 3) ЭДС источника тока составляет 12 В.
- 4) В момент времени $t = 3$ с напряжение на резисторе равно 0,3 В.
- 5) В момент времени $t = 3$ с напряжение на конденсаторе равно 6 В.

Ответ:

17. По проволочному резистору течет ток. Как изменятся при уменьшении длины проволоки в 2 раза и увеличении силы тока вдвое следующие величины: напряжение на резисторе и его сопротивление?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Напряжение на резисторе	Сопротивление резистора

18. В опыте нить накала лампочки расположена вблизи главной оптической оси тонкой линзы с фокусным расстоянием F перпендикулярно этой оси. Расстояние от линзы до нити равно $0,5F$. Сначала в опыте использовали рассеивающую линзу, а затем — собирающую. Установите соответствие между видом линзы, использовавшейся в опыте, и свойствами изображения. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВИД ЛИНЗЫ

- А) линза рассеивающая
- Б) линза собирающая

СВОЙСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ

- 1) действительное, перевернутое, уменьшенное
- 2) мнимое, прямое, уменьшенное
- 3) действительное, увеличенное, перевернутое
- 4) мнимое, прямое, увеличенное

Ответ:

А	Б

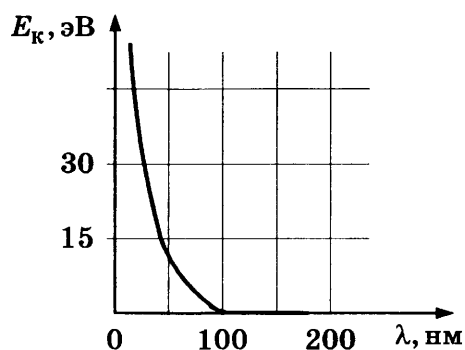
19. Какое число протонов и нейтронов содержится в элементе X , которое образуется в реакции ${}^7_3\text{Li} + {}^4_2\text{He} \longrightarrow {}^{10}_5\text{B} + X$?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. На графике показана зависимость максимальной кинетической энергии электронов, выбитых из металла при фотоэффекте, от длины волны падающего света. Чему равна частота света, соответствующая красной границе фотоэффекта, для данного металла?



Ответ: _____ · 10¹⁵ Дж.

21. На металлическую пластинку направили пучок света от лазера, вызвав фотоэффект. Интенсивность лазерного излучения плавно увеличивают, не меняя его частоты. Как меняются в результате этого следующие величины: число вылетающих в единицу времени фотоэлектронов и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов?

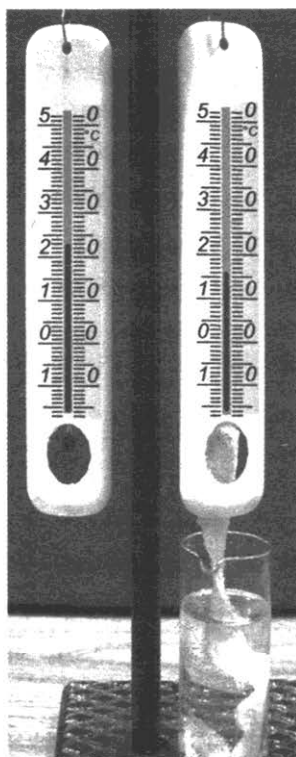
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не меняется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Число фотоэлектронов в единицу времени	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

22. Ученик измерял относительную влажность воздуха с помощью психрометра (двух термометров, колбочка одного из которых обернута влажной тканью; см. фотографию). Абсолютная погрешность измерения температуры равна цене деления термометра. Запишите в ответ величину показаний влажного термометра с учетом погрешности измерений.



Ответ: (_____ ± _____) °С.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

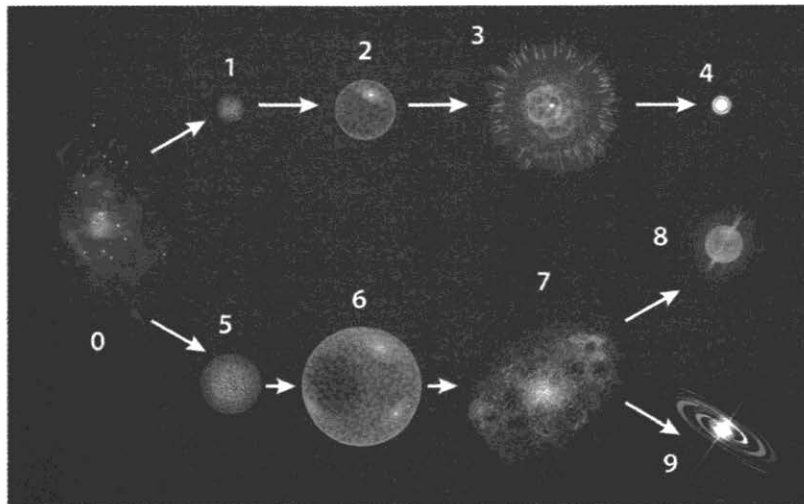
23. Необходимо экспериментально изучить свойства дифракционного спектрометра. В распоряжении экспериментаторов имеются спектрометры, состоящие из источника света — светодиода, дифракционной решетки и экрана, параметры которых приведены в таблице. Какие два спектрометра нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость расстояния между первыми дифракционными максимумами от периода решетки?

№ спектрометра	Светодиод	Количество штрихов на мм в решетке	Расстояние от дифракционной решетки до экрана
1	зеленый	100	3 м
2	синий	50	2 м
3	красный	200	3 м
4	желтый	100	1,5 м
5	красный	50	3 м

В ответе запишите номера выбранных спектрометров.

Ответ:

24. На рисунке приведена эволюция средних по размеру (масса близка к массе Солнца) и больших звезд. Цифрами обозначены основные этапы этой эволюции. Выберите *два* верных утверждения из пяти приведенных ниже, и запишите их номера.



- 1) Цифрой 1 отмечена стационарная стадия развития звезды средних размеров, на которой происходит выгорание водорода.
- 2) Цифрой 8 отмечена начальная стадия развития звезды.
- 3) Цифрой 5 отмечено превращение обычной звезды в красного гиганта.
- 4) Цифрой 4 отмечена черная дыра, в которую превращается массивная звезда в конечной стадии своей эволюции.
- 5) Цифрой 7 отмечен взрыв звезды больших размеров, и превращение её в сверхновую звезду.

Ответ:

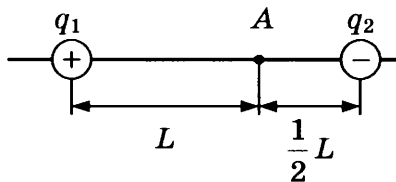
Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Кусок льда опустили в термос с водой. Начальная температура льда $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, начальная температура воды $15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Теплоемкостью термоса можно пренебречь. При переходе к тепловому равновесию часть льда массой 210 г растаяла. Чему равна исходная масса воды в термосе?

Ответ: _____ г.

26. Два точечных заряда: положительный $q_1 = 30$ нКл и отрицательный $q_2 = -20$ нКл — находятся в вакууме. Определите величину напряженности электрического поля этих зарядов в точке A , расположенной на прямой, соединяющей заряды на расстоянии L от первого и $\frac{1}{2}L$ от второго заряда. $L = 3$ м.



Ответ: _____ В/м.

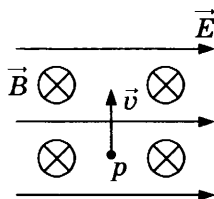
27. Ион, заряд которого равен элементарному заряду, движется в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,15$ Тл в плоскости, перпендикулярной \vec{B} . Радиус дуги, по которой движется ион, равен 10^{-3} м. Каков импульс иона?

Ответ: _____ $\cdot 10^{-24}$ кг \cdot м/с.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

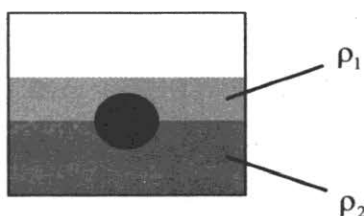
Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28. В камере, из которой откачан воздух, создали электрическое поле напряженностью \vec{E} и магнитное поле индукцией \vec{B} . Поля однородные, $\vec{E} \perp \vec{B}$. В камеру влетает протон p , вектор скорости которого перпендикулярен \vec{E} и \vec{B} , как показано на рисунке. Модули напряженности электрического поля и индукции магнитного поля таковы, что протон движется прямолинейно. Как изменится начальный участок траектории протона, если увеличить модуль напряженности электрического поля, оставив его направление без изменения? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения.

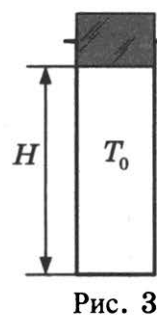
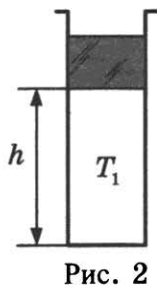
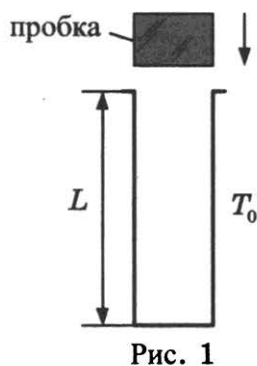


Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

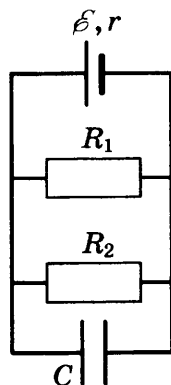
29. На границе раздела двух несмешивающихся жидкостей, имеющих плотности $\rho_1 = 900$ кг/м³ и $\rho_2 = 3\rho_1$, плавает однородный шарик (см. рисунок). Какой должна быть плотность шарика ρ , чтобы выше границы раздела жидкостей была одна треть его объема?



30. В камере, заполненной азотом, при температуре $T_0 = 300$ К находится открытый цилиндрический сосуд (рисунок 1). Высота сосуда $L = 50$ см. Сосуд плотно закрывают цилиндрической пробкой и охлаждают до температуры $T_1 = 240$ К. В результате расстояние от дна сосуда до низа пробки становится равным h (рисунок 2). Затем сосуд нагревают до первоначальной температуры T_0 . Расстояние от дна сосуда до низа пробки при этой температуре становится равным $H = 46$ см (рисунок 3). Чему равно h ? Величину силы трения между пробкой и стенками сосуда считать одинаковой при движении пробки вниз и вверх. Массой пробки пренебречь. Давление азота в камере во время эксперимента поддерживается постоянным.



31. Источник постоянного тока с внутренним сопротивлением $r = 0,4$ Ом подсоединен к параллельно соединенным резисторам $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 2$ Ом и конденсатору емкости $C = 5$ мкФ. Определите ЭДС источника \mathcal{E} , если энергия электрического поля конденсатора $W = 10$ мкДж.



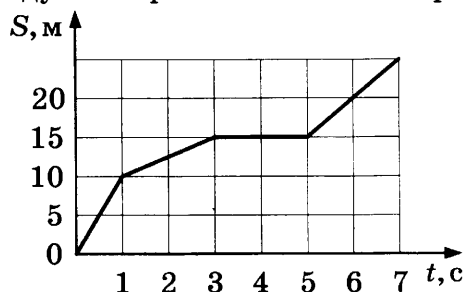
32. В открытый контейнер объемом 80 мл поместили изотоп полония-210 ${}_{84}^{210}\text{Po}$. Затем контейнер герметично закрыли. Изотоп полония радиоактивен и претерпевает альфа-распад с периодом полураспада примерно 140 дней, превращаясь в стабильный изотоп свинца. Через 5 недель давление внутри контейнера составило $1,3 \cdot 10^5$ Па. Какую массу полония первоначально поместили в контейнер? Температура внутри контейнера поддерживается постоянной и равна 45 °С. Атмосферное давление равно 10^5 Па.

ВАРИАНТ 33

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости пути S , пройденного материальной точкой, от времени t . Определите модуль скорости точки в интервале времени от 1 с до 2 с.

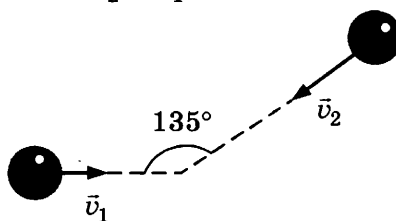


Ответ: _____ м/с.

2. Тележку массой $m = 3$ кг, равномерно движущуюся по гладкому горизонтальному столу, толкают с силой $F = 6$ Н в направлении движения. Каково ускорение тележки в инерциальной системе отсчета, связанной со столом?

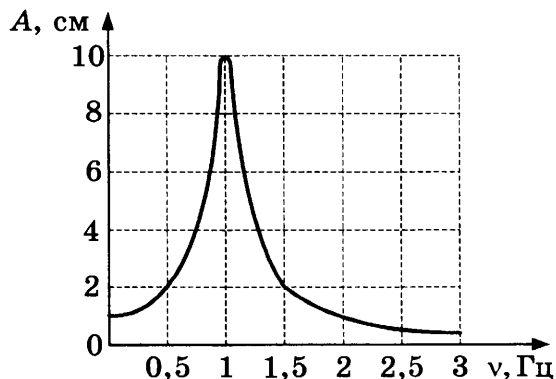
Ответ: _____ м/с².

3. Одинаковые шары массой 1 кг каждый движутся со скоростями, направления которых показаны на рисунке, и сталкиваются. Чему будет равен суммарный импульс шаров после столкновения, если $v_1 = 7$ м/с, а $v_2 = v_1 \cdot \sqrt{2}$?



Ответ: _____ кг·м/с.

4. На рисунке изображена зависимость амплитуды установившихся колебаний маятника от частоты вынуждающей силы (резонансная кривая). Во сколько раз увеличилась максимальная скорость маятника при переходе от частоты 0,5 Гц к частоте 1 Гц?



Ответ: увеличилась в _____ раз(а).

5. Четыре тела одинаковой массы 200 г двигались вдоль оси Ox . В таблице представлена зависимость их координат от времени.

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5
$x_1, \text{ м}$	0	2	4	6	8	10
$x_2, \text{ м}$	0	0	0	0	0	0
$x_3, \text{ м}$	0	1	4	9	16	25
$x_4, \text{ м}$	0	2	0	-2	0	2

Выберите из предложенных утверждений **два**, которые верно отражают результаты этого опыта.

- 1) Первое тело двигалось равноускоренно.
- 2) Сумма сил, действующих на второе тело, равна нулю.
- 3) Ускорение третьего тела равно 1 м/с^2 .
- 4) Период колебаний третьего тела равен 2 с.
- 5) В момент времени 3 с кинетическая энергия первого тела была равна 0,4 Дж.

Ответ:

--	--

6. На гладком горизонтальном столе пружинный маятник совершает свободные незатухающие колебания. Затем пружину заменяют на пружину большей жесткости, а амплитуду колебаний оставляют неизменной. Как изменятся при этом период колебаний и максимальная потенциальная энергия маятника?

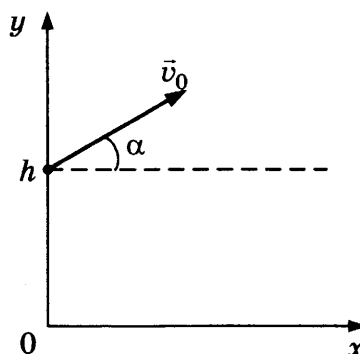
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний	Максимальная потенциальная энергия маятника

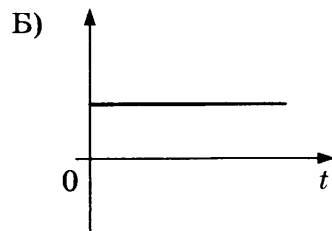
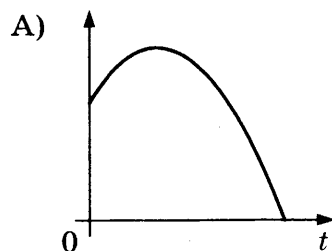
7. Мячик бросают с начальной скоростью \vec{v}_0 под углом α к горизонту с балкона высотой h (см. рисунок). Соппротивлением воздуха пренебречь. Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полета, от времени t .



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата x мячика
- 2) проекция скорости мячика на ось x
- 3) кинетическая энергия мячика
- 4) координата y мячика

Ответ:

А	Б

8. При охлаждении одноатомного идеального газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул уменьшилась в 2 раза. Определите отношение абсолютных температур газа в начальном и конечном состоянии $\frac{T_1}{T_2}$.

Ответ: _____.

9. Газ совершил работу 10 Дж и получил количество теплоты 6 Дж. Насколько уменьшилась при этом внутренняя энергия газа?

Ответ: _____ Дж.

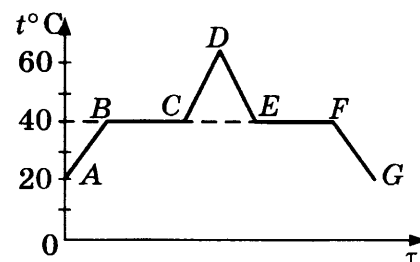
10. В кубическом метре воздуха в помещении при температуре 18°C находится $1,155 \cdot 10^{-2}$ кг водяных паров. Пользуясь таблицей плотности насыщенных паров воды, определите относительную влажность воздуха.

t °C	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho_{\text{нп}}, \cdot 10^{-2}$ кг/м ³	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

Ответ: _____ %.

11. В начальный момент в сосуде под легким поршнем находится только жидкий эфир. На рисунке показан график зависимости температуры t эфира от времени τ его нагревания и последующего охлаждения.

Выберите из предложенных утверждений **два**, которые верно отражают результаты этого опыта.



- 1) Температура кипения эфира равна 60°C .
- 2) В момент F в сосуде находился только жидкий эфир.
- 3) На участке BC внутренняя энергия эфира увеличивалась.
- 4) В момент G эфир отвердел.
- 5) Время, за которое весь эфир выкипел, меньше, чем время, за которое он сконденсировался.

Ответ:

--	--

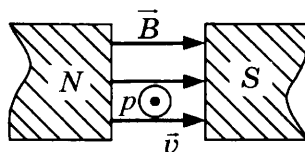
12. В процессе расширения 1 моль разреженного гелия его внутренняя энергия все время остается неизменной. Как изменяются при этом температура гелия и его давление? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура гелия	Давление гелия

13. Протон p , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет скорость \vec{v} , направленную горизонтально и перпендикулярно вектору индукции \vec{B} магнитного поля (см. рисунок, на котором кружок с точкой указывает направление движения протона). Куда направлена (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) действующая на протон сила Лоренца \vec{F} ? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

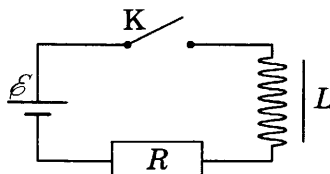
14. К батарее с ЭДС, равной 24 В, и внутренним сопротивлением 2 Ом подключили резистор с сопротивлением 4 Ом. Какова сила тока в цепи?

Ответ: _____ А.

15. Тень на экране от предмета, освещенного точечным источником света, имеет размеры в 3 раза большие, чем сам предмет. Расстояние от источника света до предмета равно 1 м. Определите расстояние от предмета до экрана.

Ответ: _____ м.

16. Катушка индуктивности подключена к источнику тока с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением через резистор $R = 40$ Ом (см. рисунок). В момент $t = 0$ ключ K замыкают. Значения силы тока в цепи, измеренные в последовательные моменты времени с точностью $\pm 0,01$ А, представлены в таблице.



$t, \text{ с}$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$I, \text{ А}$	0	0,12	0,19	0,23	0,26	0,29	0,29	0,30	0,30

Выберите **два** верных утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте.

- 1) Ток через резистор в процессе наблюдения не изменяется.
- 2) Через 5 с после замыкания ключа ток через катушку полностью прекратился.
- 3) ЭДС источника тока составляет 12 В.
- 4) В момент времени $t = 3,0$ с ЭДС самоиндукции катушки равна 0,29 В.
- 5) В момент времени $t = 1,0$ с напряжение на резисторе равно 7,6 В.

Ответ:

--	--

17. Плоский воздушный конденсатор подключен к гальваническому элементу. Как изменятся при уменьшении зазора между обкладками конденсатора следующие величины: емкость конденсатора и величина заряда на его обкладках?

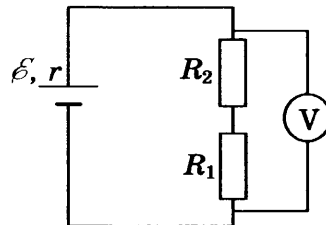
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Емкость конденсатора	Величина заряда конденсатора

18. В схеме, изображенной на рисунке, ЭДС источника тока равна \mathcal{E} , его внутреннее сопротивление r , а сопротивления резисторов R_1 и R_2 .



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) показания вольтметра
- Б) сила тока, текущего в цепи

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2}$
- 2) $\frac{\mathcal{E}}{r + R_1 + R_2}$
- 3) $\frac{\mathcal{E}r}{R_1 + R_2}$
- 4) $\frac{\mathcal{E}(R_1 + R_2)}{r + R_1 + R_2}$

Ответ:

А	Б

19. Какое число протонов и нейтронов содержится в ядре элемента, образовавшемся из ядра ${}_{102}^{252}\text{No}$ после двух последовательных α -распадов?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Из ядер таллия ${}_{81}^{208}\text{Tl}$ при β -распаде с периодом полураспада 3 мин образуются стабильные ядра свинца. В момент начала наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{20}$ ядер таллия. Через какое время образуется $6 \cdot 10^{20}$ ядер свинца?

Ответ: _____ мин.

21. В ядерном реакторе цепочка ядерных реакций начинается с захвата ядром быстрого нейтрона. Как изменятся при захвате нейтрона следующие характеристики ядра: массовое число ядра и заряд ядра?

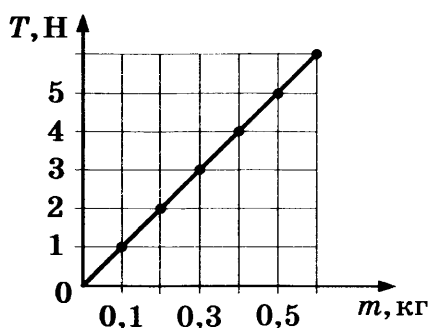
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Массовое число ядра	Заряд ядра

22. Ученики исследовали зависимость модуля силы натяжения нити T от массы подвешенного на нее груза m . График, построенный по результатам измерений, представлен на рисунке. Погрешность измерения массы равна 0,05 кг, силы — 0,5 Н.



Запишите в ответ модуль силы натяжения нити, на которую подвешен груз массой 0,40 кг, с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ + _____) Н.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. В лаборатории экспериментально изучают зависимость частоты колебаний струны, закрепленной с двух сторон, от ее натяжения. Какие две установки нужно использовать для проведения такого эксперимента?

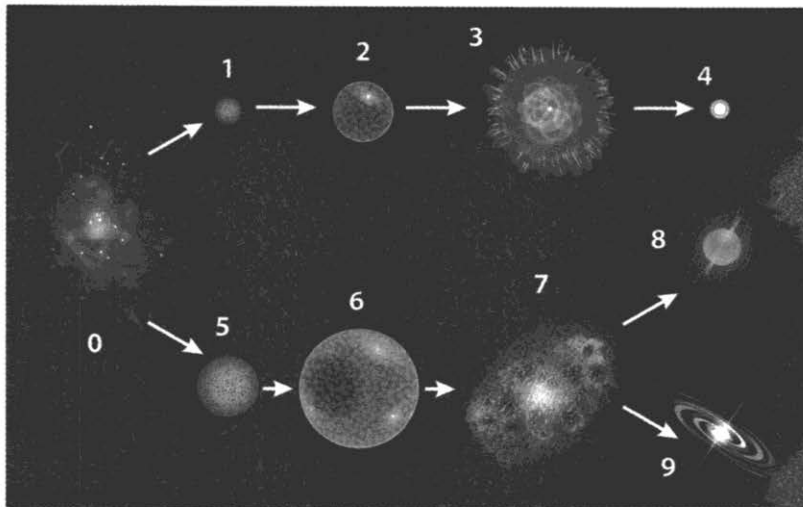
№ установки	Сила натяжения струны	Диаметр струны	Материал струны
1	15 Н	0,5 мм	сталь
2	10 Н	1 мм	сталь
3	10 Н	0,5 мм	медь
4	25 Н	1 мм	сталь
5	20 Н	1 мм	пластик

В ответе запишите номера выбранных установок

Ответ:

--	--

24. На рисунке приведена эволюция средних по размеру (масса близка к массе Солнца) и больших звёзд. Цифрами обозначены основные этапы этой эволюции. Выберите *два* верных утверждения из пяти приведённых ниже, и запишите их номера.



- 1) Цифрой 3 отмечена стационарная стадия развития звезды средних размеров, на которой происходит выгорание водорода.
- 2) Цифрой 5 отмечена начальная стадия развития звезды.
- 3) Цифрой 4 отмечено превращение обычной звезды в белого карлика в конечной стадии своей эволюции.
- 4) Цифрой 9 отмечена черная дыра, в которую может превратиться массивная звезда, в конечной стадии своей эволюции.
- 5) Цифрой 6 отмечен взрыв звезды средних размеров, и превращение её в сверхновую звезду.

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. На последнем километре тормозного пути скорость поезда уменьшилась на 10 м/с. Определите скорость в начале торможения, если общий тормозной путь поезда составил 4 км, а торможение было равнозамедленным.

Ответ: _____ м/с.

26. Идеальный одноатомный газ находится в сосуде объемом $1,2 \text{ м}^3$ под давлением $4 \cdot 10^3 \text{ Па}$. Определите внутреннюю энергию этого газа.

Ответ: _____ Дж.

27. Частица массой 1 мг переместилась за 3 с на расстояние 0,45 м по горизонтали в однородном горизонтальном электрическом поле напряженностью 5000 В/м. Начальная скорость частицы равна нулю. Каков заряд частицы? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ $\cdot 10^{-11}$ Кл.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

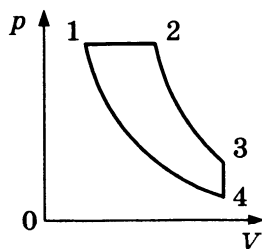
28. При изучении давления света проведены два опыта с одним и тем же лазером. В первом опыте свет лазера направляется на пластинку, покрытую сажей, а во втором — на зеркальную пластинку такой же площади. В обоих опытах пластинки находятся на одинаковом расстоянии от лазера и свет падает перпендикулярно поверхности пластинок. Как изменится сила давления света на пластинку во втором опыте по сравнению с первым? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

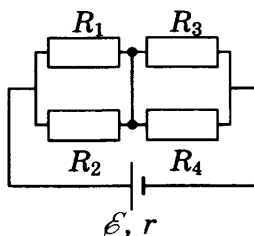
29. Шайба массой $m = 100$ г начинает движение по желобу АВ из точки А из состояния покоя. Точка А расположена выше точки В на высоте $H = 6$ м. В процессе движения по желобу механическая энергия шайбы из-за трения уменьшается на величину ΔE . В точке В шайба вылетает из желоба под углом $\alpha = 15^\circ$ к горизонту и падает на землю в точке D, находящейся на одной горизонтали с точкой В (см. рисунок). $BD = 4$ м. Найдите величину ΔE . Сопротивлением воздуха пренебречь.



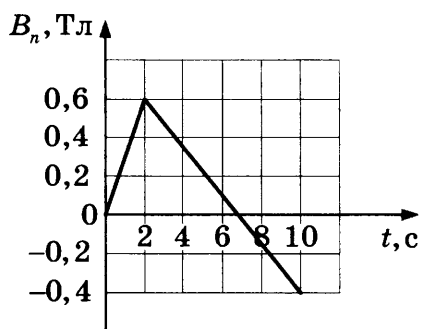
30. Тепловой двигатель использует в качестве рабочего вещества 1 моль идеального одноатомного газа. Цикл работы двигателя изображен на p - V -диаграмме и состоит из двух адиабат, изохоры, изобары. Зная, что КПД этого цикла $\eta = 15\%$, а минимальная и максимальная температуры газа при изохорном процессе $t_{\min} = 37^\circ\text{C}$ и $t_{\max} = 302^\circ\text{C}$, определите количество теплоты, получаемое газом за цикл.



31. Какая тепловая мощность будет выделяться на резисторе R_1 в схеме, изображенной на рисунке, если резистор R_2 перегорит (превратится в разрыв цепи)? Все резисторы, включенные в схему, имеют одинаковое сопротивление $R = 20$ Ом. Внутреннее сопротивление источника $r = 2$ Ом; его ЭДС $\mathcal{E} = 110$ В.



32. Квадратная проволочная рамка со стороной $l = 10$ см находится в однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} . На рисунке изображено изменение проекции вектора \vec{B} на перпендикуляр к плоскости рамки с течением времени. За время $t = 10$ с в рамке выделяется количество теплоты $Q = 0,1$ мДж. Каково сопротивление проволоки, из которой сделана рамка?

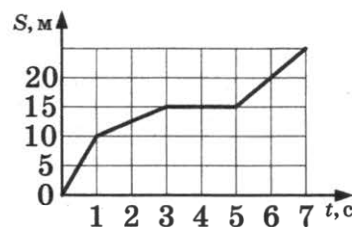


ВАРИАНТ 34

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости пути S , пройденного материальной точкой, от времени t . Определите модуль скорости точки в интервале времени от 5 с до 7 с.

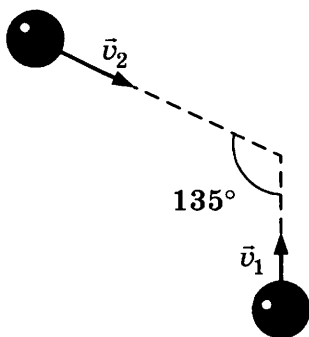


Ответ: _____ м/с.

2. Тележка равномерно движется по гладкому горизонтальному столу. Ее толкают с силой $F = 6$ Н в направлении движения. Ускорение тележки в инерциальной системе отсчета, связанной со столом, равно 3 м/с². Какова масса тележки?

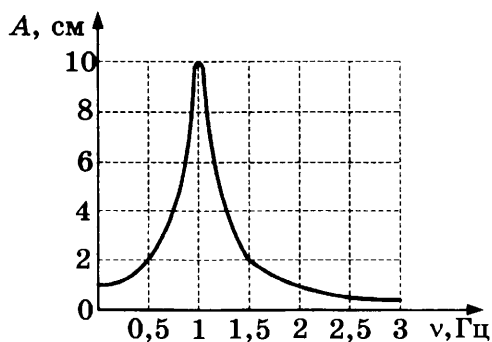
Ответ: _____ кг.

3. Одинаковые шары массой $0,4$ кг каждый движутся со скоростями, направления которых показаны на рисунке, и сталкиваются. Чему будет равен суммарный импульс шаров после столкновения, если $v_1 = 3,5$ м/с, а $v_2 = v_1 \cdot \sqrt{2}$?



Ответ: _____ кг·м/с.

4. На рисунке изображена зависимость амплитуды установившихся колебаний маятника от частоты вынуждающей силы (резонансная кривая). Во сколько раз увеличилась максимальная скорость маятника при переходе от частоты $0,5$ Гц к частоте $1,5$ Гц?



Ответ: увеличилась в _____ раз(а).

5. Четыре тела одинаковой массы 200 г двигались вдоль оси Ox . В таблице представлена зависимость их координат от времени.

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5
$x_1, \text{ м}$	0	2	4	6	8	10
$x_2, \text{ м}$	0	0	0	0	0	0
$x_3, \text{ м}$	0	1	4	9	16	25
$x_4, \text{ м}$	0	2	0	-2	0	2

Выберите из предложенных утверждений **два**, которые верно отражают результаты этого опыта.

- 1) Сумма сил, действующих на первое тело, равна нулю.
- 2) Скорость второго тела равна 2 м/с.
- 3) Ускорение третьего тела равно 2 м/с².
- 4) Период колебаний третьего тела равен 1 с.
- 5) В момент времени 3 с кинетическая энергия первого тела была равна 0,6 Дж.

Ответ:

--	--

6. На гладком горизонтальном столе пружинный маятник совершает свободные незатухающие колебания. Затем пружину заменяют на пружину меньшей жесткости, а амплитуду колебаний оставляют неизменной. Как изменятся при этом частота колебаний и максимальная кинетическая энергия груза маятника?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

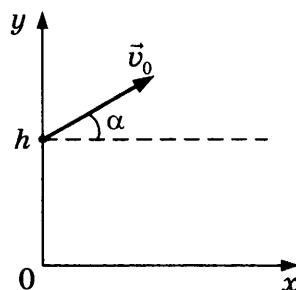
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

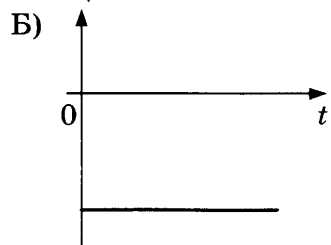
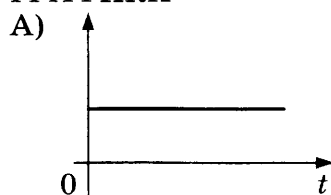
Частота колебаний	Максимальная кинетическая энергия груза маятника

7. В момент времени $t = 0$ мячик бросают с начальной скоростью \vec{v}_0 под углом α к горизонту с балкона высотой h (см. рисунок). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полета, от времени t . Сопротивлением воздуха пренебречь. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. (Потенциальная энергия мячика отсчитывается от уровня $y = 0$.)

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



Ответ:

А	Б

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) потенциальная энергия мячика
- 2) полная механическая энергия мячика
- 3) кинетическая энергия мячика
- 4) проекция ускорения мячика на ось y

8. При нагревании одноатомного идеального газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул увеличилась в 4 раза. Определите отношение абсолютных температур газа в конечном и начальном состоянии $\frac{T_2}{T_1}$.

Ответ: _____ .

9. Газ совершил работу 20 Дж и получил количество теплоты 5 Дж. Насколько уменьшилась при этом внутренняя энергия газа?

Ответ: _____ Дж.

10. В кубическом метре воздуха в помещении при температуре 25°C находится $1,38 \cdot 10^{-2}$ кг водяных паров. Пользуясь таблицей плотности насыщенных паров воды, определите относительную влажность воздуха.

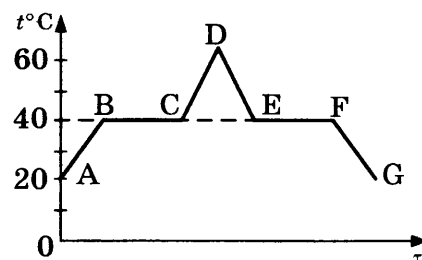
$t, ^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho_{\text{нп}}, \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

Ответ: _____ %.

11. В начальный момент в сосуде под легким поршнем находится только жидкий эфир. На рисунке показан график зависимости температуры t эфира от времени τ его нагревания и последующего охлаждения.

Выберите из предложенных утверждений **два**, которые верно отражают результаты этого опыта.

- 1) Температура кипения эфира равна 40°C .
- 2) В момент F в сосуде находился эфир в жидком и газообразном состояниях.
- 3) На участке EF внутренняя энергия эфира увеличивалась.
- 4) В момент C эфир закипел.
- 5) Время, за которое весь эфир испарился равно времени, за которое он сконденсировался.



Ответ:

--	--

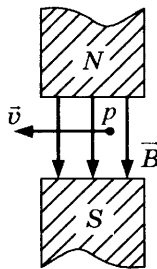
12. В ходе адиабатического процесса внутренняя энергия 1 моль разреженного гелия увеличивается. Как изменяются при этом температура гелия и его давление?
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура гелия	Давление гелия

13. Протон p , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет скорость \vec{v} , которая перпендикулярна вектору индукции \vec{B} магнитного поля, направленному вертикально (см. рисунок). Как направлена (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) действующая на протон сила Лоренца \vec{F} ? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____ .

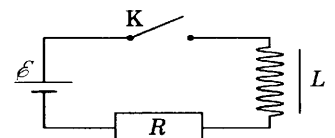
14. К батарее с внутренним сопротивлением 2 Ом подключили резистор с сопротивлением 4 Ом. При этом сила тока в цепи оказалась равной 3 А. Какова ЭДС батареи?

Ответ: _____ В.

15. Маленькая лампочка освещает экран через непрозрачную перегородку с круглым отверстием радиуса 0,2 м. Расстояние от лампочки до экрана в 4 раза больше расстояния от лампочки до перегородки. Каков радиус освещенного пятна на экране?

Ответ: _____ м.

16. Катушка индуктивности подключена к источнику тока с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением через резистор $R = 60$ Ом (см. рисунок). В момент $t = 0$ ключ К замыкают. Значения силы тока в цепи, измеренные в последовательные моменты времени с точностью $\pm 0,01$ А, представлены в таблице.



$t, \text{ с}$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$I, \text{ А}$	0	0,12	0,19	0,23	0,26	0,28	0,29	0,30	0,30

Выберите **два** верных утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте.

- 1) В опыте наблюдаются колебания силы тока в цепи.
- 2) Через 6 с после замыкания ключа ток через катушку достиг минимального значения.
- 3) ЭДС источника тока составляет 18 В.
- 4) В момент времени $t = 2,0$ с ЭДС самоиндукции катушки равна 2,4 В.
- 5) В момент времени $t = 3,0$ с напряжение на резисторе равно 15 В.

Ответ:

--	--

17. Плоский воздушный конденсатор с диэлектриком между пластинами подключен к аккумулятору. Не отключая конденсатор от аккумулятора, диэлектрик удалили из конденсатора. Как изменятся при этом емкость конденсатора и величина заряда на его обкладках?

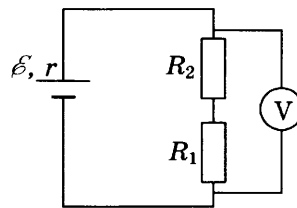
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Емкость конденсатора	Величина заряда конденсатора

18. В схеме, изображенной на рисунке, показания вольтметра равны U , внутреннее сопротивление источника r , а сопротивления резисторов R_1 и R_2 .



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) ЭДС источника
- Б) сила тока, текущего в цепи

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{U}{R_1 + R_2}$
- 2) $\frac{U}{r + R_1 + R_2}$
- 3) $\frac{Ur}{R_1 + R_2}$
- 4) $\frac{U(r + R_1 + R_2)}{R_1 + R_2}$

Ответ:

А	Б

19. Сколько нейтронов и электронов содержит нейтральный атом ${}_{13}^{30}\text{Al}$?

Ответ:

Число нейтронов	Число электронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Из ядер эрбия ${}_{68}^{171}\text{Er}$ при β -распаде с периодом полураспада 8 ч образуются ядра тулия. В момент начала наблюдения в образце содержится $16 \cdot 10^{20}$ ядер эрбия. Через какое время число ядер тулия будет равно $14 \cdot 10^{20}$?

Ответ: _____ ч.

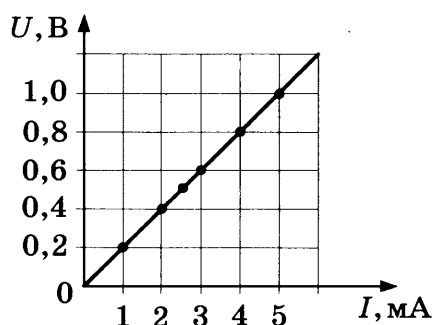
21. Для некоторых атомов характерной особенностью является возможность захвата атомным ядром одного из ближайших к нему электронов из электронной оболочки атома. При захвате электрона некоторые характеристики атомного ядра изменяются. Как ведут себя перечисленные ниже характеристики атомного ядра при захвате ядром электрона? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Заряд ядра	Число нуклонов в ядре

22. При изучении закона Ома для участка цепи получили зависимость напряжения на реостате от силы тока в цепи. Результаты измерений представлены на графике. Погрешность измерения силы тока равна 0,1 мА, напряжения 0,05 В.



Запишите в ответ величину напряжения на реостате при силе тока в цепи 4,0 А с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) В.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. В лаборатории экспериментально изучают зависимость частоты колебаний струны, закрепленной с двух сторон, от диаметра. Какие две установки нужно использовать для проведения такого эксперимента?

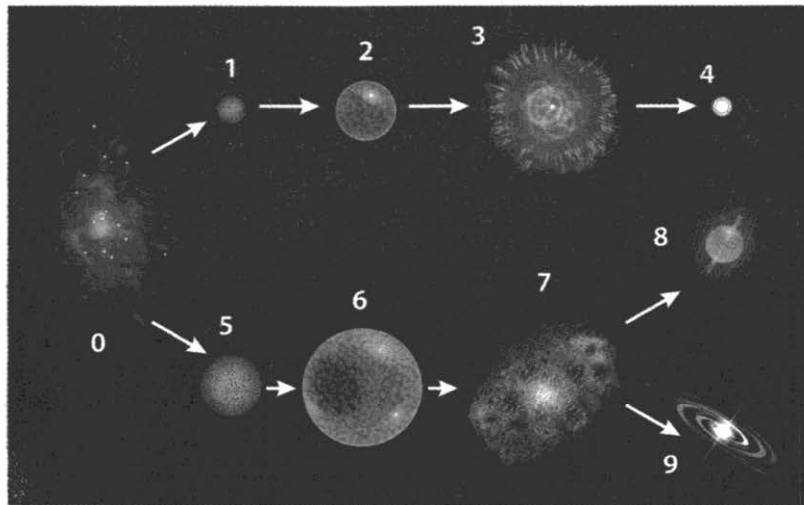
№ установки	Сила натяжения струны	Диаметр струны	Материал струны
1	10 Н	1 мм	сталь
2	15 Н	0,5 мм	медь
3	10 Н	0,5 мм	сталь
4	25 Н	1 мм	сталь
5	20 Н	1 мм	пластик

В ответе запишите номера выбранных установок.

Ответ:

--	--

24. На рисунке приведена эволюция средних по размеру (масса близка к массе Солнца) и больших звёзд. Цифрами обозначены основные этапы этой эволюции. Выберите **два** верных утверждения из пяти приведённых ниже, и запишите их номера.



- 1) Цифрой 9 отмечена стационарная стадия развития звезды средних размеров, на которой происходит выгорание водорода.
- 2) Цифрой 0 отмечена начальная стадия развития звезды.
- 3) Цифрой 2 отмечено превращение массивной звезды в красного сверхгиганта.
- 4) Цифрой 8 отмечена нейтронная звезда, в которую может превратиться массивная звезда в конечной стадии своей эволюции.
- 5) Цифрой 7 отмечено превращение обычной звезды в красного гиганта.

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. На последнем километре тормозного пути скорость поезда уменьшилась на 10 м/с. Определите общий тормозной путь поезда, если скорость в начале торможения была равна 25 м/с и торможение было равнозамедленным.

Ответ: _____ м.

26. Идеальный одноатомный газ находится в сосуде объемом 1 м^3 . Его внутренняя энергия равна 9 кДж. Определите давление этого газа.

Ответ: _____ кПа.

27. В области пространства, где находится частица с зарядом $2 \cdot 10^{-11}$ Кл, создано однородное горизонтальное электрическое поле напряженностью 5000 В/м. Какова масса частицы, если за 2 с она переместилась по горизонтали на расстояние 0,4 м от точки, из которой она начала двигаться из состояния покоя? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ мг.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

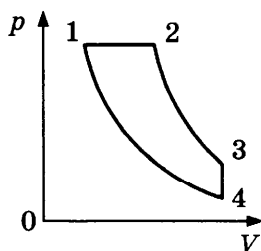
28. На площадку падает зеленый свет от лазера. Лазер заменяют на другой, который генерирует красный свет. Мощность излучения, падающего на площадку, в обоих случаях одна и та же. Как меняется в результате такой замены число фотонов, падающих на площадку в единицу времени? Укажите закономерности, которые вы использовали при обосновании своего ответа.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

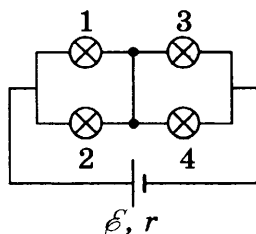
29. Массивная шайба начинает движение по желобу АВ из точки А из состояния покоя. Точка А расположена выше точки В на высоте $H = 6$ м. В процессе движения по желобу механическая энергия шайбы из-за трения уменьшается на $\Delta E = 2$ Дж. В точке В шайба вылетает из желоба под углом $\alpha = 15^\circ$ к горизонту и падает на землю в точке D, находящейся на одной горизонтали с точкой В (см. рисунок). Найдите массу шайбы, если $BD = 2$ м. Сопротивлением воздуха пренебречь.



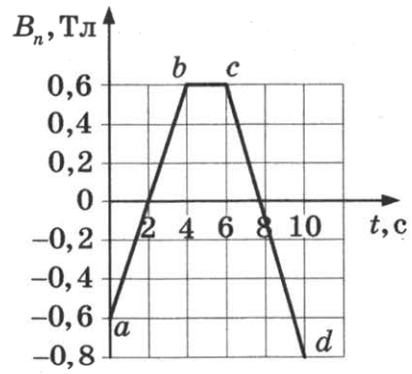
30. Тепловой двигатель использует в качестве рабочего вещества 1 моль идеального одноатомного газа. Цикл работы двигателя изображен на p - V -диаграмме и состоит из двух адиабат, изохоры, изобары. Зная, что КПД цикла равен 50%, определите модуль отношения изменения температуры газа при изобарном процессе T_{12} к изменению его температуры T_{34} при изохорном процессе.



31. Какая тепловая мощность выделяется на лампе 4 в цепи, собранной по схеме, изображенной на рисунке? Сопротивление ламп 1 и 2 $R_1 = 20$ Ом, ламп 3 и 4 $R_2 = 10$ Ом. Внутреннее сопротивление источника $r = 5$ Ом, его ЭДС $\mathcal{E} = 100$ В.



32. Проволочная рамка с сопротивлением $R = 0,2$ Ом находится в однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} . На рисунке изображено изменение проекции вектора \vec{B} на перпендикуляр к плоскости рамки с течением времени. За время $t = 10$ с в рамке выделилось количество теплоты $Q = 4,1$ мДж. Какова площадь рамки?



ВАРИАНТ 35

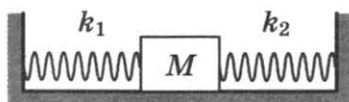
Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Шарик движется по окружности радиусом $r = 1$ м со скоростью $v = 2$ м/с. Каким будет его центростремительное ускорение, если радиус окружности увеличить в 2 раза, оставив скорость шарика прежней?

Ответ: _____ м/с².

2. Кубик массой 1 кг покоится на гладком горизонтальном столе, сжатый с боков пружинами (см. рисунок). Жесткость правой пружины $k_2 = 800$ Н/м. Левая пружина действует на кубик с силой 16 Н. Насколько сжата правая пружина?



Ответ: _____ см.

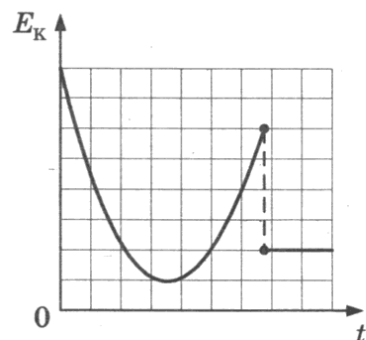
3. Легковой автомобиль и грузовик движутся по мосту. Масса легкового автомобиля $m = 1000$ кг. Какова масса грузовика, если отношение значений потенциальной энергии грузовика и легкового автомобиля относительно уровня воды равно 4?

Ответ: _____ кг.

4. Подвешенный на нити алюминиевый кубик целиком погружен в воду и не касается дна сосуда. Длина ребра кубика равна 10 см. Определите выталкивающую силу, действующую на кубик.

Ответ: _____ Н.

5. На рисунке представлен схематичный вид графика изменения кинетической энергии тела с течением времени. Выберите **два** верных утверждения, описывающих движение в соответствии с данным графиком.

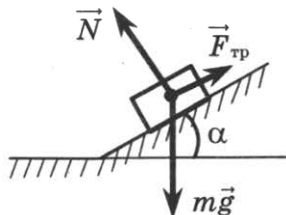


- 1) В конце наблюдения кинетическая энергия тела отлична от нуля.
- 2) Кинетическая энергия тела в течение всего времени наблюдения уменьшается.
- 3) Тело брошено под углом к горизонту с поверхности земли и упало на балкон.
- 4) Тело брошено вертикально вверх с балкона и упало на землю.
- 5) Тело брошено под углом к горизонту с поверхности земли и упало в кузов проезжающего мимо грузовика.

Ответ:

--	--

6. Брусок покоится на шероховатой наклонной опоре (см. рисунок). На него действуют три силы: сила тяжести $m\vec{g}$, сила нормальной реакции опоры \vec{N} и сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$. Для того чтобы брусок скользил по опоре, необходимо увеличить его массу в 2 раза. Как изменятся модуль силы трения и модуль силы нормальной реакции опоры, если увеличить массу тела в 1,5 раза?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

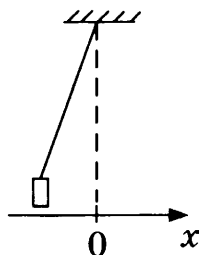
- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

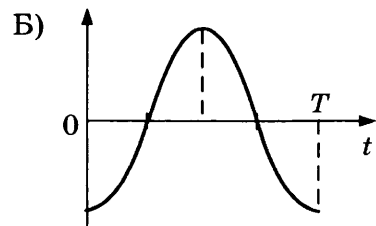
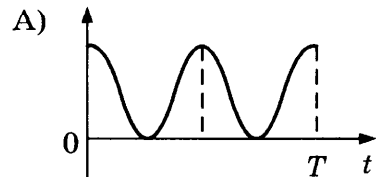
Модуль силы трения	Модуль силы нормальной реакции опоры

7. В момент времени $t = 0$ груз, привязанный к нити, отклонили от положения равновесия и отпустили из состояния покоя (см. рисунок). На графиках А и Б показано изменение физических величин, характеризующих движение груза после этого. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата x
- 2) проекция скорости v_x
- 3) кинетическая энергия E_k
- 4) потенциальная энергия $E_{\text{п}}$

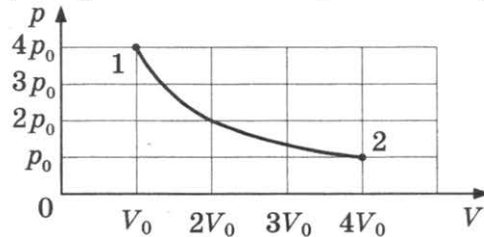
Ответ:

А	Б

8. При сжатии неизменного количества идеального газа его объем уменьшился в 2 раза, а температура возросла в 2 раза. Каким стало давление газа, если первоначально оно было равно 50 кПа?

Ответ: _____ кПа.

9. На графике показана зависимость давления одноатомного идеального газа от его объема. При переходе из состояния 1 в состояние 2 газ совершил работу, равную 5 кДж. Чему равно количество теплоты, полученное газом при этом переходе?

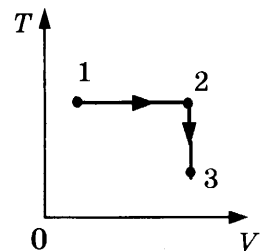


Ответ: _____ кДж.

10. В сосуде под поршнем находится влажный воздух с относительной влажностью 60%. Какой будет относительная влажность воздуха в сосуде, если его объем изотермически увеличить в 2 раза?

Ответ: _____ %.

11. В лаборатории изучали процессы, происходящие с газом. График зависимости температуры от объема постоянной массы газа приведен на рисунке. Считая газ идеальным, выберите **два** верных утверждения, описывающих процессы, происходящие с газом в соответствии с данным графиком.



- 1) На участке 1–2 внутренняя энергия газа увеличивалась.
- 2) На участке 2–3 газ совершал работу.
- 3) Давление газа в состоянии 2 меньше давления в состоянии 1.
- 4) На участке 2–3 от газа отводили тепло.
- 5) В состояниях 1 и 3 температура газа одинакова.

Ответ:

12. В калориметр с водой, имеющей комнатную температуру, положили кусок льда при 0°C. Как изменятся в результате установления теплового равновесия следующие величины: удельная теплоемкость льда и масса воды?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Удельная теплоемкость льда	Масса воды

13. На рисунке изображен проводник, по которому протекает электрический ток. Направление тока указано стрелкой. Как направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор индукции магнитного поля проводника в точке С? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____ .

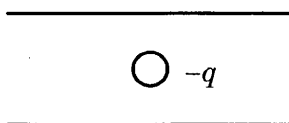
14. В цепи из двух одинаковых последовательно включенных резисторов за час выделяется количество теплоты 20 кДж. Какое количество теплоты будет выделяться за час в цепи, в которой количество резисторов и подводимое к ним напряжение увеличено в 3 раза?

Ответ: _____ кДж.

15. При вращении квадратной рамки в однородном магнитном поле в ней возникает ЭДС индукции, максимальная величина которой равна 2 мВ. Какой будет максимальная ЭДС индукции, если сторону рамки увеличить в 2 раза, а угловую скорость вращения в 2 раза уменьшить? Ориентация рамки относительно линий индукции магнитного поля не изменилась.

Ответ: _____ мВ.

16. Между горизонтально расположенными пластинами плоского конденсатора находится в равновесии отрицательно заряженная капелька масла (см. рисунок).



Какие **два** утверждения верно описывают наблюдаемое явление?

- 1) Верхняя пластина конденсатора заряжена отрицательно.
- 2) Вектор напряженности электрического поля конденсатора направлен вертикально вниз.
- 3) Сила тяжести, действующая на капельку масла, равна силе, действующей на каплю со стороны электрического поля конденсатора.
- 4) На капельку не действуют никакие силы.
- 5) Напряжение между пластинами конденсатора равно нулю.

Ответ:

--	--

17. В прозрачном сосуде, заполненном водой, находится дифракционная решетка. Решетка освещается лучом света лазерной указки, падающим перпендикулярно ее поверхности через боковую стенку сосуда. Как изменятся длина световой волны, падающей на решетку, и угол между падающим лучом и первым дифракционным максимумом при удалении воды из сосуда?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина волны света, достигающего решетки	Угол между нормалью к решетке и первым дифракционным максимумом

18. Колебательный контур состоит из конденсатора и катушки индуктивностью L . При электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре с периодом T , максимальный заряд пластины конденсатора равен q . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Сопротивлением контура пренебречь.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) максимальная энергия электрического поля конденсатора
 Б) максимальная сила тока, протекающего через катушку

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{2\pi^2 q^2 L}{T^2}$
 2) $\frac{q^2 L}{4\pi^2 T^2}$
 3) $\frac{2\pi q}{T}$
 4) $\frac{q^2}{2L}$

Ответ:

А	Б

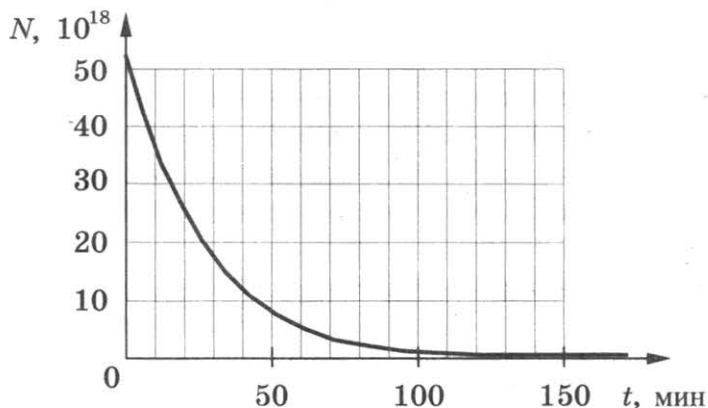
19. Ядро ${}_{84}^{216}\text{Po}$ образовалось в результате двух последовательных α -распадов. Какое число протонов и нейтронов содержало ядро элемента, из которого образовалось ядро полония?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

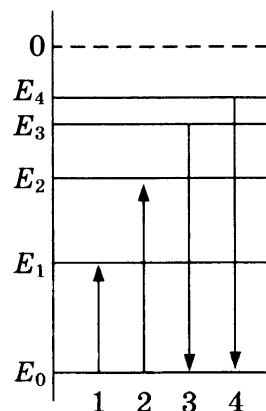
20. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер ртути ${}_{80}^{190}\text{Hg}$ от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа ртути?



Ответ: _____ мин.

21. На рисунке изображена упрощенная диаграмма энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих четырех переходов связаны с поглощением кванта света с наименьшей энергией и излучением света наименьшей длины волны?

Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕСС

- А) поглощение фотона с наименьшей энергией
- Б) излучение света наименьшей длины волны

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

Ответ:

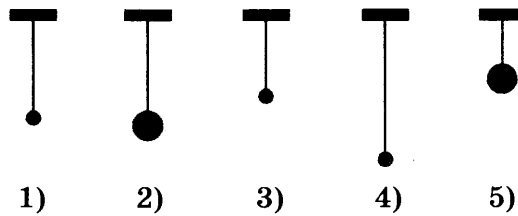
А	Б

22. Маятник совершает $N = 20$ колебаний за $t = (24,0 \pm 0,2)$ с. Запишите в ответ величину периода колебаний маятника с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) Н.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Необходимо экспериментально проверить зависимость периода колебаний маятника от массы груза. Какие два маятника нужно выбрать, чтобы провести такое исследование? Все грузы сплошные и сделаны из одного материала.

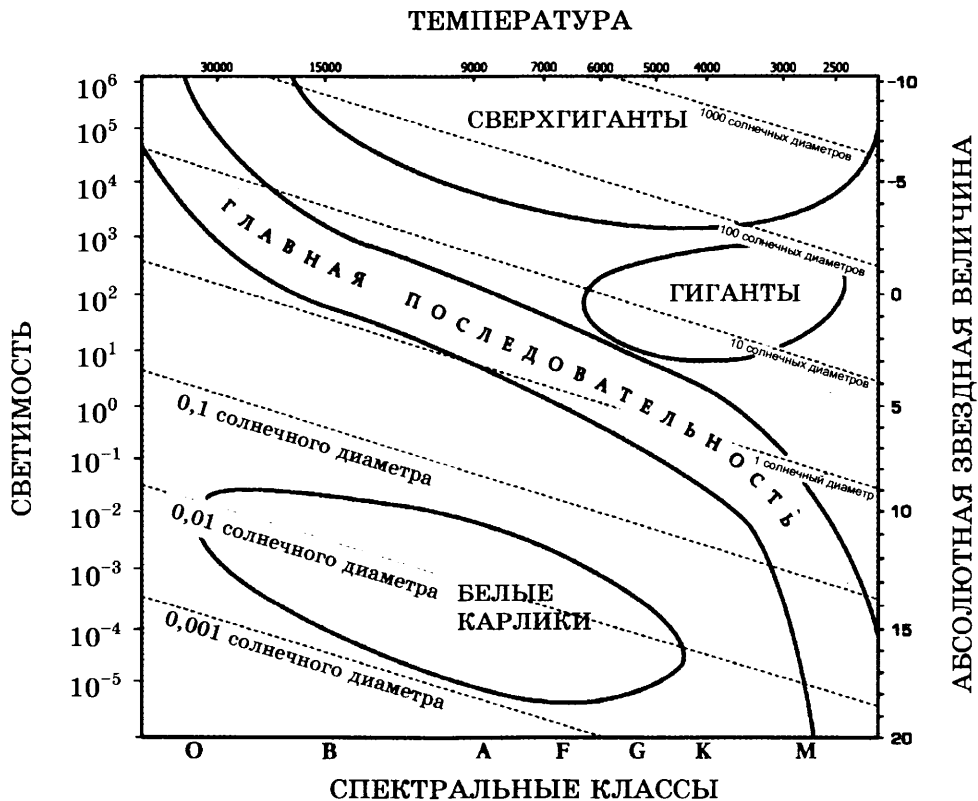


В ответе запишите номера выбранных маятников.

Ответ:

--	--

24. На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга—Рассела.



Выберите **два** утверждения о звездах, которые соответствуют диаграмме.

- 1) Белые карлики — горячие звёзды сильной светимости.
- 2) Плотность вещества в атмосфере звезды влияет на ширину спектральных линий.
- 3) Звезда Бетельгейзе относится к сверхгигантам, поскольку ее радиус почти в 1000 раз превышает радиус Солнца.
- 4) На главной последовательности находится около 20% звёзд.
- 5) Солнце относится к звездам-гигантам.

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Летящая горизонтально со скоростью 20 м/с пластилиновая пуля массой 9 г попадает в груз, неподвижно висящий на нити длиной 40 см, в результате чего груз с прилипшей к нему пулей начинает совершать колебания. Максимальный угол отклонения нити от вертикали при этом равен $\alpha = 60^\circ$. Какова масса груза?

Ответ: _____ г.

26. При уменьшении абсолютной температуры на 600 К средняя кинетическая энергия теплового движения молекул неона уменьшилась в 4 раза. Какова начальная температура газа?

Ответ: _____ К.

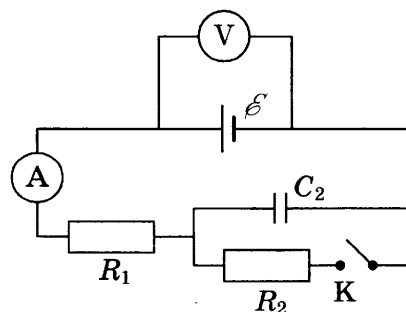
27. Предмет высотой 6 см расположен на горизонтальной главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии 30 см от ее оптического центра. Высота действительного изображения предмета 12 см. Найдите фокусное расстояние линзы.

Ответ: _____ см.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

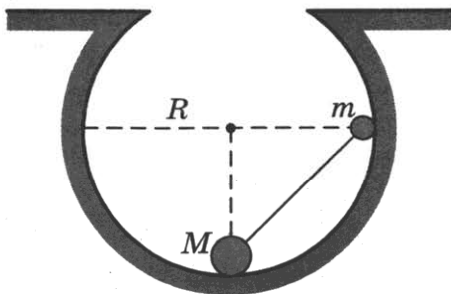
Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28. На рисунке показана электрическая цепь, содержащая источник тока (с внутренним сопротивлением), два резистора, конденсатор, ключ К, а также идеальные амперметр и вольтметр. Как изменятся показания амперметра и вольтметра в результате замыкания ключа К? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.

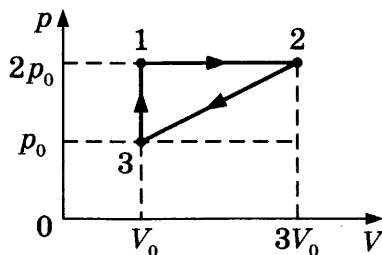


Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

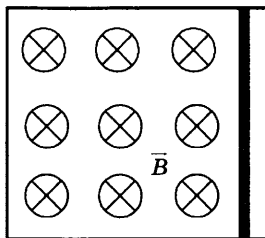
29. Небольшие шарики, массы которых $m = 30$ г и $M = 60$ г, соединены легким стержнем и помещены в гладкую сферическую выемку. В начальный момент шарики удерживаются в положении, изображенном на рисунке. Когда их отпустили без толчка, шарики стали скользить по поверхности выемки. Максимальная высота подъема шарика массой M относительно нижней точки выемки оказалась равной 12 см. Каков радиус выемки R ?



30. Изменение состояния постоянной массы одноатомного идеального газа происходит по циклу, показанному на рисунке. При переходе из состояния 1 в состояние 2 газ совершает работу $A_{12} = 5$ кДж. Какое количество теплоты газ отдает за цикл холодильнику?



31. Металлический стержень, согнутый в виде буквы П, закреплен в горизонтальной плоскости. На параллельные стороны стержня опирается концами перпендикулярная перемычка массой 92 г и длиной 1 м. Сопротивление перемычки равно 0,1 Ом. Вся система находится в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией 0,15 Тл. С какой установившейся скоростью будет двигаться перемычка, если к ней приложить постоянную горизонтальную силу 1,13 Н? Коэффициент трения между стержнем и перемычкой равен 0,25. Сопротивлением стержня пренебречь. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на перемычку.



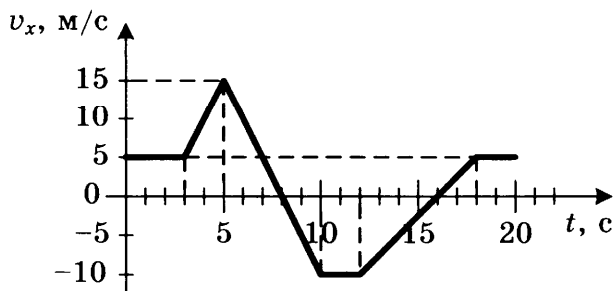
32. Значения энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6 \text{ эВ}}{n^2}$, $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе с верхнего уровня энергии на нижний атом излучает фотон. Переходы с верхних уровней на уровень с $n = 1$ образуют серию Лаймана; на уровень с $n = 2$ — серию Бальмера; на уровень с $n = 3$ — серию Пашена и т.д. Найдите отношение β минимальной частоты фотона в серии Бальмера к максимальной частоте фотона в серии Пашена.

ВАРИАНТ 36

Часть 1

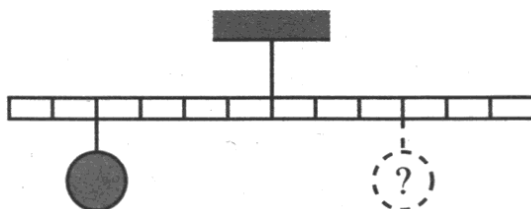
Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела от времени. Определите проекцию ускорения тела на эту ось в промежутке от 5 с до 10 с.



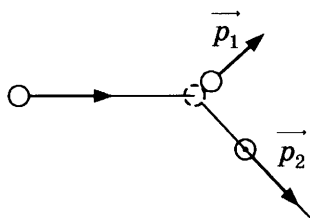
Ответ: _____ м/с².

2. Тело массой 0,3 кг подвешено к невесомому рычагу так, как показано на рисунке. Груз какой массы надо подвесить к третьей метке в правой части рычага для достижения равновесия?



Ответ: _____ кг.

3. На неподвижный бильярдный шар налетел другой такой же. После удара шары разлетелись под углом 90° так, что импульс одного равен $p_1 = 0,3$ кг · м/с, а другого $p_2 = 0,4$ кг · м/с (см. рисунок). Чему был равен импульс налетающего шара?



Ответ: _____ кг · м/с.

4. Груз, подвешенный на пружине жесткости 400 Н/м, совершает вертикальные свободные гармонические колебания. Какой должна быть жесткость пружины, чтобы частота колебаний этого же груза увеличилась в 2 раза?

Ответ: _____ Н/м.

5. В лабораторной работе изучали движение небольшого бруска массы 200 г по горизонтальной шероховатой поверхности под действием постоянной силы, равной по модулю 1,4 Н. Зависимость скорости бруска от времени приведена в таблице. Выберите *два* верных утверждения на основании анализа представленной таблицы.

Время t , с	0	1	2	3	4	5	6
Скорость v , м/с	0	3	6	9	12	15	18

- 1) Брусок движется равномерно.
- 2) Ускорение бруска равно 6 м/с^2 .
- 3) Коэффициент трения бруска о поверхность равен $\mu = 0,4$.
- 4) За первые 2 с сила, действующая на тело, совершила работу 9 Дж.
- 5) В момент времени 4 с кинетическая энергия бруска равна 14,4 Дж.

Ответ:

--	--

6. Массивный груз, подвешенный к потолку на пружине, совершает вертикальные свободные колебания. Пружина все время остается растянутой. Как изменяются кинетическая энергия груза и его потенциальная энергия в поле тяжести, когда груз движется вниз от положения равновесия?

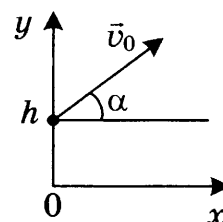
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

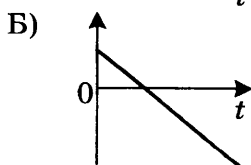
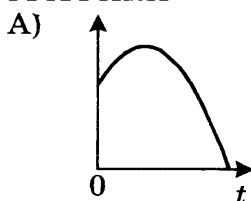
Кинетическая энергия груза	Потенциальная энергия груза в поле тяжести

7. В начальный момент времени мячик бросают с начальной скоростью \vec{v}_0 под углом α к горизонту с крыши высотой h (см. рисунок). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полета, от времени t . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. (Соппротивлением воздуха пренебречь.)



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата x мячика
- 2) проекция вертикальной составляющей скорости мячика на ось y
- 3) кинетическая энергия мячика
- 4) координата y мячика

Ответ:

А	Б

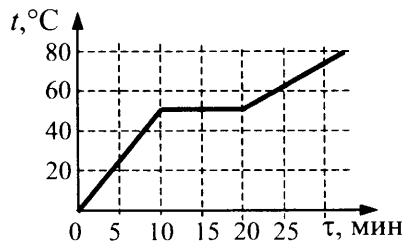
8. При неизменной концентрации молекул идеального газа в результате охлаждения давление газа уменьшилось в 4 раза. Во сколько раз уменьшилась при этом средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа?

Ответ: в _____ раз(раза).

9. Тепловая машина с КПД 30% за цикл работы получает от нагревателя количество теплоты, равное 400 Дж. Какую работу машина совершает за цикл?

Ответ: _____ Дж.

10. На рисунке показан график зависимости температуры кристаллического вещества от времени его нагревания. Каждую минуту к веществу подводят 2 кДж теплоты. Какое количество теплоты нужно сообщить веществу, нагретому до температуры плавления, чтобы полностью его расплавить?



Ответ: _____ кДж.

11. В жестком закрытом сосуде находится влажный воздух при температуре 16 °С. Плотность водяных паров в сосуде равна $1,155 \cdot 10^{-2}$ кг/м³. Воздух в сосуде нагревают до 25 °С. Пользуясь таблицей зависимости плотности насыщенных паров воды от температуры, выберите **два** верных утверждения о результатах этого опыта.

t °С	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho_{\text{нп}}, \cdot 10^{-2}$ кг/м ³	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

- 1) При температуре 16 °С на стенках сосуда есть капельки росы.
- 2) Относительная влажность воздуха в сосуде при 18 °С равна 75%.
- 3) При увеличении температуры относительная влажность воздуха в сосуде уменьшается.
- 4) Давление в сосуде остается постоянным.
- 5) Плотность водяного пара в сосуде при нагревании увеличивается.

Ответ:

12. В вертикальном сосуде под подвижным поршнем находится идеальный газ массой m при температуре T . Массу газа уменьшили в 3 раза, а температуру увеличили в 2 раза. Как изменяются при этом давление газа и внутренняя энергия газа под поршнем? Трением поршня о стенки сосуда пренебречь.

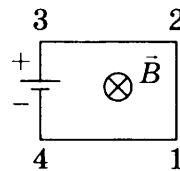
Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

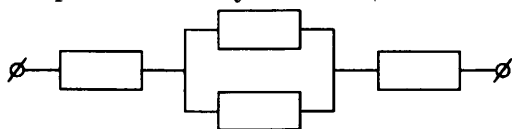
Давление газа	Внутренняя энергия газа

13. Электрическая цепь, состоящая из четырех прямолинейных горизонтальных проводников (1–2, 2–3, 3–4, 4–1) и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции которого \vec{B} направлен от нас перпендикулярно плоскости рисунка. Как направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 2–3? Ответ запишите словом (словами).



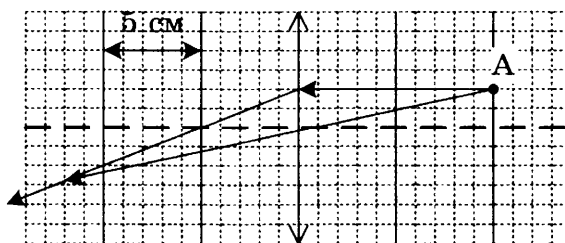
Ответ: _____.

14. На участке цепи, изображенном на рисунке, сопротивление каждого из резисторов равно 3 Ом. Определите полное сопротивление участка цепи.



Ответ: _____ Ом.

15. На рисунке показан ход лучей от точечного источника света А через тонкую линзу. Определите оптическую силу линзы.



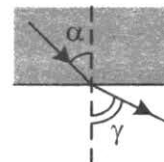
Ответ: _____ дптр.

16. При проведении опыта о взаимодействии заряженных тел взяли два одинаковых маленьких металлических шарика и зарядили первый зарядом $+2$ мкКл, а второй зарядом -4 мкКл. Сила кулоновского взаимодействия между ними оказалась равной $F_1 = 0,8$ Н. Затем одним шариком коснулись другого и развели их на прежнее расстояние. Выберите *два* верных утверждения о проведенном опыте.

- 1) После соприкосновения сила взаимодействия между шариками стала равна нулю.
- 2) В первой части опыта шарики отталкивались друг от друга.
- 3) Расстояние между шариками равно 30 см.
- 4) После соприкосновения заряд второго шарика стал равен -1 мкКл.
- 5) Заряд первого шарика после соприкосновения увеличился.

Ответ:

17. Световой пучок переходит из стекла в воздух (см. рисунок). Что происходит при этом с частотой электромагнитных колебаний в световой волне и длиной волны?



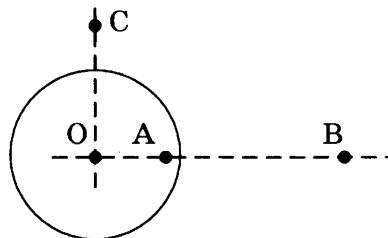
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота колебаний	Длина волны

18. На неподвижном проводящем уединенном шарике радиусом R находится заряд Q . Точка O — центр шарика, $OA = \frac{3R}{4}$, $OB = 3R$, $OC = \frac{3R}{2}$. Модуль напряженности электростатического поля заряда Q в точке C равен E_C . Чему равен модуль напряженности электростатического поля заряда Q в точке A и точке B ?



Установите соответствие между физическими величинами и их значениями.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль напряженности электростатического поля шарика в точке A
 Б) модуль напряженности электростатического поля шарика в точке B

ИХ ЗНАЧЕНИЯ

- 1) 0
 2) $4E_C$
 3) $\frac{E_C}{2}$
 4) $\frac{E_C}{4}$

Ответ:

А	Б

19. Сколько протонов и нейтронов содержится в ядре ${}^{62}_{28}\text{Ni}$?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. За какое время изначально большое число ядер радиоактивного изотопа уменьшится в 16 раз, если период его полураспада равен 1 месяцу?

Ответ: _____ месяца(-ев).

21. На металлическую пластинку направили пучок света от лазера, вызвав фотоэффект. Интенсивность лазерного излучения плавно увеличивают, не меняя его частоты. Как меняются в результате этого число вылетающих в единицу времени фотоэлектронов и их максимальная кинетическая энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
 2) уменьшилась
 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Число фотоэлектронов, вылетающих в единицу времени	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

22. Толщину пачки из 20 керамических плиток измерили линейкой, погрешность измерения которой равна 2 мм. Чему равна толщина одной плитки, если толщина пачки оказалась равной 16 см?

Ответ: (_____ ± _____) мм.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

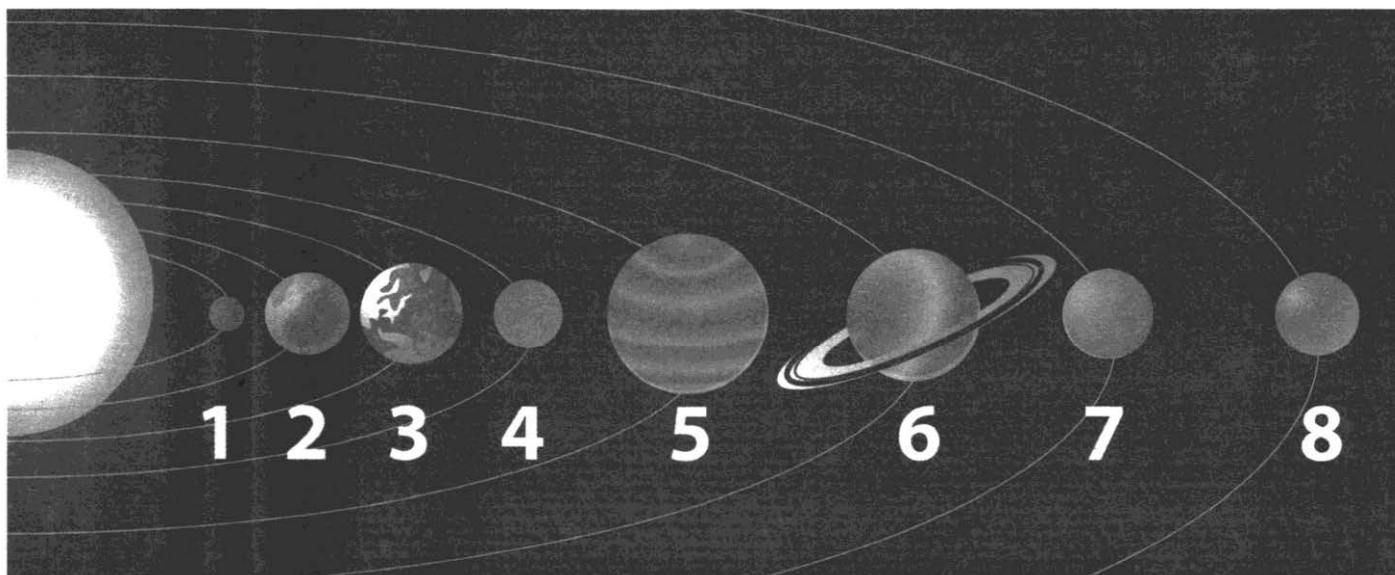
23. Ученик изучает силу Архимеда, действующую на тела, полностью погруженные в жидкость. В его распоряжении имеются установки, состоящие из емкости с жидкостью и сплошного шарика. Какие две установки необходимо выбрать ученику для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость силы Архимеда от объема тела?

№ установки	Жидкость, налитая в емкость	Объем шарика	Материал, из которого сделан шарик
1	Вода	30 см ³	Сталь
2	Вода	20 см ³	Дерево
3	Керосин	20 см ³	Дерево
4	Подсолнечное масло	30 см ³	Сталь
5	Вода	30 см ³	Дерево

Запишите в таблицу номера выбранных установок.

Ответ:

24. На рисунке приведено схематическое изображение солнечной системы. Планеты на этом рисунке обозначены цифрами. Выберите из приведённых ниже утверждений **два** верных, и укажите их номера.



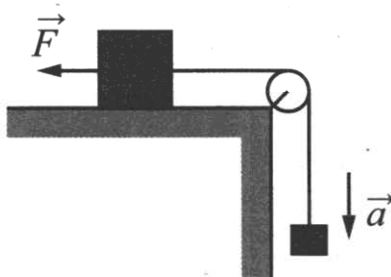
- 1) Сатурн на рисунке обозначен цифрой 4.
- 2) Атмосфера планеты 2 состоит, в основном, из углекислого газа.
- 3) Период обращения вокруг Солнца планет 3 и 4 практически одинаковы.
- 4) Планета 5 имеет большое количество спутников
- 5) Планета 4 относится к планетам-гигантам.

Ответ:

Часть 2

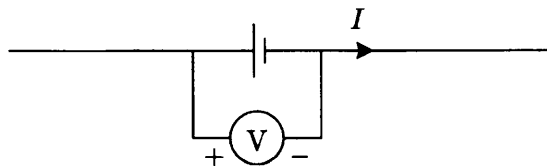
Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Груз массой 1 кг, лежащий на столе, связан легкой нерастяжимой нитью, переброшенной через идеальный блок, с грузом массой 0,25 кг. На первый груз действует горизонтальная постоянная сила, равная по модулю 1 Н (см. рисунок). При этом второй груз движется с ускорением $0,4 \text{ м/с}^2$, направленным вниз. Каков коэффициент трения скольжения первого груза по поверхности стола?



Ответ: _____ .

26. Вольтметр подключен к клеммам источника тока с ЭДС $\mathcal{E} = 3 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением $r = 0,5 \text{ Ом}$. Через источник течет ток $I = 2 \text{ А}$ (см. рисунок). Вольтметр показывает 5 В. Какое количество теплоты выделяется внутри источника за 1 с?



Ответ: _____ Дж.

27. Протон и α -частица движутся с одинаковыми по модулю скоростями в однородном магнитном поле перпендикулярно вектору магнитной индукции \vec{B} . Определите отношение радиусов окружностей $\frac{R_p}{R_\alpha}$, по которым движутся эти частицы.

Ответ: _____ .

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28. В вертикальном цилиндре с гладкими стенками под массивным металлическим поршнем находится идеальный газ. В первоначальном состоянии 1 поршень опирается на жесткие выступы на внутренней стороне стенок цилиндра (рис. 1), а газ занимает объем V_0 и находится под давлением p_0 , равным внешнему атмосферному. Его температура в этом состоянии равна T_0 . Газ медленно нагревают, и он переходит из состояния 1 в состояние 2,

в котором давление газа равно $2p_0$, а его объем равен $2V_0$ (рис. 2). Количество вещества газа при этом не меняется. Постройте график зависимости объема газа от его температуры при переходе из состояния 1 в состояние 2. Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности вы использовали для объяснения.

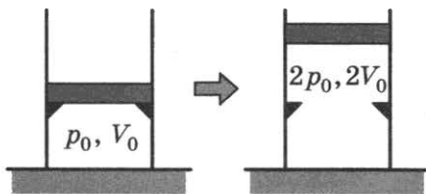


Рис. 1

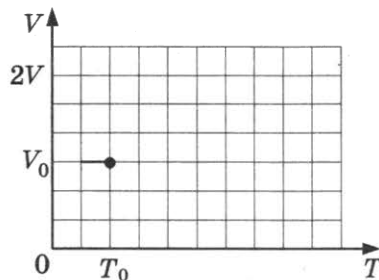
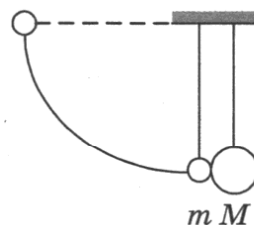


Рис. 2

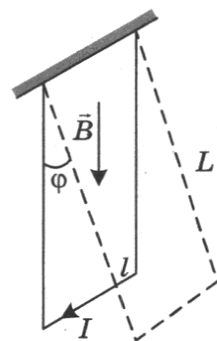
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Два шарика висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях длиной $l = 1,5$ м (см. рисунок). Левый шарик отклоняют на угол 90° и отпускают с начальной скоростью, равной нулю. Массы шариков $m = 0,1$ кг и $M = 0,2$ кг. Какое количество теплоты выделится в результате абсолютно неупругого удара шариков?



30. В чашке лежит кусок льда. Температура льда $t_1 = 0$ °С. Если сообщить ему количество теплоты Q , то весь лед растает и образовавшаяся вода нагреется до температуры $t_2 = 20$ °С. Какая доля льда k растает, если сообщить ему количество теплоты $q = \frac{Q}{2}$? Тепловыми потерями на нагрев сосуда пренебречь.

31. Металлический стержень длиной $l = 0,1$ м и массой $m = 10$ г подвешен на двух параллельных проводящих нитях длиной $L = 1$ м. Проводник располагают горизонтально в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл (см. рисунок). Вектор магнитной индукции направлен вертикально. Какую максимальную скорость приобретет стержень, если по нему пропустить ток силой 10 А в течение 0,1 с? Угол φ отклонения нитей от вертикали за время протекания тока мал.



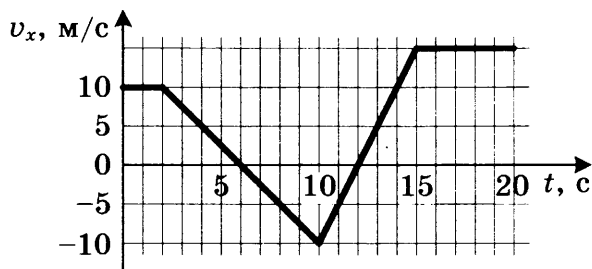
32. В открытый контейнер объемом 80 мл поместили изотоп полония-210 $^{210}_{84}\text{Po}$. Затем контейнер герметично закрыли. Изотоп полония радиоактивен и претерпевает альфа-распад с периодом полураспада примерно 140 дней, превращаясь в стабильный изотоп свинца. Через 5 недель давление внутри контейнера составило $1,3 \cdot 10^5$ Па. Какую массу полония первоначально поместили в контейнер? Температура внутри контейнера поддерживается постоянной и равна 45 °С. Атмосферное давление равно 10^5 Па.

ВАРИАНТ 37

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Определите проекцию ускорения тела в интервале времени от 12 до 15 с.



Ответ: _____ м/с².

2. Две планеты с одинаковыми массами обращаются по круговым орбитам вокруг звезды. Для первой из них сила притяжения к звезде в 4 раза больше, чем для второй. Каково отношение $\frac{R_1}{R_2}$ радиусов орбит первой и второй планет?

Ответ: _____ .

3. Тело массой 2 кг, брошенное с уровня земли вертикально вверх со скоростью 6 м/с, упало обратно на землю. Какой потенциальной энергией обладало тело относительно поверхности земли в верхней точке траектории? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ Дж.

4. Период собственных малых колебаний математического маятника равен 2 с. Каким станет период колебаний, если массу груза маятника увеличить в 4 раза?

Ответ: _____ с.

5. Небольшой свинцовый брусок массой $m_1 = 100$ г покоится на гладкой горизонтальной поверхности. На него налетает пластилиновый шарик массой $m_2 = 200$ г, скользящий по поверхности со скоростью 3 м/с. В результате тела слипаются и движутся как единое целое. Выберите **два** верных утверждения о результатах этого опыта.

- 1) Скорость тел после соударения равна 2 м/с.
- 2) Кинетическая энергия свинцового бруска после соударения равна 0,1 Дж.
- 3) Общая кинетическая энергия системы тел «брусок+шарик» не изменилась.
- 4) В результате соударения выделилось количество теплоты, равное 0,3 Дж.
- 5) Импульс налетающего шарика изменился на 0,5 кг · м/с.

Ответ:

6. На шероховатой наклонной плоскости покоится деревянный брусок. Угол наклона плоскости увеличили, но брусок относительно плоскости остался в покое. Как изменились при этом сила трения покоя, действующая на брусок, и коэффициент трения бруска о плоскость?

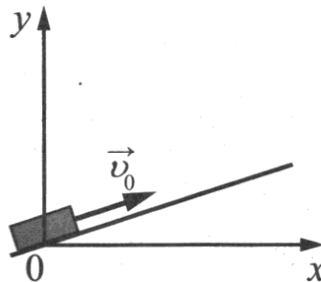
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила трения покоя, действующая на брусок	Коэффициент трения бруска о плоскость

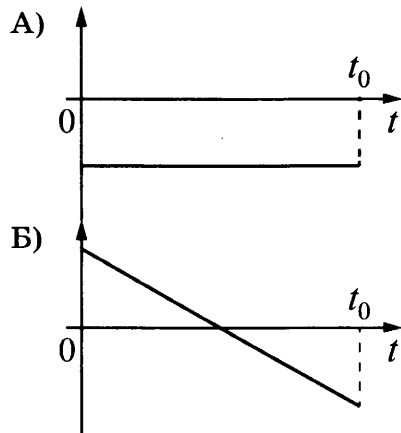
7. После удара в момент времени $t = 0$ шайба начала скользить вверх по гладкой наклонной плоскости с начальной скоростью \vec{v}_0 как показано на рисунке. Графики А и Б отображают изменение с течением времени физических величин, характеризующих движение шайбы.



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, изменение которых со временем эти графики могут отображать. t_0 — время движения шайбы по наклонной плоскости.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция ускорения a_y
- 2) проекция импульса p_y
- 3) координата y
- 4) кинетическая энергия E_k

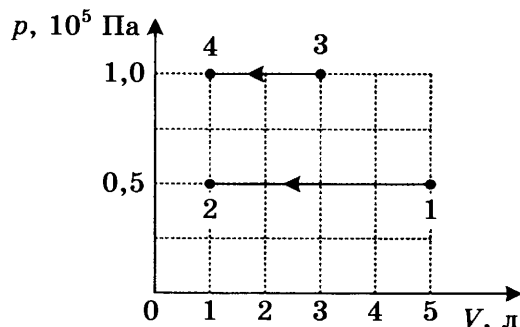
Ответ:

А	Б

8. Температура постоянной массы идеального газа увеличилась в 2 раза, а его давление уменьшилось в 4 раза. Во сколько раз увеличился объем газа?

Ответ: в _____ раз(раза)/

9. На рисунке показано сжатие водорода двумя способами: 1–2 и 3–4. Определите модуль работы внешних сил по сжатию водорода в процессе 1–2.



Ответ: _____ Дж.

10. Кусок металла с удельной теплоемкостью $500 \text{ Дж} / (\text{кг} \cdot \text{К})$ нагрели от 20°C до 80°C , затратив количество теплоты, равное 75 кДж . Чему равна масса этого куска металла?

Ответ: _____ кг.

11. В сосуде неизменного объема находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль первого газа. Температура газов в сосуде поддерживалась неизменной. Выберите два утверждения, верно отражающие результаты этого опыта.

- 1) Давление в сосуде не изменилось.
- 2) Концентрация второго газа в сосуде не изменилась.
- 3) Внутренняя энергия первого газа увеличилась.
- 4) Парциальное давление первого газа уменьшилось.
- 5) Масса первого газа в сосуде уменьшилась.

Ответ:

--	--

12. В цилиндре под поршнем находится идеальный одноатомный газ. Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих состояние газа (p — давление; V — объем; ν — количество вещества; T — абсолютная температура, R — универсальная газовая постоянная).

Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

А) $\frac{\nu RT}{V}$

Б) $\frac{pV}{\nu R}$

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) давление

2) объем

3) температура

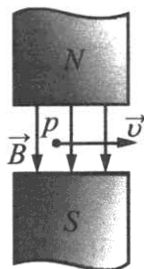
4) масса газа

Ответ:

А	Б

13. Протон p влетает в зазор между полюсами электромагнита с горизонтально направленной скоростью \vec{v} , лежащей в плоскости рисунка. Вектор индукции \vec{B} магнитного поля направлен вертикально вниз. Как направлена (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю*).

телю, от наблюдателя) действующая на протон сила Лоренца. Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____ .

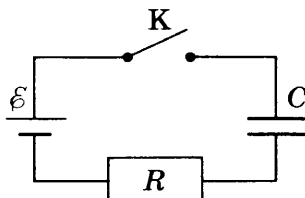
14. Сила взаимодействия между двумя точечными заряженными телами была равна 4 мН. Расстояние между ними увеличили в 2 раза, а заряд одного из тел увеличили в 6 раз. Определите величину силы кулоновского взаимодействия в этом случае.

Ответ: _____ мН.

15. Точечный источник света находится на расстоянии 0,2 м от плоского зеркала. На сколько увеличится расстояние между источником и его изображением, если, не поворачивая зеркала, отодвинуть его от источника на 0,1 м?

Ответ: _____ м.

16. Конденсатор подключен к источнику тока последовательно с резистором $R = 30$ кОм (см. рисунок). В момент времени $t = 0$ ключ замыкают. В этот момент конденсатор полностью разряжен. Результаты измерений силы тока в цепи, выполненных с точностью ± 1 мкА, представлены в таблице.



$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6
$I, \text{ мкА}$	200	80	20	10	3	1	0

Выберите **два** верных утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте.

- 1) Ток через резистор в процессе наблюдения увеличивается.
- 2) Через 6 с после замыкания ключа конденсатор полностью зарядился.
- 3) Напряжение на конденсаторе в момент времени 6 с равно 6 В.
- 4) В момент времени $t = 4$ с напряжение на резисторе равно 0,3 В.
- 5) В момент времени $t = 3$ с напряжение на конденсаторе равно 4,2 В.

Ответ:

17. Плоский конденсатор с воздушным зазором между обкладками подключен к источнику постоянного напряжения. Как изменятся величина заряда конденсатора и разность потенциалов между его обкладками при увеличении зазора между ними?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится

3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Величина заряда конденсатора	Разность потенциалов между обкладками конденсатора

18. По участку цепи постоянного тока с сопротивлением R течет ток I . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) мощность тока, выделяющаяся на резисторе
Б) напряжение на резисторе

ФОРМУЛЫ

- 1) IR
2) I^2R
3) $\frac{I}{R}$
4) $\frac{I^2}{R}$

Ответ:

А	Б

19. Сколько протонов и нейтронов содержит ядро атома хлора ${}_{17}^{30}\text{Cl}$?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Период полураспада изотопа ${}_{89}^{227}\text{Ac}$ составляет 10 дней. Образец изначально содержит большое число ядер этого изотопа. Через сколько дней число ядер этого изотопа в образце уменьшится в 4 раза?

Ответ: _____ дней.

21. Интенсивность монохроматического светового пучка плавно увеличивают, не меняя частоту света. Как изменяются при этом концентрация фотонов в световом пучке и импульс каждого фотона?

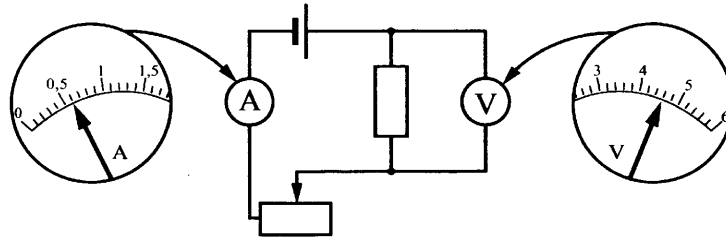
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Концентрация фотонов	Импульс фотона

22. При исследовании процессов, происходящих в цепи постоянного тока, ученик собрал схему, показанную на рисунке. Погрешность измерения силы тока равна половине цены деления амперметра. Запишите в ответ величину силы тока в цепи с учетом погрешности измерений.



Ответ: (_____ ± _____) А.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

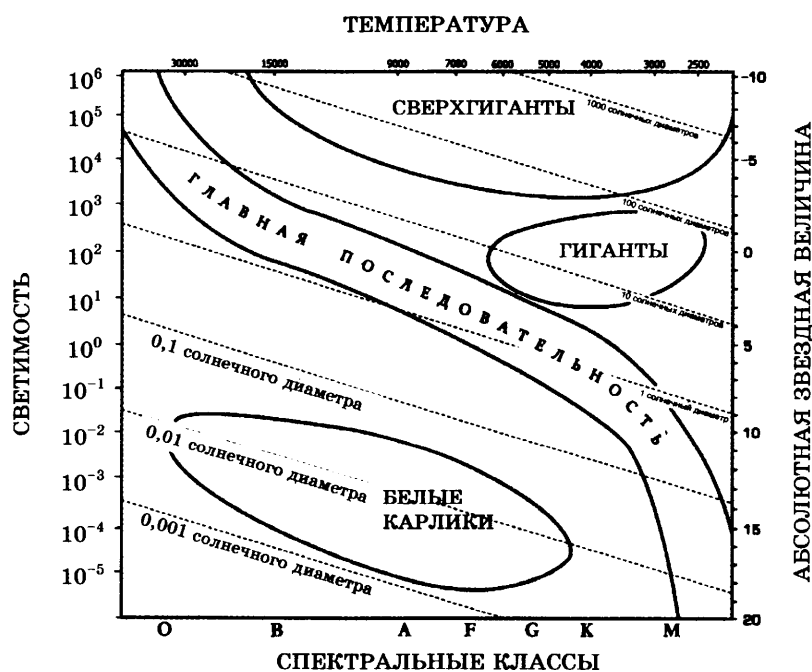
23. Для проведения лабораторной работы по обнаружению зависимости сопротивления проводника от его диаметра ученику выдали 5 разных проводников, характеристики которых приведены в таблице. Какие два проводника ученик должен выбрать для проведения этой лабораторной работы?

№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	5 м	1,0 мм	Сталь
2	1 м	0,5 мм	Сталь
3	2 м	1,0 мм	Медь
4	1 м	1,0 мм	Сталь
5	1 м	0,5 мм	Алюминий

Запишите в ответ номера выбранных проводников.

Ответ:

24. На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга – Рассела.



Выберите *два* утверждения о звездах, которые соответствуют диаграмме.

- 1) Наиболее многочисленными звёздами являются красные карлики.
- 2) «Жизненный цикл» звезды спектрального класса К главной последовательности более короткий, чем звезды спектрального класса В главной последовательности.
- 3) Звёзды-сверхгиганты имеют очень большую среднюю плотность.
- 4) Звезда Денеб имеет температуру поверхности 8550 К и относится к звездам спектрального класса М.
- 5) Звезда 40 Эрида В относится к белым карликам, поскольку ее масса составляет 0,5 массы Солнца.

Ответ:

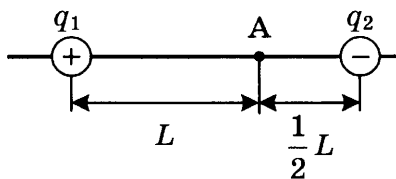
Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. В стакан калориметра налили 150 г воды. Начальная температура калориметра и воды 55 °С. В эту воду опустили кусок льда, имевшего температуру 0 °С. После того как наступило тепловое равновесие, температура воды в калориметре стала 5 °С. Определите массу льда. Теплоемкостью калориметра пренебречь. Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ г.

26. Два точечных заряда: положительный $q_1 = 30$ нКл и отрицательный $q_2 = -20$ нКл находятся в вакууме. Определите величину напряженности электрического поля этих зарядов в точке А, расположенной на прямой, соединяющей заряды, на расстоянии L от первого и $\frac{1}{2}L$ от второго заряда. $L = 3$ м.



Ответ: _____ В/м.

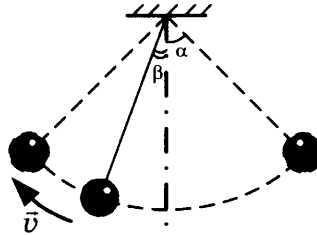
27. Ион, заряд которого равен элементарному заряду, движется в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,15$ Тл в плоскости, перпендикулярной \vec{B} . Радиус дуги, по которой движется ион, равен 10^{-3} м. Каков импульс иона?

Ответ: _____ · 10^{-24} кг · м/с.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

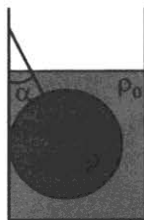
Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28. Маленький шарик, подвешенный к потолку на легкой нерастяжимой нити, совершает колебания в вертикальной плоскости. Максимальное отклонение нити от вертикали составляет угол $\alpha = 60^\circ$. Сделайте рисунок с указанием сил, приложенных к шарiku в тот момент, когда шарик движется влево вверх, а нить образует угол $\beta = 30^\circ$ с вертикалью (см. рисунок). Покажите на этом рисунке, куда направлено в этот момент ускорение шарика (по нити, перпендикулярно нити, внутрь траектории, наружу от траектории). Ответ обоснуйте. Сопротивление воздуха не учитывать.

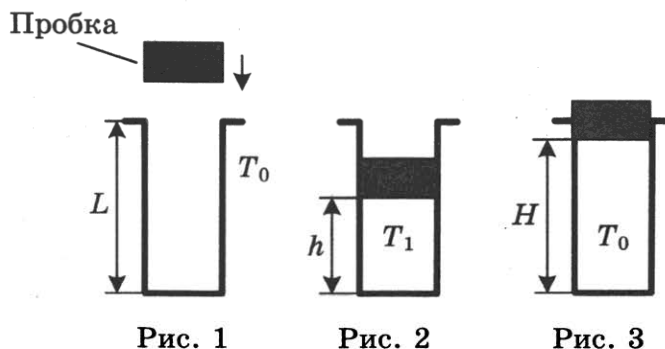


Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

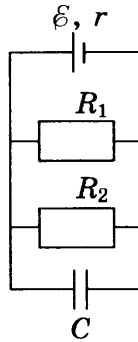
29. Свинцовый шар массой 4 кг подвешен на нити и полностью погружен в воду (см. рисунок). Нить образует с вертикалью угол $\alpha = 30^\circ$. Определите силу, с которой нить действует на шар. Плотность свинца $\rho = 11\,300 \text{ кг/м}^3$. Трением шара о стенку пренебречь. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на шар.



30. В камере, заполненной азотом, при температуре $T_0 = 300 \text{ К}$ находится открытый цилиндрический сосуд (см. рис. 1). Высота сосуда $L = 50 \text{ см}$. Сосуд плотно закрывают цилиндрической пробкой и охлаждают до температуры $T_1 = 240 \text{ К}$. В результате расстояние от дна сосуда до низа пробки становится равным h (см. рис. 2). Затем сосуд нагревают до первоначальной температуры T_0 . Расстояние от дна сосуда до низа пробки при этой температуре становится равным $H = 46 \text{ см}$ (см. рис. 3). Чему равно h ? Величину силы трения между пробкой и стенками сосуда считать одинаковой при движении пробки вниз и вверх. Массой пробки пренебречь. Давление азота в камере во время эксперимента поддерживается постоянным.



31. Источник постоянного тока с внутренним сопротивлением $r = 0,4$ Ом подсоединен к параллельно соединенным резисторам $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 2$ Ом и конденсатору емкости $C = 5$ мкФ. Определите ЭДС источника \mathcal{E} , если энергия электрического поля конденсатора $W = 10$ мкДж.



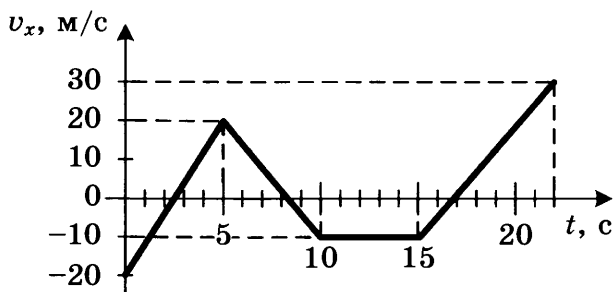
32. В вакууме находятся два покрытых кальцием электрода, к которым подключен конденсатор. Работа выхода электронов из кальция составляет $4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж. При длительном освещении катода светом с длиной волны 435 нм фототок, возникший вначале, прекращается, а на конденсаторе появляется заряд, равный $3 \cdot 10^{-10}$ Кл. Определите емкость конденсатора. Емкостью системы электродов по сравнению с емкостью конденсатора пренебречь.

ВАРИАНТ 38

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости проекции v_x скорости тела от времени t . Определите путь, пройденный телом в интервале времени от 10 до 15 с.



Ответ: _____ м.

2. Сила \vec{F} сообщает телу массой m ускорение, равное по модулю 2 м/с^2 в инерциальной системе отсчета. Определите модуль ускорения тела массой $2m$ под действием силы $\frac{1}{2}\vec{F}$ в этой системе отсчета.

Ответ: _____ м/с^2 .

3. Легковой автомобиль и грузовик массой $m = 3000 \text{ кг}$ движутся со скоростями $v_1 = 108 \text{ км/ч}$ и $v_2 = 54 \text{ км/ч}$ соответственно. Какова масса легкового автомобиля, если импульс грузовика больше импульса легкового автомобиля на $15\,000 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$?

Ответ: _____ кг.

4. Саксофон (бас) издает звуки в диапазоне от $\nu_1 = 80 \text{ Гц}$ до $\nu_2 = 8000 \text{ Гц}$. Каково отношение граничных длин звуковых волн $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ этого диапазона?

Ответ: _____.

5. Четыре тела одинаковой массы 100 г двигались вдоль оси Ox . В таблице представлена зависимость их координат от времени.

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5
$x_1, \text{ см}$	0	4	8	18	32	50
$x_2, \text{ см}$	2	2	2	2	2	2
$x_3, \text{ см}$	0	2	4	6	8	10
$x_4, \text{ см}$	0	2	0	-2	0	2

Выберите из предложенных утверждений **два**, которые верно отражают результаты этого опыта.

- 1) Первое тело двигалось равномерно.
- 2) Сумма сил, действующих на второе тело, равна нулю.
- 3) Скорость третьего тела равна 2 см/с.
- 4) Период колебаний четвертого тела равен 2 с.
- 5) В момент времени 3 с кинетическая энергия третьего тела была равна 0,4 Дж.

Ответ:

--	--

6. Деревянный шарик плавает в стакане с подсолнечным маслом. Как изменятся сила тяжести и сила Архимеда, действующие на шарик, если он будет плавать в воде?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тяжести	Сила Архимеда

7. Верхний конец пружины идеального пружинного маятника неподвижно закреплен, как показано на рисунке. Масса груза маятника равна m , жесткость пружины равна k . Груз оттянули вниз на расстояние x от положения равновесия и отпустили с начальной скоростью, равной нулю. Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих колебания маятника.



Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛА

А) $\sqrt{\frac{k}{m}}$

Б) $\frac{kx^2}{2}$

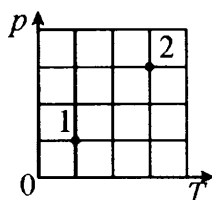
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) амплитуда колебаний скорости
- 2) циклическая частота колебаний
- 3) максимальная кинетическая энергия груза
- 4) период колебаний

Ответ:

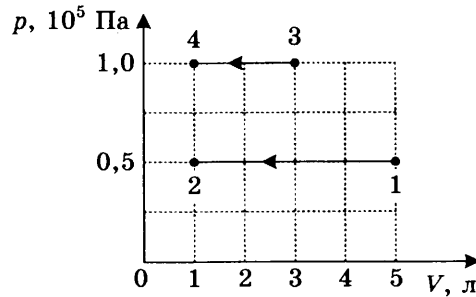
А	Б

8. Идеальный газ в количестве 2 моль переходит из состояния 1 в состояние 2, как показано на диаграмме $p-T$. Чему равен объем газа в состоянии 2, если в состоянии 1 он равен 2 л?



Ответ: _____ л.

9. На рисунке показано сжатие гелия двумя способами: 1–2 и 3–4. Определите модуль работы внешних сил по сжатию водорода в процессе 3–4.

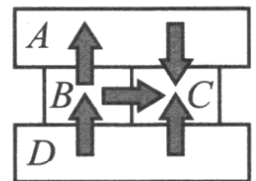


Ответ: _____ Дж.

10. Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 60%. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объем в два раза. Какой стала относительная влажность воздуха?

Ответ: _____ %.

11. Четыре металлических бруска, имеющих разные температуры, положили вплотную друг к другу, как показано на рисунке. Стрелки указывают направление теплопередачи от бруска к бруску. Выберите два верных утверждения из предложенных.



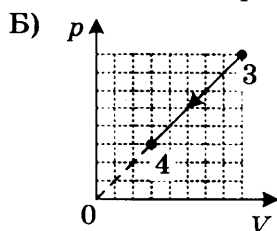
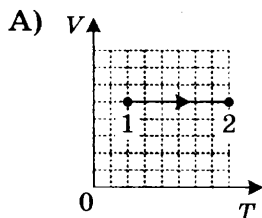
- 1) Брусок C имеет самую низкую температуру.
- 2) Температура бруска A выше, чем бруска B.
- 3) После установления теплового равновесия температура бруска C уменьшилась.
- 4) После установления теплового равновесия температура бруска D уменьшилась.
- 5) В процессе теплообмена брусок B не отдавал теплоту.

Ответ:

--	--

12. На рисунках приведены графики А и Б двух процессов, 1–2 и 3–4, происходящих с 1 моль гелия. Графики построены в координатах $V-T$ и $p-V$, где p — давление, V — объем, T — абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображенные на графиках процессы. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



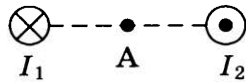
УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) Над газом совершают работу, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
- 2) Над газом совершают работу, при этом газ отдает количество теплоты.
- 3) Газ получает количество теплоты и совершает работу.
- 4) Газ получает количество теплоты, при этом его внутренняя энергия увеличивается.

Ответ:

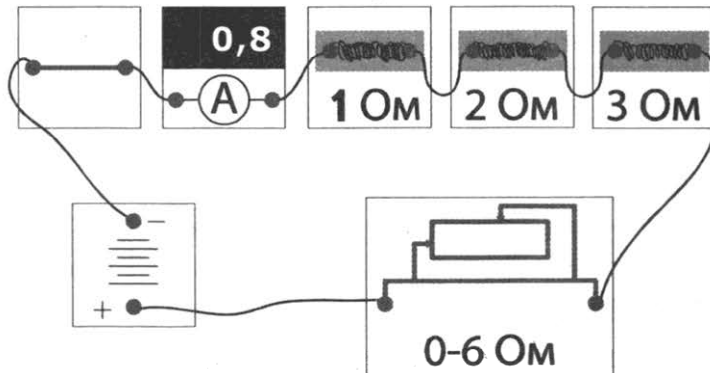
А	Б

13. Магнитное поле создано в точке А двумя параллельными длинными прямыми проводниками с токами I_1 и $I_2 > I_1$, расположенными перпендикулярно плоскости чертежа на одинаковом расстоянии от точки А. Определите направление (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектора индукции магнитного поля \vec{B} , созданного этими проводниками в точке А. Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____ .

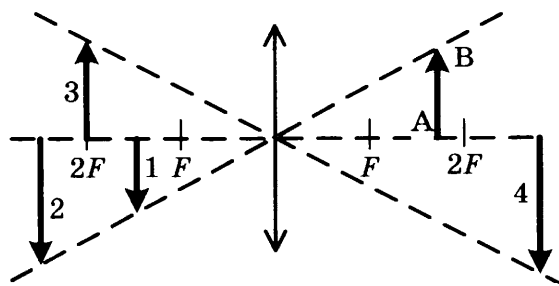
14. На фотографии показана электрическая цепь. Показания включенного в цепь амперметра даны в амперах.



Какое напряжение покажет идеальный вольтметр, если подключить его параллельно резистору 2 Ом?

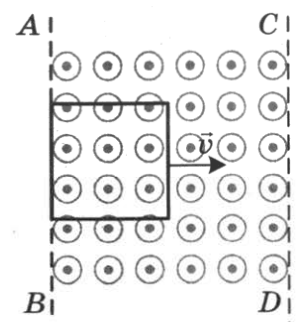
Ответ: _____ В.

15. Какой из образов 1–4 служит изображением предмета АВ в тонкой линзе с фокусным расстоянием F ?



Ответ: образ _____ .

16. В области пространства, ограниченной плоскостями AB и CD , создано однородное магнитное поле. Металлическая квадратная рамка движется с постоянной скоростью \vec{v} , направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно его силовым линиям (см. рисунок). Какие **два** утверждения правильно отражают результаты этого опыта?



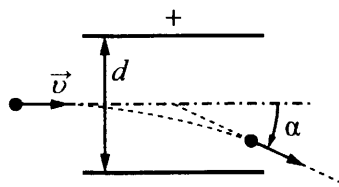
- 1) При движении рамки между плоскостями AB и CD в ней течет постоянный ток.
- 2) После того как передняя сторона рамки пересечет плоскость CD , магнитный поток через ее плоскость начинает увеличиваться.

- 3) При движении рамки между плоскостями AB и CD магнитный поток через ее плоскость не изменяется.
- 4) Сразу после того как передняя сторона рамки пересечет плоскость CD , в ней возникает постоянная ЭДС индукции.
- 5) При движении рамки между плоскостями AB и CD в ней выделяется теплота.

Ответ:

--	--

17. Заряженная частица массой m , движущаяся со скоростью \vec{v} , влетает в поле плоского конденсатора (см. рисунок). Расстояние между пластинами конденсатора равно d , а напряженность электрического поля между пластинами равна E . Пролетев конденсатор, частица отклоняется от первоначального направления на угол α .



Как изменятся модуль скорости вылетевшей частицы и угол α , если уменьшить напряженность электрического поля между пластинами конденсатора?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль скорости вылетевшей частицы	Угол отклонения

18. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью L и конденсатора емкостью C . В процессе свободных электромагнитных колебаний, происходящих в этом контуре, максимальный заряд пластины конденсатора равен q .

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Сопротивлением контура пренебречь.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) максимальная энергия электрического поля конденсатора
- Б) максимальная сила тока, протекающего через катушку

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{q^2}{2C}$
- 2) $q\sqrt{\frac{C}{L}}$
- 3) $\frac{q}{\sqrt{LC}}$
- 4) $\frac{Cq^2}{2}$

Ответ:

А	Б

19. Ядро магния ${}_{12}^{21}\text{Mg}$ захватило электрон и испустило протон. Сколько протонов и нейтронов содержит ядро, которое образовалось в результате такой реакции?

Ответ:

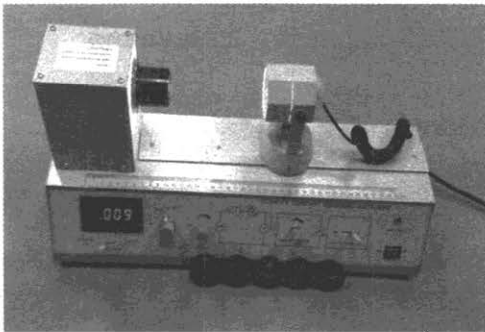
Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

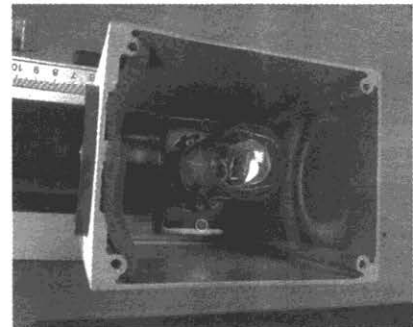
20. Один лазер излучает монохроматический свет с длиной волны $\lambda_1 = 400$ нм, другой — с длиной волны $\lambda_2 = 600$ нм. Чему равно отношение импульсов $\frac{P_1}{P_2}$ фотонов, излучаемых лазерами?

Ответ: _____.

21. На установке, представленной на фотографиях (рис. а — общий вид, рис. б — фотоэлемент), исследовали зависимость кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света. Для этого в прорезь осветителя помещали различные светофильтры и измеряли запирающее напряжение. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только красный свет, а во второй — пропускающий только желтый.



а



б

Как изменятся длина световой волны и запирающее напряжение при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

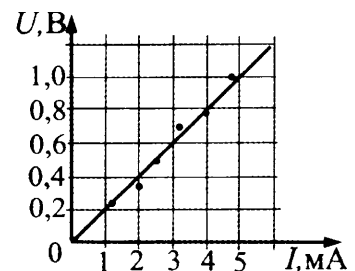
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина волны	Запирающее напряжение

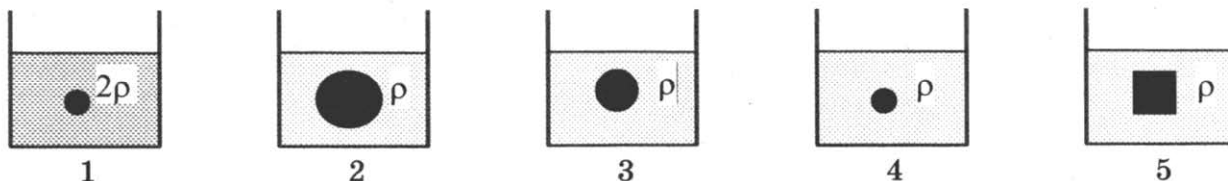
22. При изучении закона Ома для участка цепи получили зависимость напряжения на реостате от силы тока в цепи. Результаты измерений представлены на графике. Погрешность измерения силы тока равна 0,1 мА, напряжения 0,05 В. Чему равно напряжение на реостате при силе тока в цепи, равной 1,0 мА?

Ответ: (_____ ± _____) В.



В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Для изучения закона Архимеда в проводимых опытах изменяют объем погруженного в жидкость тела и плотность жидкости. Какую пару опытов необходимо выбрать, чтобы обнаружить зависимость силы Архимеда от плотности жидкости? (На рисунках указана плотность жидкости.)



Запишите в ответ номера выбранных установок.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звездах.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Расстояние до звезды (св. год)
Альдебаран	3500	5	45	68
Альтаир	8000	1,7	1,7	360
Бетельгейзе	3100	20	900	650
Вега	10600	3	3	27
Капелла	5200	3	2,5	45
Кастор	10400	3	2,5	45
Процион	6900	1,5	2	11
Спика	16800	15	7	160

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд.

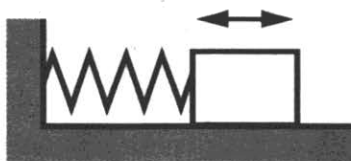
- 1) Звезда Порцион относится к белым карликам.
- 2) Расстояние до Альтаира в 8 раз больше расстояния до Капеллы
- 3) Звезды Кастор и Капелла принадлежат к одному спектральному классу.
- 4) Звезда Капелла является звездой типа Солнце.
- 5) Плотность звезды Альдебаран близка к плотности Солнца.

Ответ:

Часть 2

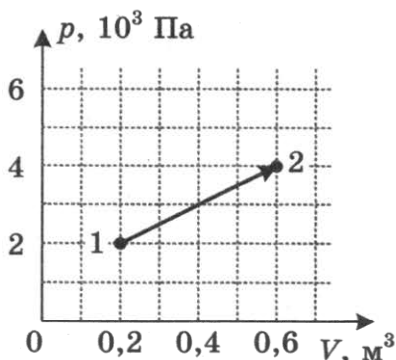
Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Груз, прикрепленный к пружине жесткостью 200 Н/м, совершает гармонические колебания (см. рисунок). Максимальная кинетическая энергия груза при этом равна 1 Дж. Какова амплитуда колебаний груза?



Ответ: _____ м.

26. Во время опыта абсолютная температура воздуха в сосуде под поршнем повысилась в 2 раза. При этом воздух перешел из состояния 1 в состояние 2 (см. рис.). Сквозь зазор в поршне мог просачиваться воздух. Рассчитайте отношение $\frac{N_2}{N_1}$ числа молекул газа в сосуде в конце и начале опыта. Воздух считать идеальным газом.



Ответ: _____ .

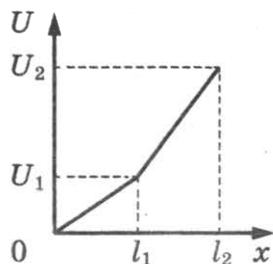
27. В области пространства, где находится частица с зарядом $2 \cdot 10^{-11}$ Кл, создано однородное горизонтальное электрическое поле напряженностью 5000 В/м. Какова масса частицы, если за 2 с она переместилась по горизонтали на расстояние 0,4 м от точки, из которой она начала двигаться из состояния покоя? Сопротивлением воздуха и действием силы тяжести пренебречь.

Ответ: _____ мг.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28. Цилиндрический проводник длиной $l = l_2$ включен в цепь постоянного тока. К нему подключают вольтметр таким образом, что одна из клемм вольтметра все время подключена к началу проводника, а вторая может перемещаться вдоль проводника. На рисунке приведена зависимость показаний вольтметра U от расстояния x до начала проводника. Как зависит от x удельное сопротивление проводника? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали.

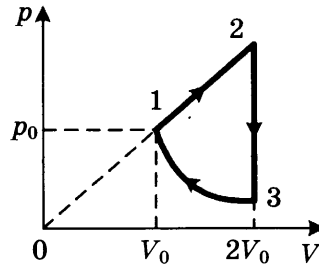


Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

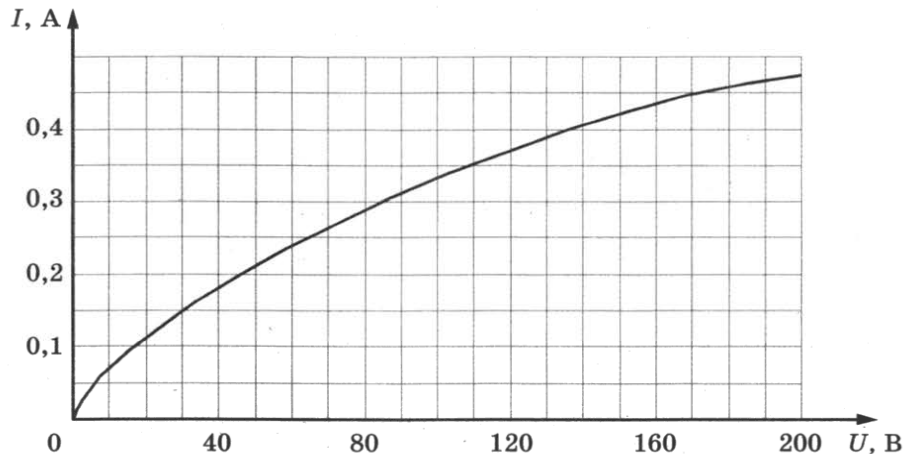
29. На краю стола высотой $h = 1,25$ м лежит пластилиновый шарик массой $m = 100$ г. На него со стороны стола налетает по горизонтали второй пластилиновый шарик, имеющий скорость $v = 0,9$ м/с. Какой должна быть масса второго шарика, чтобы точка приземле-

ния шариков на пол была дальше от стола, чем заданное расстояние $L = 0,3$ м? (Удар считать центральным и абсолютно неупругим.)

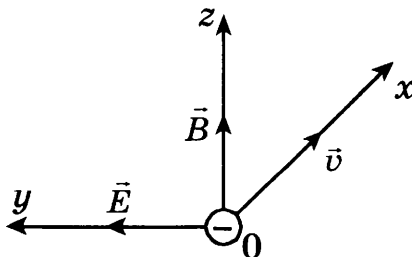
30. На рисунке показан циклический процесс, который проводят с одноатомным идеальным газом. На участке 1–2 газ совершает работу $A_{12} = 1000$ Дж. На адиабате 3–1 внешние силы сжимают газ, совершая работу $|A_{31}| = 370$ Дж. Масса газа в ходе процесса не меняется. Найдите количество теплоты $|Q_{\text{хол}}|$, отданное газом за цикл холодильнику.



31. На рисунке изображена зависимость силы тока через лампу накаливания от приложенного к ней напряжения. При последовательном соединении двух таких ламп и источника сила тока в цепи оказалась равной 0,35 А. Каково напряжение на клеммах источника? Внутренним сопротивлением источника пренебречь.



32. Электроны, вылетевшие в положительном направлении оси Ox под действием света с катода фотоэлемента, попадают в электрическое и магнитное поля (см. рис.). Какой должна быть частота падающего света ν , чтобы в момент попадания самых быстрых электронов в область полей действующая на них сила была направлена против оси Oy ? Работа выхода для вещества катода $2,39$ эВ, напряженность электрического поля $3 \cdot 10^2$ В/м, индукция магнитного поля 10^{-3} Тл.

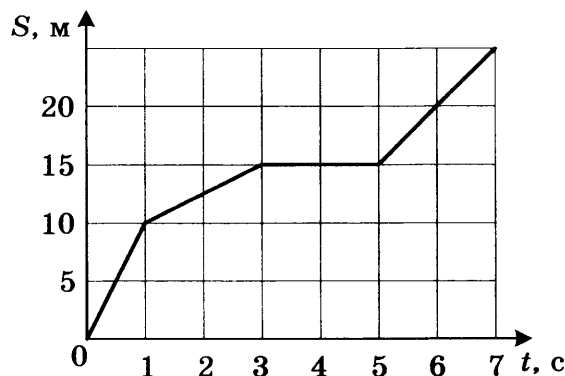


ВАРИАНТ 39

Часть 1

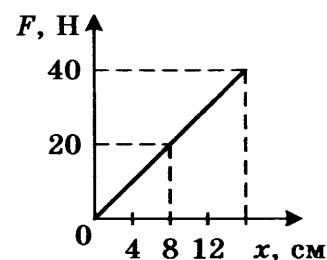
Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости пути S , пройденного материальной точкой, от времени t . Определите модуль скорости материальной точки в промежутке времени от 1 до 3 с.



Ответ: _____ м/с.

2. На рисунке представлен график зависимости модуля силы упругости от удлинения пружины. Чему равна жесткость пружины?



Ответ: _____ Н/м.

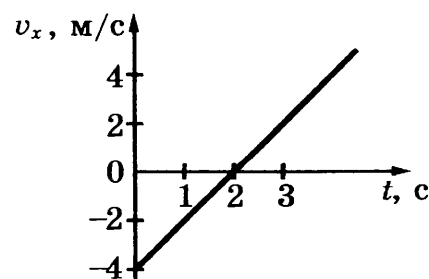
3. Тело движется по прямой в одном направлении. Под действием постоянной силы, равной по модулю 6 Н, импульс тела изменился на $30 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Сколько времени потребовалось для этого?

Ответ: _____ с.

4. Период колебаний кинетической энергии пружинного маятника равен 1 с. Каким будет период ее колебаний, если массу груза маятника увеличить в 4 раза, а жесткость пружины оставить неизменной? Колебания маятника свободные.

Ответ: _____ с.

5. Небольшое тело массы 200 г движется вдоль оси Ox . На рисунке показана зависимость проекции скорости тела на эту ось от времени. В начальный момент времени координата тела была равна 2 м. Какие **два** утверждения правильно характеризуют движение этого тела?



- 1) Координата тела меняется по закону $x = 2 - 4t + t^2$.
- 2) Сумма сил, действующих на тело в этой системе отсчета, равна 2 Н.

- 3) Импульс тела в промежутке времени от 0 до 2 с изменился на 0,4 кг·м/с.
 4) Кинетическая энергия тела в момент времени 1 с равна 0,4 Дж.
 5) Модуль скорости тела в момент времени 3 с равен 3 м/с.

Ответ:

--	--

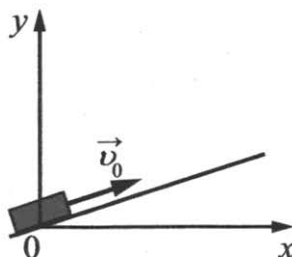
6. На шероховатой наклонной плоскости покоится деревянный брусок. Угол наклона плоскости увеличили, но брусок относительно плоскости остался в покое. Как изменились при этом сила тяжести и сила нормальной реакции опоры, действующие на брусок? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
 2) уменьшилась
 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тяжести	Сила нормальной реакции опоры

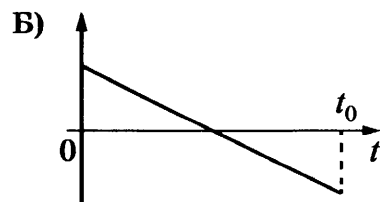
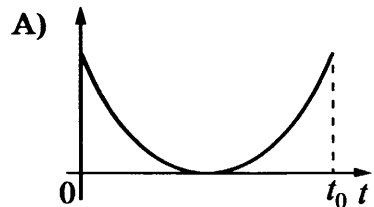
7. После удара в момент $t = 0$ шайба начала скользить вверх по гладкой наклонной плоскости со скоростью \vec{v}_0 , как показано на рисунке, и в момент времени $t = t_0$ возвратилась в исходное положение. Графики А и Б отображают изменение с течением времени физических величин, характеризующих движение шайбы.



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата шайбы x
 2) потенциальная энергия шайбы
 3) кинетическая энергия шайбы
 4) проекция импульса шайбы p_x на ось x

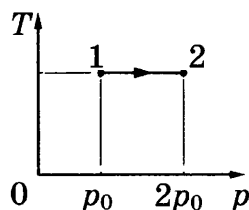
Ответ:

А	Б

8. Начальное давление идеального газа равно 50 кПа. Каким стало давление газа, если средняя кинетическая энергия движения его молекул уменьшилась в 2 раза и концентрация увеличилась в 4 раза?

Ответ: _____ кПа.

9. На T — p -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Работа, совершенная над газом внешними силами, равна 60 кДж. Чему равно количество теплоты, отданное газом?



Ответ: _____ кДж.

10. Температура алюминиевой детали массой 200 г снизилась с 90 °С до 60 °С. Какое количество теплоты отдала деталь?

Ответ: _____ кДж.

11. В двух различных сосудах находятся по 1 молю идеальных газов. Объем первого сосуда в два раза больше, чем второго. В первом сосуде находится неон при температуре 27 °С, во втором — аргон при температуре 600 К. Выберите *два* верных утверждения о параметрах состояния указанных газов.

- 1) Концентрация неона в два раза больше, чем аргона.
- 2) Среднеквадратичные скорости молекул одинаковы.
- 3) Давление аргона в 4 раза больше, чем неона.
- 4) Средняя кинетическая энергия молекул в первом сосуде в 2 раза больше, чем во втором.
- 5) Температура газа во втором сосуде примерно в 21 раз больше, чем в первом.

Ответ:

12. В ходе адиабатического процесса внутренняя энергия 1 моль разреженного гелия увеличивается. Как изменяются при этом температура гелия и его давление?

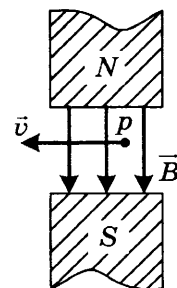
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура гелия	Давление гелия

13. Протон p , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет скорость \vec{v} , которая перпендикулярна вектору индукции \vec{B} магнитного поля, направленному вертикально (см. рисунок). Как направлена (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) действующая на протон сила Лоренца \vec{F} ? Ответ запишите словом (словами).

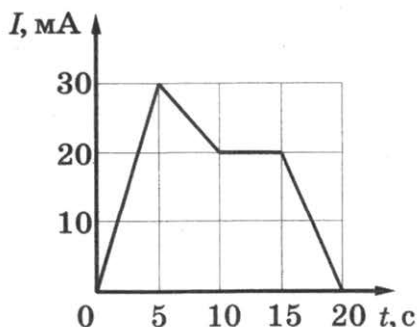


Ответ: _____ .

14. К батарее с внутренним сопротивлением 1 Ом подключили резистор с сопротивлением 4 Ом. При этом сила тока в цепи оказалась равной 2 А. Какова ЭДС батареи?

Ответ: _____ В.

15. На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в электрической цепи, индуктивность которой 2 мГн. Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале времени от 0 до 5 с.



Ответ: _____ мВ.

16. В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. Изменение заряда конденсатора в колебательном контуре с течением времени показано в таблице.

$t, 10^{-6} \text{ с}$	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
$q, 10^{-9} \text{ Кл}$	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

Выберите *два* верных утверждения о процессе, происходящем в контуре.

- 1) Период колебаний равен $4 \cdot 10^{-6} \text{ с}$.
- 2) В момент $t = 4 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ энергия катушки максимальна.
- 3) В момент $t = 8 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ энергия конденсатора минимальна.
- 4) В момент $t = 2 \cdot 10^{-6} \text{ с}$ сила тока в контуре равна 0.
- 5) Частота колебаний равна 62,5 кГц.

Ответ:

17. Плоский конденсатор с диэлектриком между пластинами подключен к аккумулятору. Не отключая конденсатор от аккумулятора, диэлектрик удалили из конденсатора. Как изменятся при этом емкость конденсатора и величина заряда на его обкладках?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Емкость конденсатора	Величина заряда конденсатора

18. Заряженная частица массой m , несущая положительный заряд q , движется со скоростью v по окружности радиусом R перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля. Действием силы тяжести пренебречь.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) модуль силы Лоренца, действующей на частицу

Б) индукция магнитного поля

ФОРМУЛЫ

1) $\frac{qR}{mv}$

2) qvR

3) $\frac{mv}{qR}$

4) $\frac{mv^2}{R}$

Ответ:

А	Б

19. Сколько нейтронов и электронов содержит нейтральный атом алюминия ${}_{13}^{30}\text{Al}$?

Ответ:

Число нейтронов	Число электронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Образец радиоактивного радия находится в закрытом сосуде. Ядра радия ${}_{88}^{224}\text{Ra}$ испытывают α -распад с периодом полураспада 3,6 суток. Определите количество гелия (в моль) в сосуде через 3,6 суток, если в начальный момент времени образец содержал 1,8 моль радия-224.

Ответ: _____ моль.

21. Для некоторых атомов характерной особенностью является возможность захвата атомным ядром одного из ближайших к нему электронов из электронной оболочки атома. При захвате электрона некоторые характеристики атомного ядра изменяются. Как ведут себя перечисленные ниже характеристики атомного ядра при захвате ядром электрона? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Заряд ядра	Число нуклонов в ядре

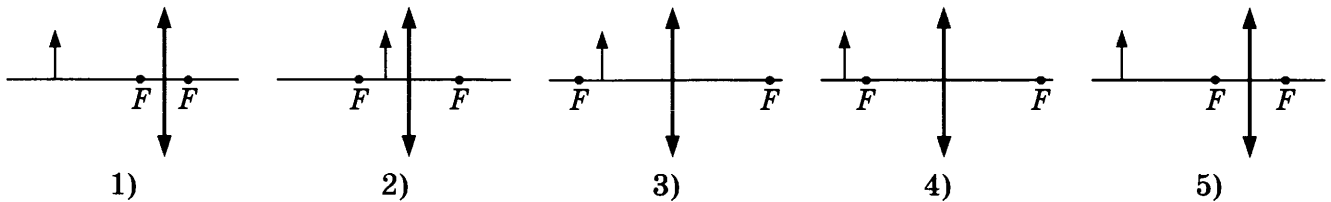
22. Ученик измерял силу тяжести, действующую на груз. Показания динамометра приведены на фотографии. Погрешность изменения равна цене деления динамометра. Запишите в ответ показания динамометра с учетом погрешности.



Ответ: (_____ ± _____) Н.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

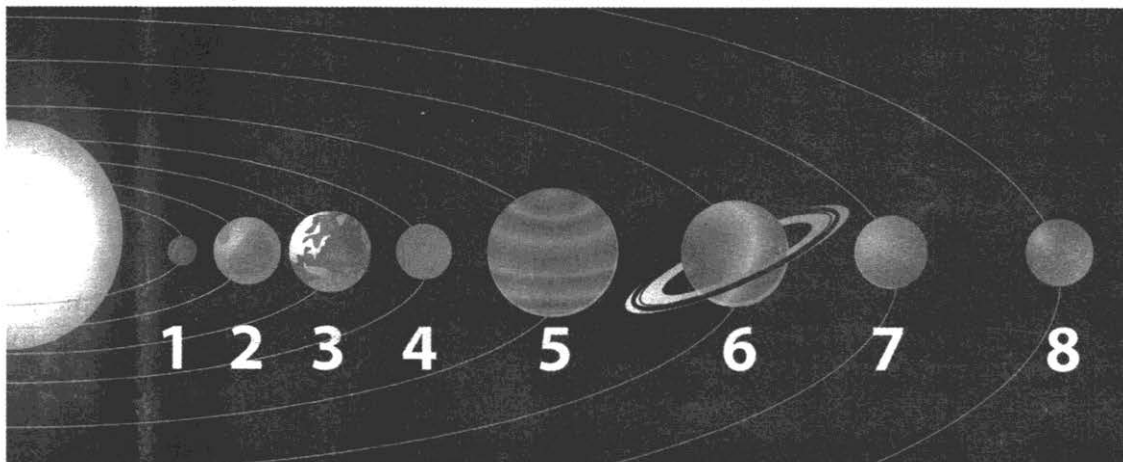
23. Была выдвинута гипотеза, что размер действительного изображения предмета, создаваемого собирающей линзой, зависит от оптической силы линзы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта можно провести для такого исследования?



В ответ запишите номера выбранных опытов.

Ответ:

24. На рисунке приведено схематическое изображение солнечной системы. Планеты на этом рисунке обозначены цифрами. Выберите из приведённых ниже утверждений **два** верных, и укажите их номера.



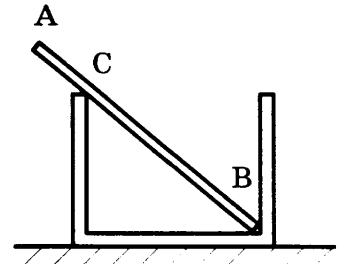
- 1) Планета 5 состоит, в основном, из твёрдых веществ.
- 2) Температура на планете 4 колеблется от -70°C до 0°C .
- 3) Планета 2 не имеет спутников.
- 4) Плотность планеты 7 близка к плотности Земли.
- 5) Планета 6 не имеет атмосферы.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Однородный массивный стержень АВ покоится, упираясь в стык дна и стенки банки концом В и опираясь на край банки в точке С (см. рис.). Модуль силы, с которой стержень давит на стенку сосуда в точке С, равен 0,5 Н. Вертикальная составляющая силы, с которой стержень давит на сосуд в точке В, равна по модулю 0,6 Н, а ее горизонтальная составляющая равна по модулю 0,3 Н. Чему равна сила тяжести, действующая на стержень? Трением пренебречь.



Ответ: _____ Н.

26. Цилиндрический сосуд разделен неподвижной теплоизолирующей перегородкой. В одной части сосуда находится кислород, в другой — водород, концентрации газов одинаковы. Давление кислорода в 2 раза больше давления водорода. Чему равно отношение средней кинетической энергии молекул кислорода к средней кинетической энергии молекул водорода?

Ответ: _____ .

27. В двух идеальных колебательных контурах происходят незатухающие электромагнитные колебания. Максимальное значение заряда конденсатора во втором контуре равно 6 мкКл. Амплитуда колебаний силы тока в первом контуре в 2 раза меньше, а период его колебаний в 3 раза меньше, чем во втором контуре. Определите максимальное значение заряда конденсатора в первом контуре.

Ответ: _____ мкКл.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания этой части (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28. Два плоских воздушных конденсатора подключены к одинаковым источникам постоянного напряжения и одинаковым лампам, как показано на рисунках а и б. Конденсаторы имеют разную площадь пластин, но расстояние между пластинами в конденсаторах одинаковое. В некоторый момент времени ключи К в обеих схемах переводят из положения 1 в положение 2. Опираясь на законы электродинамики, объясните, в каком из приведенных опытов при переключении ключа лампа вспыхнет ярче. Сопротивлением соединяющих проводов пренебречь.

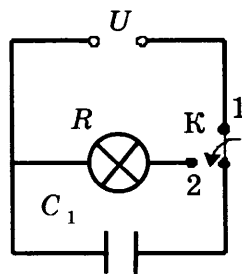


Рис. а

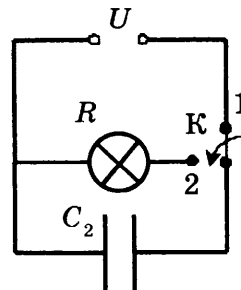
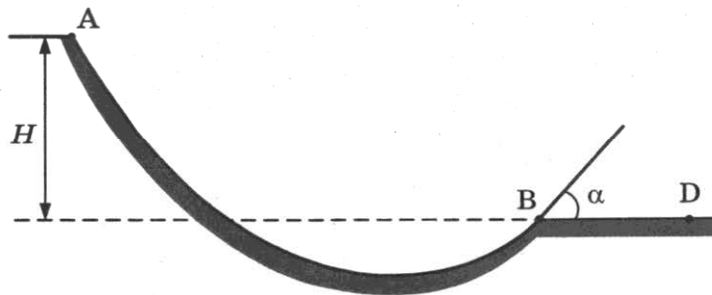


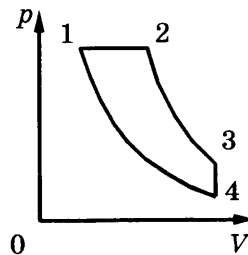
Рис. б

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

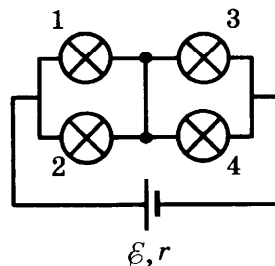
29. Массивная шайба начинает движение по желобу АВ из точки А из состояния покоя. Точка А расположена выше точки В на высоте $H = 6$ м. В процессе движения по желобу механическая энергия шайбы из-за трения уменьшается на $\Delta E = 2$ Дж. В точке В шайба вылетает из желоба под углом $\alpha = 15^\circ$ к горизонту и падает на землю в точке D, находящейся на одной горизонтали с точкой В (см. рисунок). Найдите массу шайбы, если $BD = 2$ м. Сопротивлением воздуха пренебречь.



30. Тепловой двигатель использует в качестве рабочего вещества 1 моль идеального одноатомного газа. Цикл работы двигателя изображен на p – V -диаграмме и состоит из двух адиабат, изохоры, изобары. Зная, что КПД цикла равен 50%, определите модуль отношения изменения температуры газа при изобарном процессе ΔT_{12} к изменению его температуры ΔT_{34} при изохорном процессе.



31. Какая тепловая мощность выделяется на лампе 4 в цепи, собранной по схеме, изображенной на рисунке? Сопротивление ламп 1 и 2 $R_1 = 20$ Ом, ламп 3 и 4 $R_2 = 10$ Ом. Внутреннее сопротивление источника $r = 5$ Ом, его ЭДС $\mathcal{E} = 100$ В.



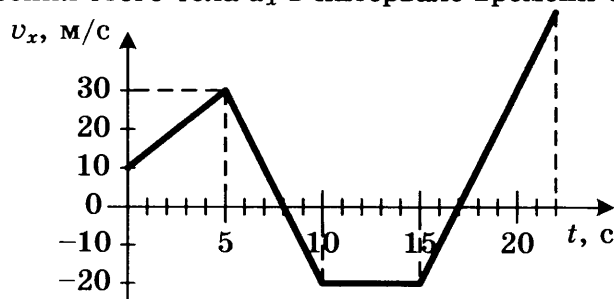
32. Мощность излучения лазерной указки с длиной волны $\lambda = 600$ нм равна $P = 2$ мВт. Определите число фотонов, излучаемых указкой за 1 с.

ВАРИАНТ 40

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела от времени. Чему равна проекция ускорения этого тела a_x в интервале времени от 5 до 10 с?



Ответ: _____ м/с².

2. Расстояние от космического корабля до поверхности Земли равно двум радиусам Земли. Во сколько раз увеличится сила притяжения корабля к Земле, если расстояние от него до поверхности Земли станет равным радиусу Земли?

Ответ: увеличится в _____ раз(а).

3. Под действием силы 2 Н пружина удлинилась на 1 см. Чему будет равна потенциальная энергия этой пружины, если ее растянуть на 2 см?

Ответ: _____ Дж.

4. Частота собственных малых вертикальных колебаний пружинного маятника равна 8 Гц. Какой станет частота таких колебаний пружинного маятника, если массу его груза увеличить в 4 раза?

Ответ: _____ Гц.

5. Небольшой груз, покоящийся на гладком горизонтальном столе, соединен пружиной со стенкой. Груз немного смещают от положения равновесия вдоль оси пружины и отпускают без начальной скорости, после чего он начинает колебаться, двигаясь вдоль оси пружины. В таблице приведены значения координаты груза x в различные моменты времени t . Выберите **два** верных утверждения о результатах этого опыта на основании данных, содержащихся в таблице. Погрешность измерения координаты равна 0,1 см, времени 0,1 с.

t , с	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
x , см	2,0	1,4	0,0	-1,4	-2,0	-1,4	0,0

- 1) Период колебаний груза равен 2 с.
- 2) Частота колебаний груза равна 0,25 Гц.
- 3) В момент времени 1,0 с кинетическая энергия груза максимальна.
- 4) В момент времени 3,0 с ускорение груза максимально.
- 5) Модуль силы, которой пружина действует на груз, в момент времени 2,0 с меньше, чем в момент времени 0,5 с.

Ответ:

6. Камень брошен вверх под углом к горизонту. Как меняются с набором высоты потенциальная энергия камня в поле тяжести и горизонтальная составляющая его скорости? Сопротивлением воздуха пренебречь.

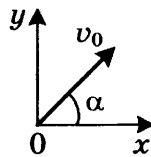
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

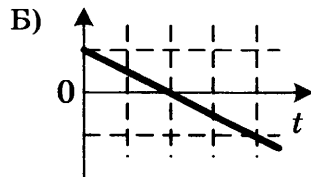
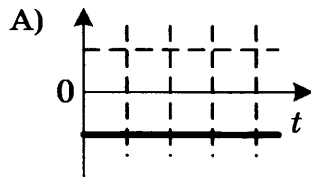
Потенциальная энергия камня	Горизонтальная составляющая скорости камня

7. В момент $t = 0$ камень бросили с поверхности земли под углом к горизонту. Считая сопротивление воздуха малым, установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция скорости камня на ось Oy
- 2) проекция скорости камня на ось Ox
- 3) проекция ускорения камня на ось Oy
- 4) кинетическая энергия камня

Ответ:

А	Б

8. Во сколько раз увеличилась масса водорода в сосуде постоянного объема, если при увеличении температуры в 2 раза, давление увеличилось в 6 раз?

Ответ: _____ .

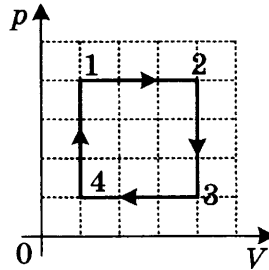
9. Какую работу совершат 2 моля гелия при изобарическом расширении от объема 1 л до объема 5 л, если его давление равно 100 кПа?

Ответ: _____ Дж.

10. Определите количество теплоты, которое необходимо для нагревания свинцовой детали массой 30 г от $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $125\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Ответ: _____ Дж.

11. На рисунке в координатах p - V показан циклический процесс 1-2-3-4-1, который совершает один моль идеального одноатомного газа.



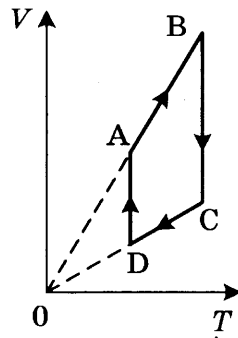
Из предложенного перечня выберите два верных утверждения и укажите их номера.

- 1) В процессе 1-2 внутренняя энергия газа увеличивается.
- 2) В процессе 2-3 газ совершает положительную работу.
- 3) В процессе 3-4 газу сообщают некоторое количество теплоты.
- 4) В процессе 4-1 температура газа увеличивается в 4 раза.
- 5) Работа, совершенная газом в процессе 1-2, в 3 раза больше модуля работы, совершенной над газом в процессе 3-4.

Ответ:

--	--

12. На диаграмме VT показан циклический процесс, проведенный с одним молем идеального газа. Установите соответствие между участками цикла и изменениями физических величин на этих участках (ΔU — изменение внутренней энергии газа, A — работа газа).



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

УЧАСТОК ЦИКЛА

- А) BC
- Б) AB

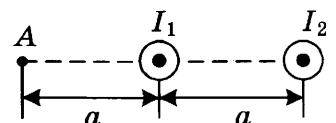
ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

- 1) $\Delta U = 0, A > 0$
- 2) $\Delta U = 0, A < 0$
- 3) $\Delta U < 0, A = 0$
- 4) $\Delta U > 0, A > 0$

Ответ:

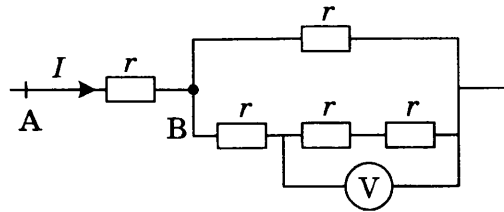
А	Б

13. Два параллельных длинных проводника с токами I_1 и $I_2 > I_1$ расположены перпендикулярно плоскости чертежа (см. рис.). Как направлен (вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю) вектор \vec{B} индукции магнитного поля, создаваемого этими проводниками в точке А? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____ .

14. Пять одинаковых резисторов с сопротивлением $r = 4$ Ом соединены в электрическую цепь, схема которой представлена на рисунке. По участку АВ идет ток $I = 4$ А.



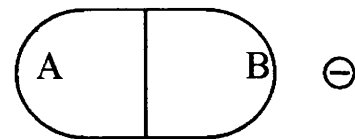
Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?

Ответ: _____ В.

15. Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим и отраженным лучами равен 20° . Чему равен угол между отраженным лучом и зеркалом?

Ответ: _____ градусов.

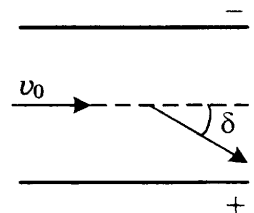
16. К незаряженному металлическому телу АВ поднесли (не касаясь его) отрицательно заряженный маленький шарик (см. рис.). Какие два утверждения верно отражают результаты этого опыта?



- 1) Тело АВ приобрело положительный заряд.
- 2) Часть В зарядилась положительно, а часть А осталась незаряженной.
- 3) При перераспределении зарядов внутри тела АВ тек ток.
- 4) Шарик начал отталкиваться от тела АВ.
- 5) Напряженность электрического поля внутри тела АВ равна нулю.

Ответ:

17. Электрон влетает в однородное электрическое поле между пластинами плоского конденсатора (см. рис.). Начальная скорость электрона параллельна пластинам, при вылете из конденсатора его скорость направлена под углом δ к первоначальному направлению движения.



Как изменятся модуль ускорения и время пролета электроном конденсатора при увеличении напряженности электрического поля в конденсаторе?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль ускорения электрона	Время пролета конденсатора

18. Участок цепи постоянного тока содержит резистор. Установите соответствие между формулами для вычисления физических величин и названиями этих величин.

В формулах использованы обозначения: I — сила тока на участке цепи; U — напряжение на участке цепи; t — время протекания тока.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ

- А) IU
- Б) It

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) заряд, протекший через резистор
- 2) напряжение на резисторе
- 3) мощность тока, выделяющаяся на резисторе
- 4) сила тока через резистор

Ответ:

А	Б

19. Какое количество протонов и нейтронов содержится в ядре натрия ${}_{11}^{24}\text{Na}$?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Из ядер эрбия ${}_{68}^{171}\text{Er}$ при β -распаде с периодом полураспада 8 ч образуются ядра тулия с периодом полураспада 2 года. В момент начала наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{20}$ ядер эрбия. Какое количество ядер тулия будет в образце через 16 часов после начала наблюдений?

Ответ: _____ $\cdot 10^{20}$.

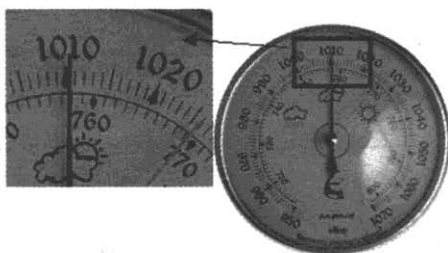
21. В опыте наблюдается фотоэффект при падении монохроматического света с длиной волны λ на поверхность металла. Фотоэлектроны тормозятся электрическим полем. Как изменятся работа выхода электронов с поверхности металла и запирающее напряжение, если уменьшить длину волны падающего света? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Работа выхода	Запирающее напряжение

22. На рисунке показаны барометр и часть его шкалы. Абсолютная погрешность измерения давления в мм рт. ст. равна цене деления барометра. Запишите показания барометра с учетом погрешности измерения.



Ответ: (_____ \pm _____) мм рт. ст.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

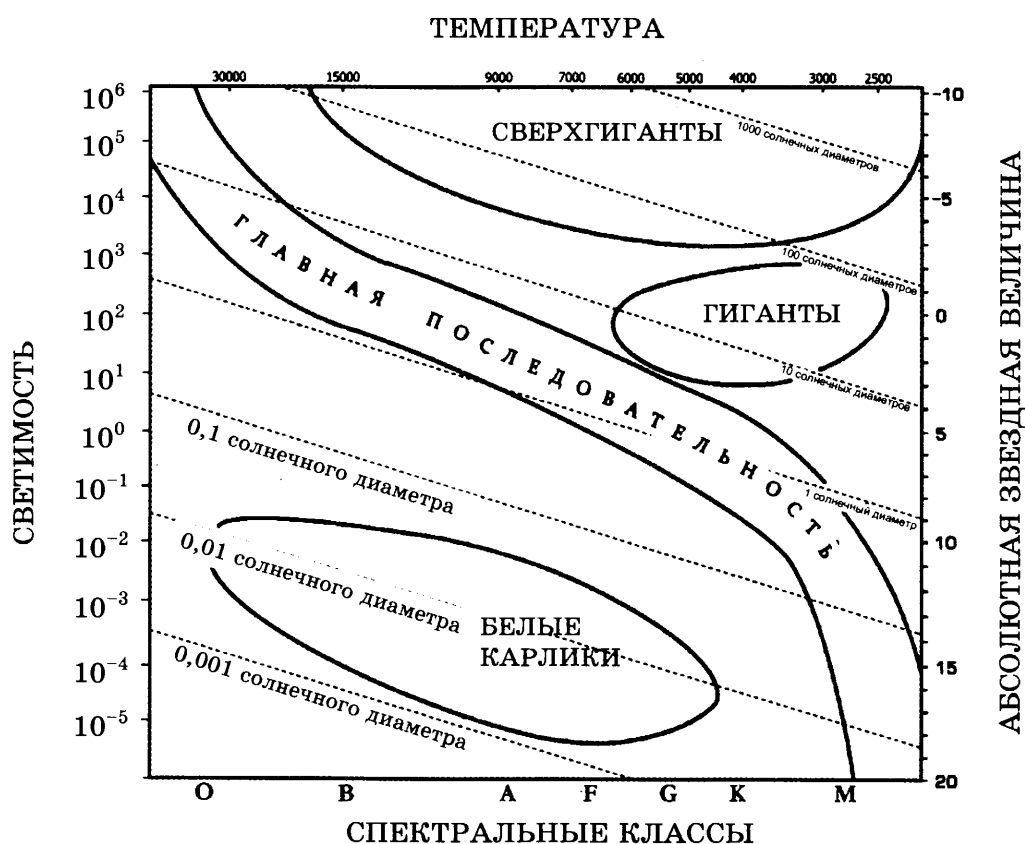
23. Ученик изучает свойства силы трения скольжения. В его распоряжении имеются сплошные грузы кубической формы разной массы, изготовленные из разных материалов. Грузы можно равномерно перемещать по различным горизонтальным опорам. Какие из установок нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость коэффициента трения скольжения от материала груза?

№	Материал опоры	Материал груза	Масса груза
1	стекло	сталь	100 г
2	дерево	сталь	200 г
3	картон	сталь	200 г
4	стекло	дерево	200 г
5	дерево	дерево	200 г

В ответ запишите номера выбранных установок.

Ответ:

24. На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга – Рассела.



Выберите *два* утверждения о звездах, которые соответствуют диаграмме.

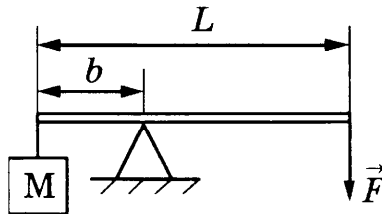
- 1) Масса белых карликов существенно превышает массу Солнца.
- 2) Светимость сверхгигантов в десятки тысяч раз превышает светимость Солнца.
- 3) Звезда Антарес относится к звездам главной последовательности, поскольку ее радиус почти в 900 раз превышает радиус Солнца.
- 4) Солнце относится к спектральному классу O.
- 5) На главной последовательности находится около 90% звёзд.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Груз массой $M = 120$ кг удерживают с помощью рычага, приложив к его концу вертикально направленную силу $F = 300$ Н (см. рис.). Рычаг состоит из шарнира без трения и длинного однородного стержня массой 30 кг. Расстояние от оси шарнира до точки подвеса груза равно $b = 1$ м. Чему равна длина стержня L ?



Ответ: _____ м.

26. Медный проводник расположен между полюсами постоянного магнита перпендикулярно линиям индукции магнитного поля. Определите площадь поперечного сечения проводника, если сила Ампера, действующая на него, равна 5 Н, модуль вектора магнитной индукции магнитного поля 10 мТл, а напряжение, приложенное к концам проводника, 8,5 В. Удельное сопротивление меди $\rho = 1,7 \cdot 10^{-2}$ Ом·мм²/м.

Ответ: _____ мм².

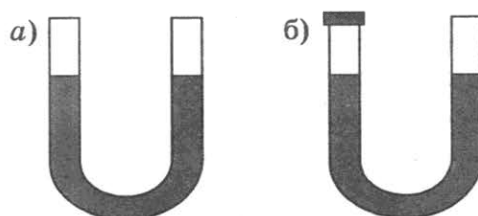
27. Предмет расположен перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Расстояние от предмета до линзы равно 30 см. Оптическая сила линзы 10 дптр. Определите расстояние от линзы до изображения предмета.

Ответ: _____ см.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

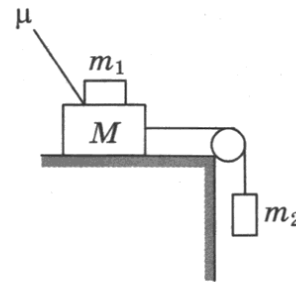
Для записи ответов на задания этой части (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28. В помещении находится открытая сверху U-образная трубка, в которую налита ртуть (рис. а). Левое колено трубки плотно закрывают пробкой (рис. б), после чего температуру в помещении увеличивают. Что произойдет с уровнями ртути в коленах трубки? Атмосферное давление считать неизменным. Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Система грузов M , m_1 и m_2 , показанная на рисунке, движется из состояния покоя. Грузы M и m_2 связаны легкой нерастяжимой нитью, которая скользит по блоку без трения. Коэффициент трения между грузами M и m_1 равен $\mu = 0,3$. Пусть $M = 2,4$ кг, $m_1 = m_2 = m$. Считать, что поверхность стола горизонтальная и гладкая. При каких значениях m грузы M и m_1 движутся как одно целое? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на грузы.



30. Теплоизолированный сосуд объемом $V = 4$ м³ разделен пористой перегородкой на две равные части. В начальный момент в одной части сосуда находится 1 моль гелия, а в другой 1 моль неона. Атомы гелия могут свободно проникать через перегородку, а атомы неона — нет. Начальная температура гелия равна температуре неона: $T = 400$ К. Определите внутреннюю энергию газа в той части сосуда, где первоначально находился неон, после установления равновесия в системе.

31. Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рис.). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $\frac{1}{100}R$, сопротивление вольтметра $9R$. Найдите отношение мощностей $\frac{P_2}{P_1}$, выделяемых на амперметрах в этих схемах. Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.

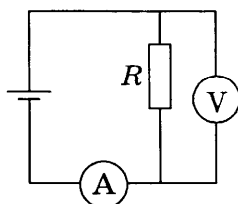


Схема 1

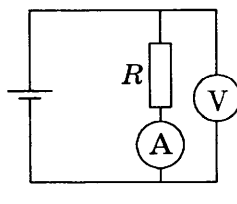


Схема 2

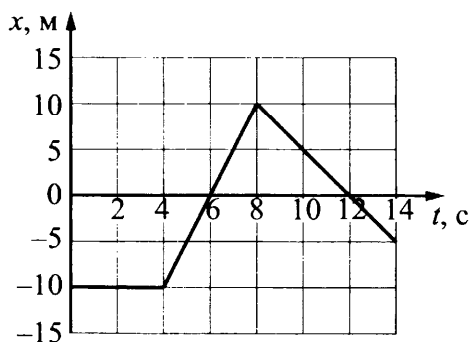
32. Для увеличения яркости изображения слабых источников света используется вакуумный прибор — электронно-оптический преобразователь. В этом приборе фотоны, падающие на катод, выбивают из него фотоэлектроны, которые ускоряются разностью потенциалов $\Delta\varphi = 15\,000$ В и бомбардируют флуоресцирующий экран, рождающий вспышку света при попадании каждого электрона. Длина волны для света от источника $\lambda_1 = 820$ нм, а для света, излучаемого экраном, $\lambda_2 = 410$ нм. Во сколько раз N прибор увеличивает энергию светового излучения, падающего на катод? Считать, что один фотоэлектрон рождается при падении на катод в среднем $k = 10$ фотонов. Работу выхода электронов $A_{\text{вых}}$ принять равной 1 эВ. Считать, что энергия падающих на экран электронов переходит в энергию света без потерь.

ВАРИАНТ 41

Часть 1

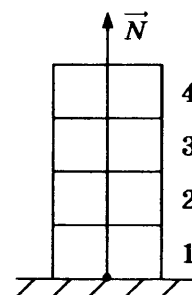
Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости координаты тела от времени при прямолинейном движении по оси x . Какова проекция скорости тела в промежутке времени от 8 до 14 с?



Ответ: _____ м/с.

2. Четыре одинаковых кирпича массой 3 кг каждый сложены в стопку (см. рисунок). На сколько уменьшится модуль силы \vec{N} , действующей со стороны горизонтальной опоры на первый кирпич, если убрать два верхних кирпича?



Ответ: на _____ Н.

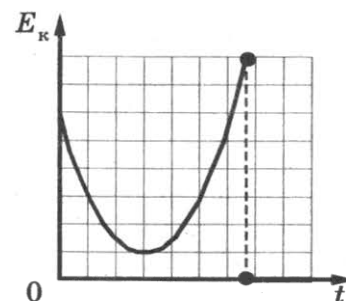
3. Автомобиль массой 10^3 кг движется равномерно по мосту на высоте 5 м над землей. Скорость автомобиля равна 10 м/с. Каков импульс автомобиля?

Ответ: _____ кг·м/с.

4. Сосновый брус объемом $0,06 \text{ м}^3$ плавает в воде, погружившись на $0,4$ своего объема. Определите выталкивающую силу (силу Архимеда), действующую на брус.

Ответ: _____ Н.

5. На рисунке представлен схематичный вид графика изменения кинетической энергии тела с течением времени. Выберите **два** утверждения, которые соответствуют результатам опыта.



- 1) В процессе наблюдения потенциальная энергия тела все время увеличивалась.
- 2) В конце наблюдения скорость тела становится равной нулю.
- 3) Тело брошено под углом к горизонту с балкона и упало на землю.
- 4) Тело брошено под углом к горизонту с поверхности земли и упало обратно на землю.
- 5) Тело брошено вертикально вверх с балкона и упало на землю.

Ответ:

6. Спутник Земли перешел с одной круговой орбиты на другую. При этом период обращения спутника вокруг Земли уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода радиус его орбиты и центростремительное ускорение спутника?

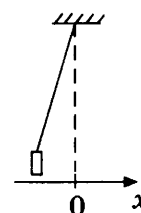
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

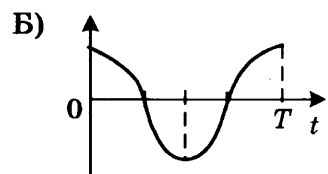
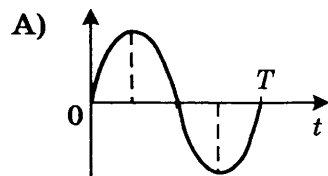
Радиус орбиты	Центростремительное ускорение

7. Груз, привязанный к нити, отклонили от положения равновесия и отпустили из состояния покоя (см. рисунок). На графиках А и Б показано изменение физических величин, характеризующих движение груза после этого. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) кинетическая энергия E_k
- 2) координата x
- 3) проекция импульса p_x
- 4) проекция ускорения a_x

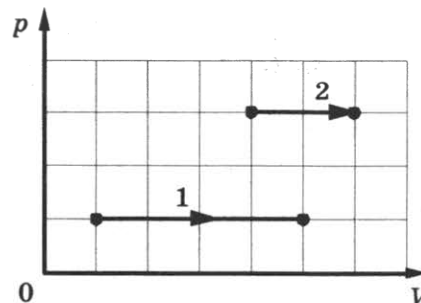
Ответ:

А	Б

8. В одном сосуде находится кислород, а в другом — углекислый газ. Определите отношение средней кинетической энергии поступательного теплового движения молекул кислорода к средней кинетической энергии поступательного теплового движения молекул углекислого газа, если температура кислорода 27°C , а углекислого газа 127°C .

Ответ: _____ .

9. На p — V -диаграмме показаны два процесса, проведенные с одним и тем же количеством газообразного неона. Определите отношение работ $\frac{A_2}{A_1}$ в этих процессах.

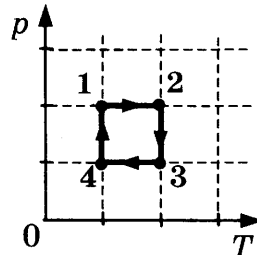


Ответ: _____ .

10. В закрытом сосуде под поршнем находится водяной пар при температуре $100\text{ }^\circ\text{C}$ под давлением 50 кПа . Каким станет давление пара, если сохраняя его температуру неизменной, уменьшить объем пара в 3 раза?

Ответ: _____ кПа.

11. Зависимость давления одного моля одноатомного идеального газа от температуры в циклическом процессе показана на рисунке. Выберите из предложенных утверждений два, которые верно отражают результаты этого эксперимента.

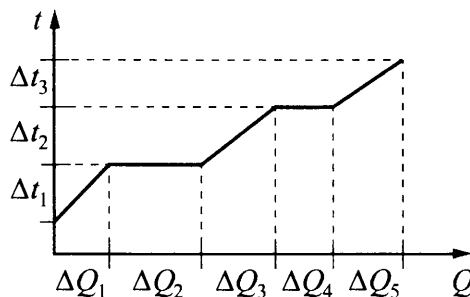


- 1) На участке 1–2 внутренняя энергия газа уменьшалась.
- 2) На участке 4–1 объем газа уменьшался.
- 3) Давление газа в состоянии 2 меньше давления в состоянии 1.
- 4) На участке 3–4 к газу подводили тепло.
- 5) В состояниях 2 и 4 концентрация газа одинакова.

Ответ:

--	--

12. В цилиндре под поршнем находилось твердое вещество массой m . Цилиндр поместили в печь. На рисунке показан график изменения температуры t вещества по мере поглощения им количества теплоты Q . Формулы А и Б позволяют рассчитать значения физических величин, характеризующих происходящие с веществом тепловые процессы.



Установите соответствие между формулами и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛА

А) $\frac{\Delta Q_1}{m\Delta t_1}$

Б) $\frac{\Delta Q_4}{m}$

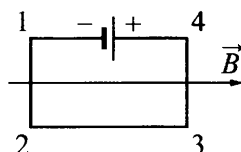
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) удельная теплоемкость твердого вещества
- 2) удельная теплота плавления
- 3) удельная теплота парообразования
- 4) удельная теплоемкость жидкости

Ответ:

А	Б

13. Электрическая цепь, состоящая из четырех прямолинейных проводников (1–2, 2–3, 3–4, 4–1), лежащих в горизонтальной плоскости, и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции \vec{B} которого направлен горизонтально вправо (см. рисунок, вид сверху). Куда направлена (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 1–2? По проводникам идет одинаковый ток силой I . Ответ запишите словом (словами).

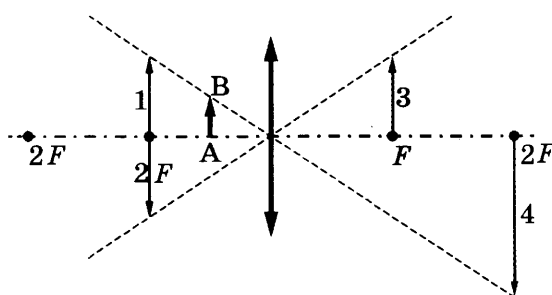


Ответ: _____ .

14. Два неподвижных точечных заряда действуют друг на друга с силами, модуль которых равен 4 мН. Чему будет равен модуль этих сил, если величину одного из зарядов увеличить в 3 раза, а расстояние между ними уменьшить в 2 раза?

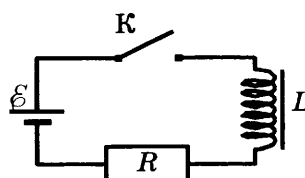
Ответ: _____ мН.

15. Какой из образов 1–4 служит мнимым изображением предмета АВ в тонкой линзе с фокусным расстоянием F ?



Ответ: образ _____.

16. Катушка индуктивности подключена к источнику тока с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением через резистор $R = 40$ Ом (см. рисунок). В момент $t = 0$ ключ K замыкают. Значения силы тока в цепи, измеренные в последовательные моменты времени с точностью $\pm 0,01$ А, представлены в таблице.



$t, \text{ с}$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$I, \text{ А}$	0	0,12	0,19	0,23	0,26	0,28	0,29	0,30	0,30

Выберите *два* верных утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте.

- 1) В опыте наблюдаются колебания силы тока в цепи.
- 2) Через 6 с после замыкания ключа энергия магнитного поля катушки стала равна нулю.
- 3) ЭДС источника тока равна 12 В.
- 4) В момент времени $t = 3,0$ с напряжение на резисторе равно 6 В.
- 5) В момент времени $t = 0,5$ с ЭДС самоиндукции катушки равна 7,2 В.

Ответ:

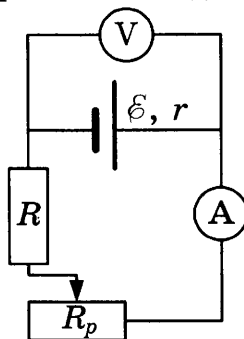
17. В прозрачном сосуде, заполненном водой, находится дифракционная решетка. Решетка освещается параллельным пучком монохроматического света, падающим перпендикулярно ее поверхности через боковую стенку сосуда. Как изменятся длина волны, падающей на решетку и количество наблюдаемых дифракционных максимумов при замене воды в сосуде прозрачной жидкостью с большим показателем преломления?
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина волны света, достигающего решетки	Количество наблюдаемых дифракционных максимумов

18. Исследуется электрическая цепь, собранная по схеме, представленной на рисунке. Определите формулы, которые можно использовать для расчетов показаний амперметра и вольтметра. Измерительные приборы считать идеальными.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПОКАЗАНИЯ ПРИБОРОВ

- А) Показания амперметра
- Б) Показания вольтметра

ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ПОКАЗАНИЙ ПРИБОРОВ

- 1) $\mathcal{E}(R + R_p + r)$
- 2) $\frac{\mathcal{E}}{R + R_p + r}$
- 3) $\frac{\mathcal{E}(R_p + r)}{R + R_p}$
- 4) $\frac{\mathcal{E}(R + R_p)}{R + R_p + r}$

Ответ:

А	Б

19. Сколько протонов и нейтронов содержит ядро, в которое превращается ядро радиоактивного изотопа натрия ${}_{11}^{24}\text{Na}$ в результате β -распада?

Ответ:

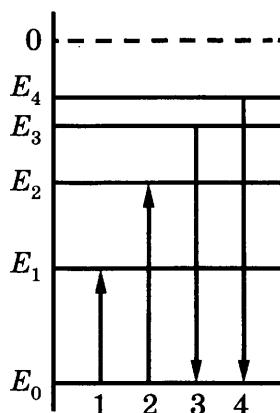
Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Какова энергия фотона, соответствующего длине световой волны $\lambda = 6 \text{ мкм}$?

Ответ: _____ $\cdot 10^{20}$ Дж.

21. На рисунке изображена упрощенная диаграмма энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих переходов связаны с поглощением света наибольшей длины волны и излучением кванта света с наибольшей энергией?



Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕСС

- А) излучение света с наибольшей длиной волны
 Б) поглощение кванта света с наибольшей энергией

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД

- 1) 1
 2) 2
 3) 3
 4) 4

Ответ:

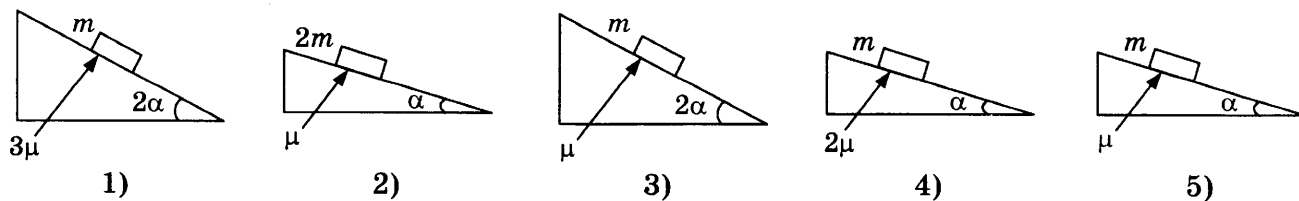
А	Б

22. При определении сопротивления резистора ученик измерил напряжение на нем: $U = (4,6 \pm 0,2) \text{ В}$. Сила тока через резистор измерялась настолько точно, что погрешностью можно пренебречь: $I = 0,5 \text{ А}$. Запишите в ответ величину сопротивления резистора с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) Ом.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Необходимо экспериментально изучить зависимость ускорения тела, скользящего по шероховатой наклонной плоскости от угла, который составляет плоскость с горизонталью. Какие две установки следует выбрать, чтобы провести такое исследование?

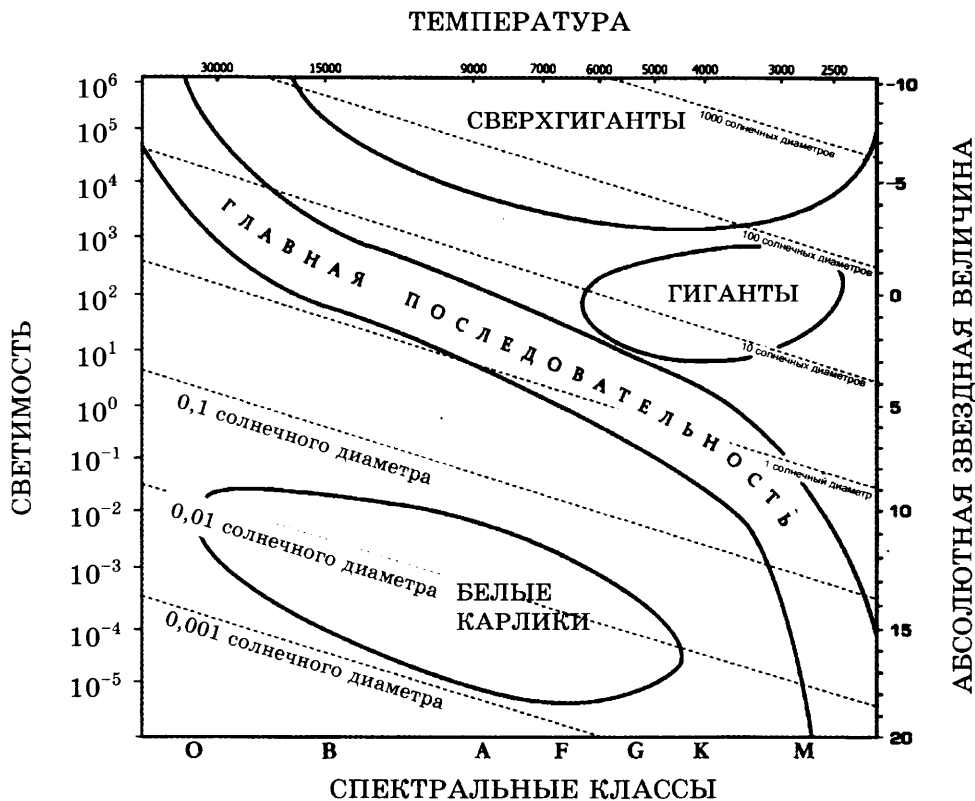


В ответ запишите номера выбранных установок.

Ответ:

--	--

24. На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга – Рассела.



Выберите *два* утверждения о звездах, которые соответствуют диаграмме.

- 1) 50% всех звезд составляют звезды-сверхгиганты.
- 2) «Жизненный цикл» звезды спектрального класса М главной последовательности более длительный, чем звезды спектрального класса В главной последовательности.
- 3) С увеличением массы светимость звезд растет.
- 4) Наиболее редкими звездами являются красные карлики.
- 5) Температура звезд спектрального класса М в 2 раза выше температуры звезд спектрального класса В.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Летящая горизонтально пластилиновая пуля массой 9 г попадает в неподвижно висящий на нити длиной 40 см груз массой 81 г, в результате чего груз с прилипшей к нему пулей начинает совершать колебания. Максимальный угол отклонения нити от вертикали при этом $\alpha = 60^\circ$. Какова скорость пули перед попаданием в груз?

Ответ: _____ м/с.

25. В процессе адиабатного расширения одноатомного идеального газа в количестве 0,25 моль совершена работа 2493 Дж. Начальная температура была равна 1200 К. До какой температуры охладился газ в процессе расширения?

Ответ: _____ К.

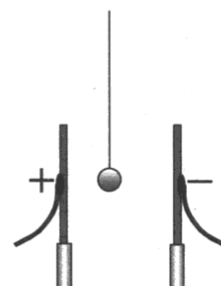
27. Предмет расположен на горизонтальной главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Оптическая сила линзы $D = 5$ дптр. Изображение предмета действительное, увеличение (отношение высоты изображения предмета к высоте самого предмета) $k = 2$. Найдите расстояние от изображения предмета до линзы.

Ответ: _____ см.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

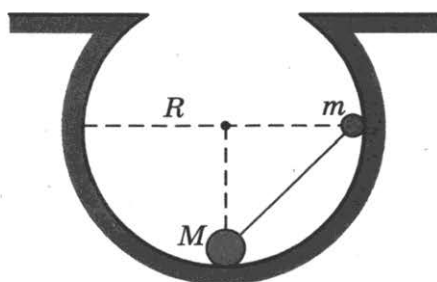
Для записи ответов на задания этой части (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28. Между двумя металлическими близко расположенными пластинами, укрепленными на изолирующих подставках, подвесили на шелковой нити легкий незаряженный шарик из фольги. Когда пластины подсоединили к разноименным клеммам высоковольтного источника напряжения, шарик пришел в движение. Опишите движение шарика и объясните его. В ответе укажите, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.

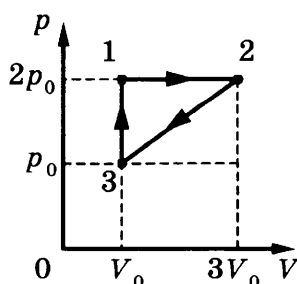


Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

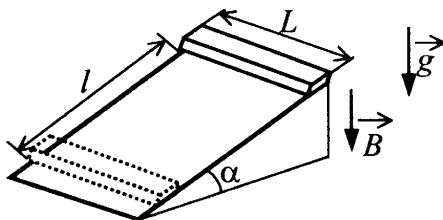
29. Небольшие шарики, массы которых m и M , соединены легким стержнем и помещены в гладкую сферическую выемку радиусом $R = 20$ см. В начальный момент шарики удерживаются в положении, изображенном на рисунке. Когда их отпустили без толчка, шарики стали скользить по поверхности выемки. Минимальная высота, на которой оказался шарик m в процессе движения, равна 4 см от нижней точки выемки. Определите отношение масс M и m .



30. Изменение состояния постоянной массы одноатомного идеального газа происходит по циклу, показанному на рисунке. При переходе газа из состояния 2 в состояние 3 внешние силы совершают работу $A_{23} = 5$ кДж. Какое количество теплоты газ получает за цикл от нагревателя?



31. Тонкий алюминиевый брусок прямоугольного сечения, имеющий длину $L = 0,5$ м, соскальзывает из состояния покоя по гладкой наклонной плоскости из диэлектрика в вертикальном магнитном поле индукцией $B = 0,1$ Тл (см. рис.). Плоскость наклонена к горизонту под углом $\alpha = 30^\circ$. Продольная ось бруска при движении сохраняет горизонтальное направление. Найдите величину ЭДС индукции на концах бруска в момент, когда брусок пройдет по наклонной плоскости расстояние $l = 1,6$ м.



32. Значения энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6 \text{ эВ}}{n^2}$, $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходах с верхних уровней энергии на нижние атом излучает фотон. Переходы с верхних уровней на уровень с $n = 1$ образуют серию Лаймана; на уровень с $n = 2$ — серию Бальмера; на уровень с $n = 3$ — серию Пашена и т.д. Найдите отношение β максимальной частоты фотона в серии Лаймана к максимальной частоте фотона в серии Бальмера.

ВАРИАНТ 42

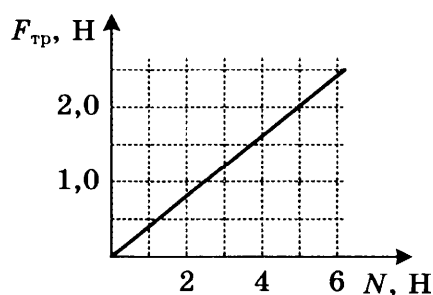
Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Координата тела, движущегося вдоль оси Ox , изменяется по закону $x = 5 + 2t - 2t^2$, где все величины выражены в СИ. Определите проекцию скорости тела на ось Ox в момент времени $t = 2$ с.

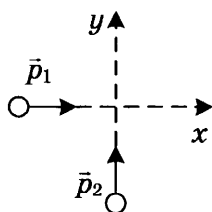
Ответ: _____ м/с.

2. Исследовалась зависимость модуля силы трения скольжения $F_{\text{тр}}$ бруска от модуля силы нормальной реакции опоры. График, полученный по результатам исследования, представлен на рисунке. Определите коэффициент трения скольжения.



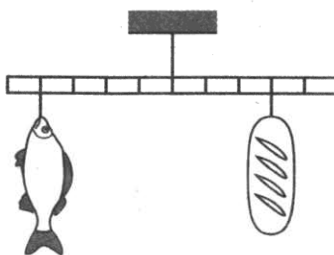
Ответ: _____.

3. По гладкой горизонтальной плоскости по осям x и y движутся две шайбы с импульсами, равными по модулю $p_1 = 1,5$ кг·м/с и $p_2 = 3,5$ кг·м/с (см. рисунок). После соударения вторая шайба продолжает двигаться по оси y в прежнем направлении с импульсом, равным по модулю $p_3 = 1,5$ кг·м/с. Каков модуль импульса первой шайбы после удара?



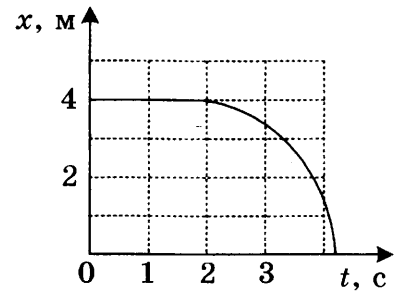
Ответ: _____ кг·м/с.

4. Мальчик взвесил рыбу на самодельных весах с коромыслом из легкой рейки (см. рисунок). В качестве гири он использовал батон хлеба массой 0,4 кг. Определите массу рыбы.



Ответ: _____ кг.

5. На графике показано изменение координаты тела с течением времени в инерциальной системе отсчета. На основании этого графика выберите **два** верных утверждения о движении тела.



- 1) Первые 2 с скорость тела не менялась, а затем ее модуль постепенно увеличивался.
- 2) Скорость тела все время увеличивалась.
- 3) Первые 2 с сумма сил, действовавших на тело, была равна 0.
- 4) За первые 4 с тело переместилось на 3 м.
- 5) Скорость тела постоянно уменьшалась.

Ответ:

6. Массивный груз, подвешенный к потолку на пружине, совершает вертикальные свободные колебания. Пружина все время остается растянутой. Что происходит с кинетической энергией груза и его потенциальной энергией в поле тяжести, когда груз движется вниз от положения равновесия?

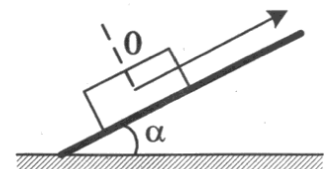
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Кинетическая энергия груза	Потенциальная энергия груза в поле тяжести

7. Брусок массой m после толчка движется вверх по наклонной плоскости, составляющей угол α с горизонтом. До остановки брусок проходит путь s . Затем он возвращается по наклонной плоскости в первоначальное положение. Коэффициент трения между бруском и плоскостью равен μ .



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль ускорения тела при движении вверх
- Б) модуль работы силы трения при движении бруска вниз

ФОРМУЛЫ

- 1) $g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$
- 2) $g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$
- 3) $\mu smg\cos\alpha$
- 4) $smg\sin\alpha$

Ответ:

А	Б

8. Постоянную массу идеального газа сначала изотермически расширили в 2 раза, а затем изобарно нагрели в 2 раза. Каким стал объем газа в конечном состоянии, если в начале его объем был равен 2 л?

Ответ: _____ л.

9. Тепловая машина с КПД 60% работает по циклу Карно. Каким станет КПД тепловой машины, если температуру холодильника тепловой машины увеличили в 2 раза, а температуру нагревателя оставили прежней?

Ответ: _____ %.

10. Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 60%. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объем в два раза. Какова стала относительная влажность воздуха?

Ответ: _____ %.

11. При изучении явления теплообмена герметичный теплоизолированный сосуд с идеальным газом разделили неподвижной перегородкой, способной проводить тепло, на две одинаковые части (см. рисунок). После этого газ в разных частях сосуда нагрели до разных температур. Температура газа в части А равна 328 К, а в части В равна 15 °С. Количество газа одинаково в обеих частях. Считая, что теплоемкость сосуда пренебрежимо мала, выберите из предложенных утверждений *два*, которые верно отражают изменения, происходящие с газами после окончания нагревания.



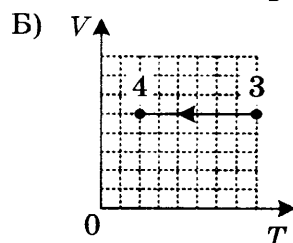
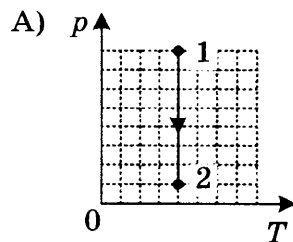
- 1) Температура газа в части В повысилась.
- 2) Внутренняя энергия газа в части А увеличилась.
- 3) При теплообмене газ в части А отдавал теплоту, а газ в части В ее получал.
- 4) Через достаточно большой промежуток времени температуры газов в обеих частях стали одинаковыми и равными 25 °С.
- 5) В результате теплообмена газ в сосуде А совершил работу.

Ответ:

--	--

12. На рисунках приведены графики А и Б двух процессов: 1–2 и 3–4, происходящих с 1 моль неона. Графики построены в координатах p – T и V – T , где p — давление; V — объем и T — абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображенные на графиках процессы. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



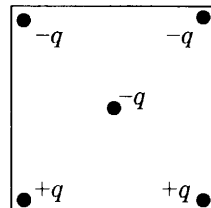
УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) Над газом совершают работу, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
- 2) Газ получает количество теплоты, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
- 3) Газ получает количество теплоты и совершает работу.
- 4) Внутренняя энергия газа уменьшается, при этом газ отдает количество теплоты

Ответ:

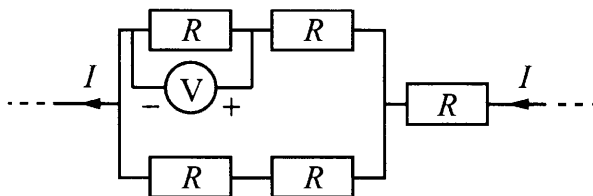
А	Б

13. В вершинах квадрата находятся заряды: $+q$, $+q$, $-q$, $-q$ (см. рисунок). Как направлена (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) сила Кулона \vec{F} , действующая на отрицательный точечный заряд, помещенный в центр квадрата? Ответ запишите словом (словами).



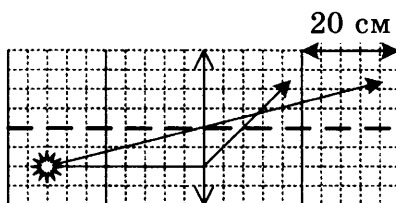
Ответ: _____.

14. Пять одинаковых резисторов с сопротивлением 10 Ом каждый соединены в электрическую цепь, через которую течет ток $I = 6$ А (см. рисунок). Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?



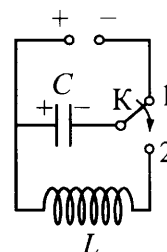
Ответ: _____ В.

15. На рисунке показан ход лучей от точечного источника света S через тонкую линзу. Определите оптическую силу этой линзы?



Ответ: _____ дптр.

16. Конденсатор колебательного контура длительное время подключен к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент времени $t = 0$ переключатель K переводят из положения 1 в положение 2. Выберите **два** верных утверждения о процессах, которые будут происходить в контуре после переключения ключа в положение 2. Сопротивлением контура пренебречь.



- 1) Сила тока через катушку будет постоянной.
- 2) В контуре начнутся электромагнитные колебания.
- 3) В контуре будет выделяться тепло.
- 4) Заряд на левой обкладке конденсатора сразу после переключения начнет уменьшаться.
- 5) Энергия конденсатора сразу после переключения ключа начнет увеличиваться.

Ответ:

17. Плоский воздушный конденсатор зарядили от батарейки, а затем отключили от нее. Как изменятся емкость конденсатора и величина заряда на его обкладках, если после отключения от батарейки уменьшить расстояние между пластинами конденсатора?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Емкость конденсатора	Величина заряда конденсатора

18. Заряженная частица массой m , несущая положительный заряд q , движется перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля \vec{B} по окружности со скоростью v . Действием силы тяжести пренебречь.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль силы Лоренца, действующей на частицу
- Б) период обращения частицы по окружности

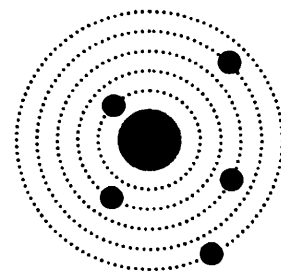
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{v}{qB}$
- 2) $\frac{mv}{qB}$
- 3) $\frac{2\pi m}{qB}$
- 4) qvB

Ответ:

А	Б

19. На рисунке изображена схема нейтрального атома. Черными точками обозначены электроны. Определите число протонов и нейтронов в ядре этого атома, если его массовое число равно 13.



Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Период T полураспада изотопа европия ${}^{156}_{63}\text{Eu}$ равен 15 дням. Изначально образец содержал 1,2 мкмоль этого изотопа. Сколько мкмоль этого изотопа европия останется в образце через 45 дней?

Ответ: _____ мкмоль.

21. При исследовании явления фотоэффекта фотоэлемент освещался через разные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только желтый свет, а во второй — только зеленый. В каждом опыте наблюдали фотоэффект и измеряли запирающее напряжение.

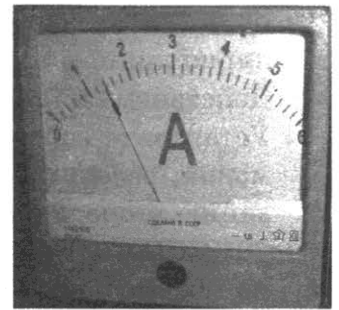
Как изменяются работа выхода электронов их фотоэлемента и запирающее напряжение при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Работа выхода электронов	Запирающее напряжение

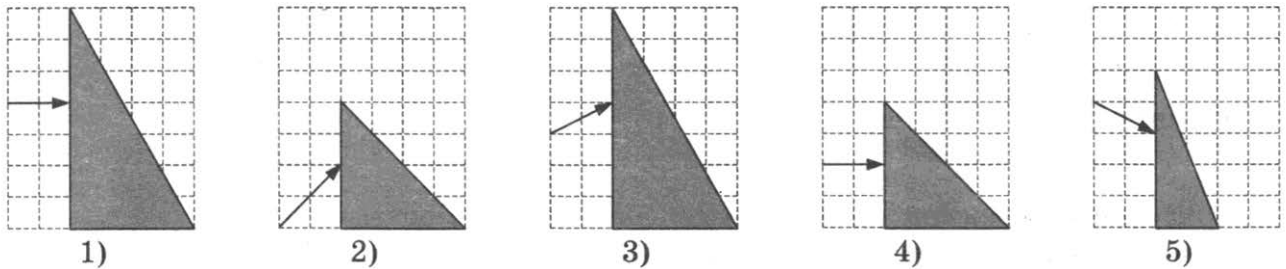
22. При изменении силы тока в электрической цепи ученик сфотографировал показания амперметра, погрешность измерений которого равна половине цены деления. Чему была равна сила тока в цепи с учетом погрешности измерений?



Ответ: (____ ± ____) А.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

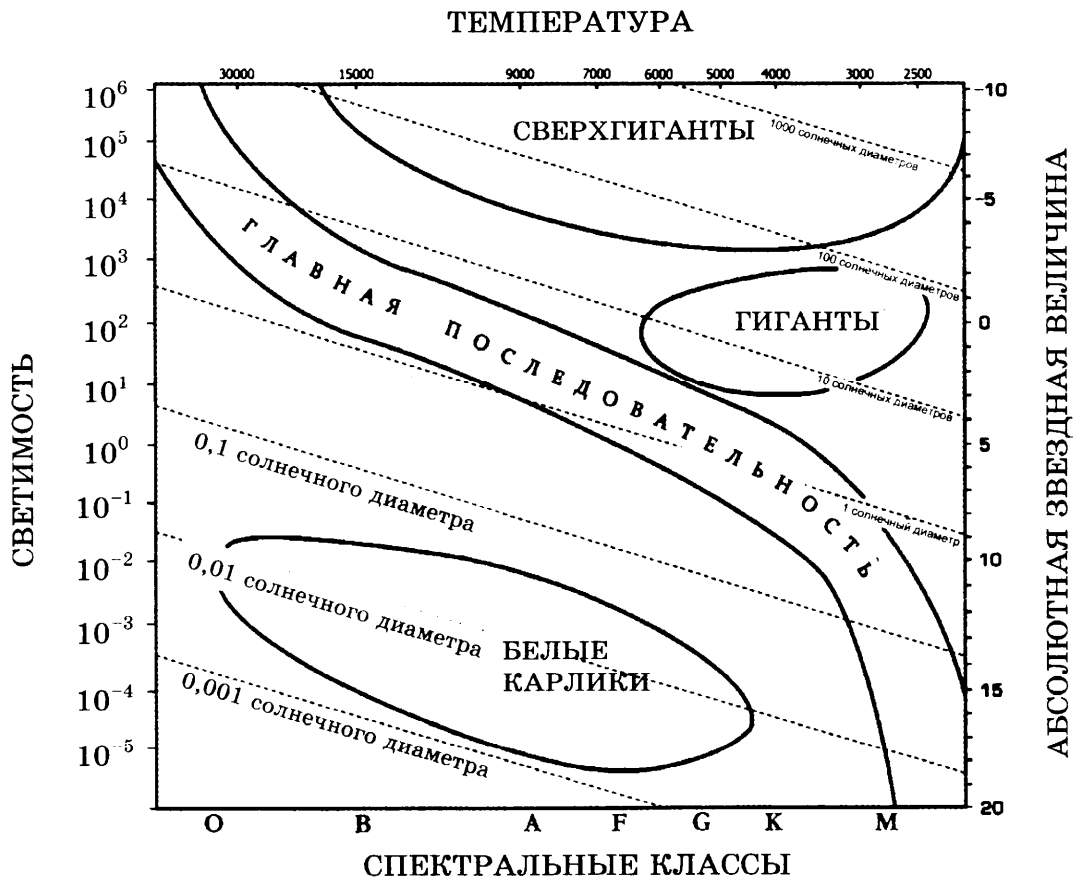
23. Пучок белого света, пройдя через призму, разлагается в спектр. Была выдвинута гипотеза, что ширина спектра, получаемого на стоящем за призмой экране, зависит от геометрических размеров призмы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта нужно провести для такого исследования?



В ответ запишите номера выбранных опытов.

Ответ:

24. На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга – Рассела.



Выберите **два** утверждения о звездах, которые соответствуют диаграмме.

- 1) Температура звезд спектрального класса М в ниже температуры звезд спектрального класса F.
- 2) Время пребывания звезды на главной последовательности не зависит от ее массы.
- 3) Наиболее редкими звездами являются звезды главной последовательности.
- 4) Ригель относится к звездам-белым карликам, поскольку ее радиус превышает радиус Солнца более, чем в 70 раз.
- 5) Сверхгиганты — звёзды с очень низкой плотностью.

Ответ:

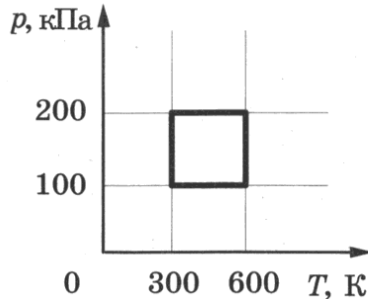
Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Мяч бросили с крыши дома почти вертикально вверх со скоростью 10 м/с, он упал на землю через 4 с после броска. С какой высоты брошен мяч? Сопротивление воздуха не учитывать.

Ответ: _____ м.

26. С идеальным газом происходит циклический процесс, p — T -диаграмма которого представлена на рисунке. Наименьший объем, который занимает газ в этом процессе, составляет 6 л. Определите количество вещества этого газа. Ответ округлить до сотых.



Ответ: _____ моль.

27. Две заряженные частицы влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно его линиям индукции и движутся по окружностям. Определите отношение масс $\frac{m_1}{m_2}$ этих

частиц, если отношение зарядов этих частиц $\frac{q_1}{q_2} = 2$, а отношение периодов их обращения

ния $\frac{T_1}{T_2} = 0,5$.

Ответ: _____ .

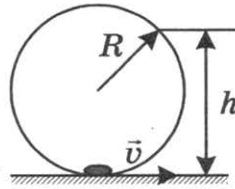
Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания этой части (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28. При изучении давления света проведены два опыта с одним и тем же лазером. В первом опыте свет лазера направляется на пластинку, покрытую сажей, а во втором — на зеркальную пластинку такой же площади. В обоих опытах пластинки находятся на одинаковом расстоянии от лазера и свет падает перпендикулярно поверхности пластинок. Как изменится сила давления света на пластинку во втором опыте по сравнению с первым? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

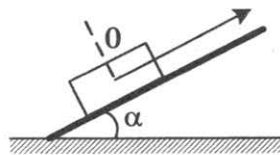
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Небольшая шайба после толчка приобретает скорость $v = 2$ м/с и скользит по внутренней поверхности закрепленного вертикально гладкого кольца. Радиус кольца $R = 0,14$ м. На какой высоте h шайба отрывается от кольца и начинает свободно падать?



30. Одноатомный идеальный газ находится в горизонтальном цилиндрическом сосуде, закрытом поршнем. Первоначальное давление газа $p_1 = 4 \cdot 10^5$ Па. Расстояние от дна сосуда до поршня равно L . Площадь поперечного сечения поршня $S = 25$ см². В результате медленного нагревания газ получил количество теплоты $Q = 1,65$ кДж, а поршень сдвинулся на расстояние $x = 10$ см. При движении поршня на него со стороны стенок сосуда действует сила трения величиной $F_{\text{тр.}} = 3 \cdot 10^3$ Н. Найдите L . Считать, что сосуд находится в вакууме.

31. Сила тока в идеальном колебательном контуре меняется со временем так, как показано на рисунке. Определите заряд конденсатора в момент времени $t = 3$ мкс.



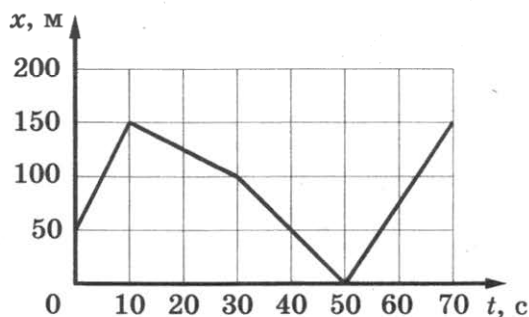
32. Вольфрамовую пластину облучают светом с длиной волны 200 нм. Каков максимальный импульс вылетающих из пластины электронов, если работа выхода электронов из вольфрама равна 4,54 эВ?

ВАРИАНТ 43

Часть 1

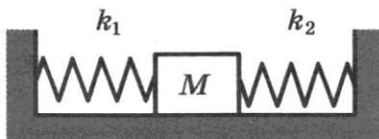
Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости координаты x велосипедиста от времени t . Определите проекцию скорости велосипедиста на ось Ox в интервале времени от 0 до 10 с?



Ответ: _____ м/с.

2. Кубик массой 1 кг покоится на гладком горизонтальном столе, сжатый с боков пружинами (см. рисунок). Левая пружина жесткостью $k_1 = 300$ Н/м сжата на 4 см. С какой силой правая пружина действует на кубик?

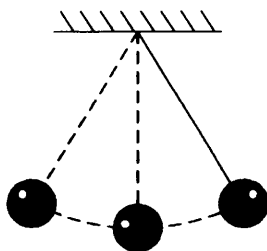


Ответ: _____ Н.

3. Тело движется по прямой в одном направлении. Импульс тела уменьшился с 25 кг·м/с до 15 кг·м/с за некоторое время под действием постоянной силы 5 Н. Сколько времени для этого потребовалось?

Ответ: _____ с.

4. Математический маятник с периодом колебаний 1 с отклонили на небольшой угол от положения равновесия и отпустили без начальной скорости (см. рисунок). Через какое время после этого потенциальная энергия маятника во второй раз достигнет максимума? Сопротивлением воздуха пренебречь.



Ответ: _____ с.

5. Груз массой 0,1 кг подвешен на невесомой нерастяжимой нити длиной 40 см. В результате толчка груз пришел в движение. В таблице приведена зависимость высоты груза h относительно положения равновесия от времени t . На основании данных, приведенных в таблице, выберите **два** верных утверждения о движении груза.

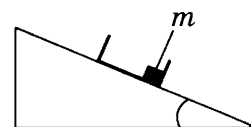
$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
$h, \text{ см}$	0	12	20	12	0	12	20	12	0

- 1) Период колебаний груза 4 с.
- 2) В момент времени 2 с скорость груза максимальна.
- 3) В промежуток времени от 1 до 5 с кинетическая энергия груза достигла минимального значения 2 раза.
- 4) В момент 6 с кинетическая энергия груза равна 0.
- 5) Максимальная скорость груза равна 2 м/с.

Ответ:

--	--

6. С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением легкая коробочка, в которой находится груз массой m (см. рисунок). Как изменятся ускорение при движении по наклонной плоскости и модуль работы силы тяжести, если с той же наклонной плоскости будет скользить та же коробочка с грузом массой $2m$? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:



- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ускорение	Модуль работы силы тяжести

7. Установите соответствие между зависимостью проекции скорости тела от времени и зависимостью проекции перемещения этого тела от времени для одного и того же движения. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЕКЦИЯ СКОРОСТИ

- А) $v_x = 6 + 5t$
 Б) $v_x = 5 - 10t$

ПРОЕКЦИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

- 1) $s_x = 6t + 5t^2$
 2) $s_x = 6t + 2,5t^2$
 3) $s_x = 2,5t - 10t^2$
 4) $s_x = 5t - 5t^2$

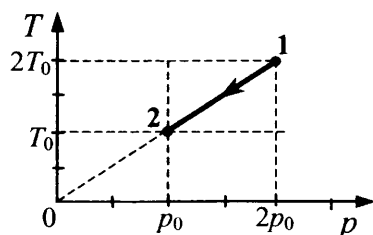
Ответ:

А	Б

8. В одном из опытов стали нагревать воздух в сосуде постоянного объема. При этом температура воздуха в сосуде повысилась в 4 раза, а его давление возросло в 2 раза. Оказалось, что кран у сосуда был закрыт плохо, и через него просачивался воздух. Чему равно отношение массы воздуха в сосуде в конце нагревания к массе воздуха в начале опыта?

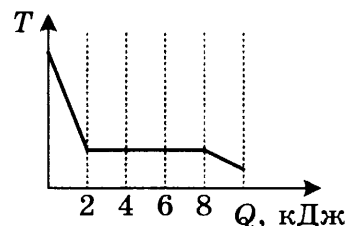
Ответ: _____ .

9. На T — p -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Внутренняя энергия газа уменьшилась на 3 кДж. Чему равно количество теплоты, отданное газом в этом процессе, если $T_0 = 300$ К, а $p_0 = 60$ кПа?



Ответ: _____ кДж.

10. Зависимость температуры 0,2 кг первоначально газообразного вещества от количества выделенной им теплоты представлена на рисунке. Какова удельная теплота парообразования этого вещества?



Ответ: _____ кДж/кг.

11. В двух сосудах с одинаковыми объемами находятся по 2 моль идеальных газов. В первом сосуде находится неон при температуре 127 °С, во втором — аргон при температуре 200 К. Выберите *два* верных утверждения о параметрах состояния указанных газов.

- 1) Температура газа во втором сосуде больше, чем в первом.
- 2) Среднеквадратичная скорость молекул в первом сосуде больше, чем во втором.
- 3) Давление газа во втором сосуде больше, чем в первом.
- 4) Средняя кинетическая энергия молекул в первом сосуде в 2 раза больше, чем во втором.
- 5) Концентрации газа в первом сосуде меньше, чем во втором.

Ответ:

12. Температура нагревателя идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна T_1 , а температура холодильника равна T_2 . За цикл двигатель совершает работу, равную A . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) количество теплоты, отдаваемое двигателем за цикл холодильнику
 Б) КПД двигателя

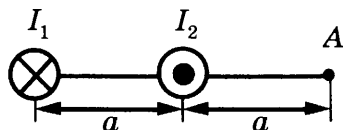
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$
- 2) $1 - \frac{T_2}{T_1}$
- 3) $\frac{AT_1}{T_1 - T_2}$
- 4) $\frac{AT_2}{T_1 - T_2}$

Ответ:

А	Б

13. Два параллельных длинных проводника с токами I_1 и $I_2 > I_1$ расположены перпендикулярно плоскости чертежа (см. рис.). Как направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор \vec{B} индукции магнитного поля, создаваемого этими проводниками в точке A ? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____ .

14. В цепи из двух одинаковых последовательно включенных резисторов за час выделяется количество теплоты 20 кДж. Какое количество теплоты будет выделяться в цепи из этих резисторов за час, если их включить параллельно, а подводимое к ним напряжение уменьшить в 2 раза?

Ответ: _____ кДж.

15. Линии индукции однородного магнитного поля пронизывают рамку площадью $0,25 \text{ м}^2$ под углом 30° к ее поверхности, создавая магнитный поток, равный $0,1 \text{ Вб}$. Чему равен модуль вектора индукции магнитного поля?

Ответ: _____ Тл.

16. Предмет располагается перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы. В таблице приведена зависимость расстояния b от линзы до изображения от расстояния a от предмета до линзы. Все расстояния измерены с точностью до 1 мм. Выберите *два* верных утверждения на основании данных, приведенных в таблице.

Расстояние от предмета до линзы a , см	50,0	35,0	30,0	20,0	15,0	5,0
Расстояние от линзы до изображения b , см	12,5	14,0	15,0	20,0	30,0	10,0

- 1) Фокусное расстояние линзы равно 10 см.
- 2) Оптическая сила линзы равна 5 дптр.
- 3) При $a = 30$ см изображение предмета увеличенное.
- 4) При $a = 20$ см изображение предмета действительное и перевернутое.
- 5) При $a = 50$ см изображение предмета мнимое.

Ответ:

17. Неразветвленная электрическая цепь состоит из источника постоянного напряжения и внешнего сопротивления. Как изменятся при увеличении внутреннего сопротивления источника следующие величины: общее сопротивление цепи и мощность, выделяющаяся на внешнем сопротивлении?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Общее сопротивление цепи	Мощность, выделяющаяся на внешнем сопротивлении

18. В первой экспериментальной установке отрицательно заряженная частица влетает в однородное электрическое поле так, что вектор \vec{v}_0 перпендикулярен напряженности электрического поля \vec{E} (рис. 1). Во второй экспериментальной установке вектор \vec{v}_0 той же частицы параллелен индукции магнитного поля \vec{B} (рис. 2).

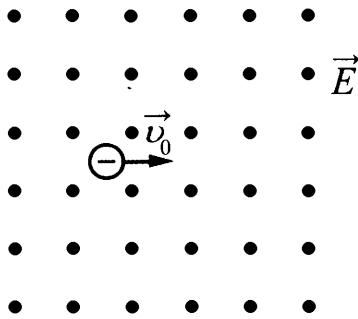


Рис. 1

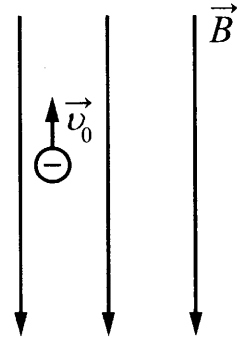


Рис. 2

Установите соответствие между экспериментальной установкой и траекторией движения частицы в ней.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ДВИЖЕНИЕ ЧАСТИЦЫ

- А) в первой установке
Б) во второй установке

ТРАЕКТОРИЯ

- 1) прямая линия
2) окружность
3) спираль
4) парабола

Ответ:

А	Б

19. На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева.

	I	II	III
1	1 H 1,00797 Водород		
2	3 Li 6,939 Литий 1 2	4 Be 9,0122 Бериллий 2 2	5 B 10,811 Бор 3 2
3	11 Na 22,9898 1 Натрий 8 2	12 Mg 24,312 2 Магний 8 2	13 Al 26,9815 3 Алюминий 8 2

Укажите число протонов и нейтронов в нейтральном атоме бора В.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Два источника излучают пучки монохроматического света с длинами волн $\lambda_1 = 500$ нм и $\lambda_2 = 800$ нм. Чему равно отношение импульсов фотонов $\frac{p_1}{p_2}$ в этих пучках?

Ответ: _____ .

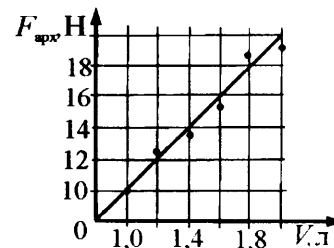
21. Для некоторых атомов характерной особенностью является возможность испускания атомным ядром электронов. Как изменяются при этом массовое число и заряд ядра? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Массовое число ядра	Заряд ядра

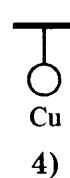
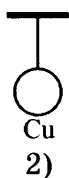
22. При исследовании силы, действующей на тело, полностью погруженное в жидкость, был построен график зависимости силы Архимеда от объема тела (см. рисунок). Погрешность измерения объема равна 0,1 л, силы Архимеда 0,5 Н. Запишите в ответ величину силы Архимеда, действующей на тело объемом 1,0 л с учетом погрешности измерений.



Ответ: (_____ ± _____) Н.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Необходимо экспериментально выяснить зависимость периода малых колебаний математического маятника от вещества, из которого изготовлен груз. Какие два маятника нужно взять для этой цели? Грузы маятников — сплошные шарики из меди и алюминия.



В ответ запишите номера выбранных маятников.

Ответ:

24. Используя таблицу, содержащую сведения о звездах, выполните задание.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Созвездие, в котором находится звезда
Арктур	4300	1,5	25,7	Волопас
Неккар	4950	3,4	21,5	Волопас
Мирфак (Альфа Персея)	6600	11	56	Персей
Дзета Персея	20800	14,5	26-27	Персей
Сегин	15174	9,2	6	Кассиопея
Шедар	4530	4-5	43	Кассиопея
107 Рыб	5200	0,83	0,80	Рыбы
Звезда ван Маанена	4000	0,7	0.009	Рыбы

Выберите *два* утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд.

- 1) Звезда Мирфак (Альфа Персея) является сверхгигантом.
- 2) Звезды Арктур и Дзета Персея имеют примерно одинаковый радиус, следовательно они относятся к одному и тому же спектральному классу.
- 3) Звезда Звезда ван Маанена является сверхгигантом.
- 4) Звезды Арктур и Неккар относятся к одному созвездию, значит находятся на одинаковом расстоянии от Солнца.
- 5) Звезда Шедар относится к спектральному классу К.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Искусственный спутник обращается вокруг планеты по круговой орбите радиусом 4000 км со скоростью 3,4 км/с. Ускорение свободного падения на поверхности планеты равно 4 м/с^2 . Чему равен радиус планеты?

Ответ: _____ км.

26. В сосуде под поршнем при температуре 100°C находится 2 г водяного пара и такое же количество воды. Не изменяя температуры, объем сосуда увеличили в 3 раза. Определите массу пара в сосуде после изменения объема.

Ответ: _____ г.

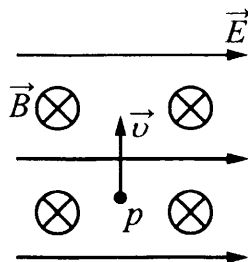
27. Линза с фокусным расстоянием $F = 1 \text{ м}$ дает на экране изображение предмета, увеличенное в 4 раза. Каково расстояние от предмета до линзы?

Ответ: _____ м.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

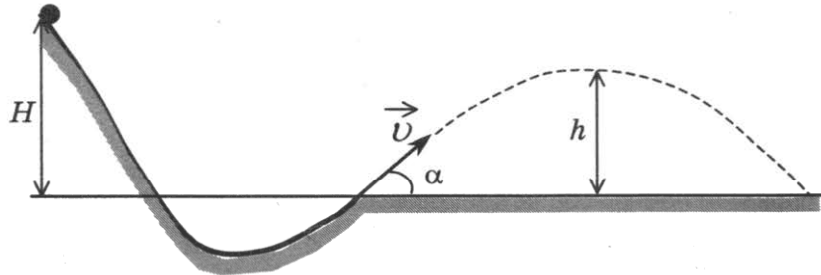
Для записи ответов на задания этой части (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

27. В камере, из которой откачан воздух, создали электрическое поле напряженностью \vec{E} и магнитное поле индукцией \vec{B} . Поля однородные, $\vec{E} \perp \vec{B}$. В камеру влетает протон p , вектор скорости которого перпендикулярен \vec{E} и \vec{B} , как показано на рисунке. Модули напряженности электрического поля и индукции магнитного поля таковы, что протон движется прямолинейно. Как изменится начальный участок траектории протона, если его скорость увеличить? Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности вы использовали для объяснения.

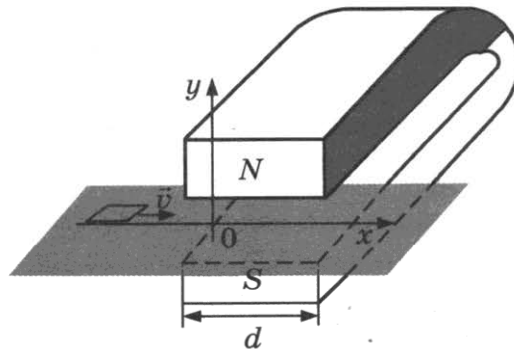


Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

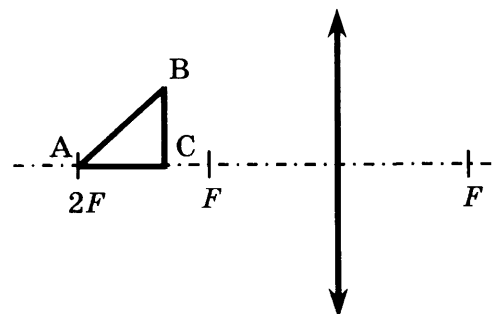
29. При выполнении трюка «Летающий велосипедист» гонщик движется по гладкому трамплину под действием силы тяжести, начиная движение из состояния покоя с некоторой высоты (см. рисунок). На краю трамплина скорость гонщика направлена под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Пролетев по воздуху, он приземляется на горизонтальный стол, поднявшись в полете на высоту h над краем трамплина. С какой высоты H начинал движение гонщик?



30. Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре $T_1 = 600\text{К}$ и давлении $p_1 = 4 \cdot 10^5\text{ Па}$, расширяется и одновременно охлаждается так, что его температура при расширении обратно пропорциональна объему. Конечное давление газа $p_2 = 10^5\text{ Па}$. На какую величину изменилась внутренняя энергия аргона в результате расширения?
31. Квадратную рамку из медной проволоки со стороной $b = 5\text{ см}$ и сопротивлением $R = 0,1\text{ Ом}$ перемещают вдоль оси Ox по гладкой горизонтальной поверхности с постоянной скоростью v . Начальное положение рамки изображено на рисунке. За время движения рамка успевает пройти между полюсами магнита и оказаться в области, где магнитное поле отсутствует. Ширина полюсов магнита $d = 20\text{ см}$, магнитное поле имеет резкую границу и однородно между полюсами, а его индукция $B = 1\text{ Тл}$. Возникающие в рамке индукционные токи нагревают проволоку. Чему равна скорость движения рамки, если за время движения в ней выделяется количество теплоты $Q = 2,5 \cdot 10^{-3}\text{ Дж}$?



32. Равнобедренный прямоугольный треугольник ABC расположен перед тонкой собирающей линзой оптической силой $2,5\text{ дптр}$ так, что его катет AC лежит на главной оптической оси линзы (см. рисунок). Вершина прямого угла C лежит ближе к центру линзы, чем вершина острого угла A . Расстояние от центра линзы до точки A равно удвоенному фокусному расстоянию линзы, $AC = 4\text{ см}$. Постройте изображение треугольника и найдите площадь получившейся фигуры.



ВАРИАНТ 44

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Две материальные точки движутся по окружностям радиусами R_1 и R_2 , причем $R_2 = 2R_1$. Линейные скорости точек одинаковы. Чему равно отношение их центростремительных ускорений $\frac{a_1}{a_2}$?

Ответ: _____ .

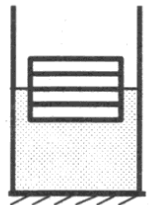
2. Два шарика массой m каждый находятся на расстоянии r друг от друга и притягиваются с силой 12 Н. Какова сила гравитационного притяжения двух других шариков, если масса каждого $\frac{m}{3}$, а расстояние между ними $\frac{r}{3}$?

Ответ: _____ Н.

3. Тело массой 1,5 кг брошено с земли вертикально вверх и через некоторое время упало обратно на землю. Максимальная высота подъема тела относительно земли равна 3 м. Какой кинетической энергией обладало тело в момент начала движения? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ Дж.

4. Четыре одинаковых листа фанеры толщиной 1 см каждый, связанные в стопку, плавают в воде так, что уровень воды приходится на границу между двумя средними листами. Насколько увеличится глубина погружения стопки фанеры в воду, если в нее добавить еще один такой же лист?



Ответ: _____ см.

5. В таблице приведены результаты измерения модуля скорости тела (материальной точки), брошенного с поверхности земли вертикально вверх в момент времени $t = 0$, в зависимости от времени. Выберите **два** верных утверждения на основании данных, приведенных в таблице.

Время, с	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Модуль скорости, м/с	4,0	3,0	2,0	1,0	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0

- 1) Тело поднялось на максимальную высоту, равную 1,20 м.
- 2) На высоте 0,8 м от поверхности земли скорость тела была равна 3,0 м/с.
- 3) Начальная скорость тела была равна 4 м/с.
- 4) В момент времени $t = 0,9$ с, тело находилось на высоте 0,45 м от поверхности земли.
- 5) В момент времени $t = 0,2$ с, тело находилось на высоте 0,45 м от поверхности земли.

Ответ:

6. На тело массой m , поступательно движущееся в инерциальной системе отсчета, действует постоянная сила \vec{F} в течение времени Δt . Как изменятся модуль импульса силы и модуль ускорения тела в течение того же промежутка времени Δt , если действующая на тело сила уменьшится?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль импульса силы	Модуль ускорения тела

7. Один конец легкой пружины жесткостью k прикреплен к бруску, а другой закреплен неподвижно. Брусок скользит по горизонтальной направляющей так, что его координата изменяется со временем по закону $x(t) = A \sin(\omega t)$.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их изменения во времени.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) потенциальная энергия пружины
- Б) проекция силы, действующей на брусок, на ось Ox

ФОРМУЛЫ

- 1) $-kA \sin(\omega t)$
- 2) $\frac{kA^2}{2} \cos^2(\omega t)$
- 3) $kA^2 \sin(\omega t)$
- 4) $\frac{kA^2}{2} \sin^2(\omega t)$

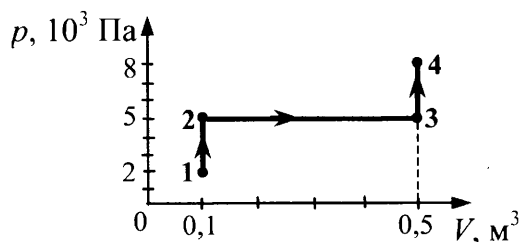
Ответ:

А	Б

8. Объем 3 моль водорода в сосуде при температуре T и давлении p равен 6 л. Каков объем 1 моль кислорода в сосуде при той же температуре и том же давлении? Газы считать идеальными.

Ответ: _____ л.

9. Какую работу совершает газ при переходе из состояния 1 в состояние 4 (см. рис.)?



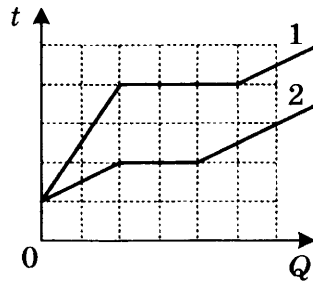
Ответ: _____ кДж.

10. Относительная влажность воздуха в комнате равна 60%. Каково отношение парциального давления p водяного пара в комнате и давления p_n насыщенного водяного пара при такой же температуре?

Ответ: _____ .

11. На рисунке представлены графики зависимости температуры t двух тел одинаковой массы от сообщенного количества теплоты Q . Первоначально тела находились в твердом агрегатном состоянии.

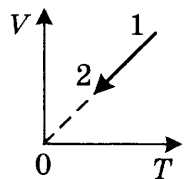
Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения и укажите их номера.



- 1) Температура плавления первого тела в 4 раза больше, чем у второго.
- 2) Тела имеют одинаковую удельную теплоемкость в твердом агрегатном состоянии.
- 3) Удельная теплоемкость второго тела в твердом агрегатном состоянии в 3 раза больше, чем у первого.
- 4) Оба тела имеют одинаковую удельную теплоту плавления.
- 5) Тела имеют одинаковую удельную теплоемкость в жидком агрегатном состоянии.

Ответ:

12. Постоянная масса одноатомного идеального газа участвует в процессе 1–2, изображенном на диаграмме $V-T$ (V — объем и T — абсолютная температура газа). Как изменяются в ходе этого процесса внутренняя энергия газа и его давление?



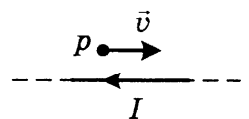
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

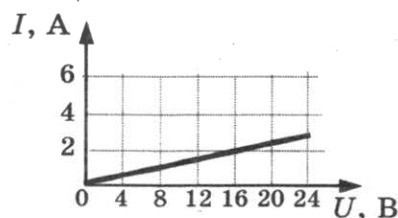
Внутренняя энергия газа	Давление газа

13. Протон p имеет скорость \vec{v} , направленную горизонтально вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рисунок). Как направлена (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) действующая на протон силы Лоренца? Ответ запишите словом (словами).



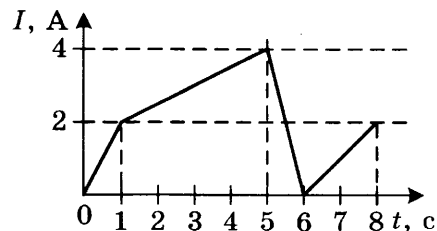
Ответ: _____.

14. На рисунке изображен график зависимости силы тока в проводнике от напряжения на его концах. Чему равно сопротивление проводника?



Ответ: _____ Ом.

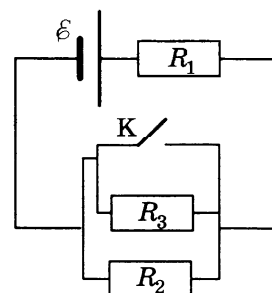
15. На рисунке приведен график зависимости силы тока в катушке, индуктивность которой равна $L = 2$ мГн, от времени. Чему равен модуль ЭДС самоиндукции, возникающей в катушке в промежутке времени от 5 до 6 с?



Ответ: _____ мВ.

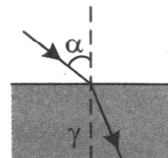
16. На рисунке приведена схема электрической цепи. Сопротивления всех резисторов одинаковы и равны 10 Ом. ЭДС аккумулятора равна 6 В, его внутреннее сопротивление пренебрежимо мало. Сначала ключ K был разомкнут, а затем его замкнули. Выберите **два** утверждения, которые соответствуют результатам этого опыта.

- 1) При разомкнутом ключе сила тока, текущего через резистор R_1 , равна 0,2 А.
- 2) При разомкнутом ключе напряжение на резисторе R_3 равно 2 В.
- 3) При замкнутом ключе на резисторе R_2 не выделяется тепло.
- 4) При замкнутом ключе сопротивление цепи равно 20 Ом.
- 5) При замыкании ключа напряжение на резисторе R_1 не изменяется.



Ответ:

17. Световой пучок преломляется на границе воздуха и стекла (см. рисунок). Что происходит при переходе пучка из воздуха в стекло с частотой электромагнитных колебаний в световой волне и длиной волны? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:



- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота колебаний	Длина волны

18. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью C и катушки индуктивностью L . При электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре, максимальная сила тока, протекающего через катушку индуктивности, равна I . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Сопротивлением контура пренебречь.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) максимальная энергия магнитного поля катушки индуктивности
- Б) максимальный заряд конденсатора

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{I^2}{\sqrt{LC}}$
- 2) $I\sqrt{LC}$
- 3) $\frac{LI^2}{2}$
- 4) $\frac{I^2}{2L}$

Ответ:

А	Б

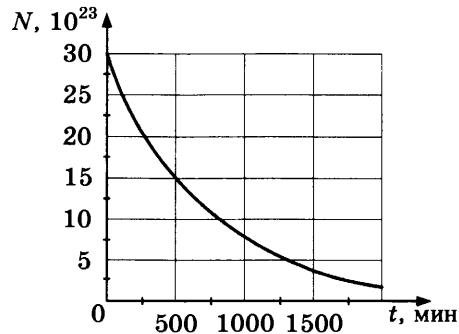
19. Чему равно количество нуклонов и электронов в нейтральном атоме бериллия ${}^7_4\text{Be}$?

Ответ:

Число нуклонов	Число электронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер платины ${}^{200}_{78}\text{Pt}$ от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа платины?



Ответ: _____ мин.

21. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (ν — частота фотона, c — скорость света в вакууме, h — постоянная Планка). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) длина волны фотона
- Б) импульс фотона

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{h\nu}{c}$
- 2) hc
- 3) $\frac{c}{\nu}$
- 4) $c\nu$

Ответ:

А	Б

22. При измерении периода колебаний маятника было измерено время, за которое совершается 20 колебаний, которое оказалось равным 21,0 с. Погрешность измерения времени составила 0,2 с. Запишите в ответ измеренный период колебаний с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ ± _____) с.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Ученик изучает свойства силы трения скольжения. В его распоряжении имеются установки, состоящие из горизонтальной опоры и сплошного тела. Параметры установок приведены в таблице.

Какие из установок нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость коэффициента трения от массы тела?

№ установки	Материал опоры	Объем сплошного тела	Материал, из которого сделано тело
1	дуб	25 см ³	сталь
2	дуб	25 см ³	латунь
3	дуб	50 см ³	сталь
4	чугун	25 см ³	сталь
5	чугун	50 см ³	медь

В ответ запишите номера выбранных установок.

Ответ:

24. Используя таблицу, содержащую сведения о звездах, выполните задание.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Созвездие, в котором находится звезда
Арктур	4300	1,5	25,7	Волопас
Неккар	4950	3,4	21,5	Волопас
Мирфак (Альфа Персея)	6600	11	56	Персей
Дзета Персея	20800	14,5	26-27	Персей
Сегин	15174	9,2	6	Кассиопея
Шедар	4530	4-5	43	Кассиопея
107 Рыб	5200	0,83	0,80	Рыбы
Звезда ван Маанена	4000	0,7	0.009	Рыбы

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд.

- 1) Звезда Арктур находится на главной последовательности, поскольку ее масса близка к массе Солнца.
- 2) Звезды Сегин и Шедар принадлежат одному созвездию, значит они относятся к одному и тому же спектральному классу.
- 3) Звезда Звезда ван Маанена является белым карликом.
- 4) Температура на поверхности Солнца больше температуры звезды 107 Рыб.
- 5) Дзета Персея — звезда-сверхгигант.

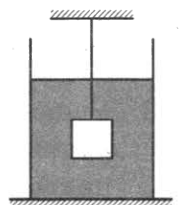
Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Груз массой $m = 2,0$ кг, подвешенный на тонкой нити, целиком погружен в воду и не касается дна сосуда (см. рисунок). Модуль силы натяжения нити $T = 13$ Н. Найдите объем груза.

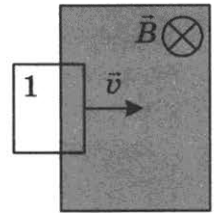
Ответ: _____ л.



26. При уменьшении абсолютной температуры на 600 К средняя кинетическая энергия теплового движения молекул неона уменьшилась в 4 раза. Какова начальная температура газа?

Ответ: _____ К.

27. В заштрихованной области на рисунке действует однородное магнитное поле, перпендикулярное плоскости рисунка. Квадратную проволочную рамку, длина стороны которой 10 см, перемещают в этом поле в плоскости рисунка поступательно равномерно с некоторой скоростью v . При попадании рамки в магнитное поле в положении 1 в ней возникает индукционный ток, равный 4 мА. Индукция магнитного поля $B = 0,2$ Тл, сопротивление рамки равно 10 Ом. Какова скорость движения рамки?

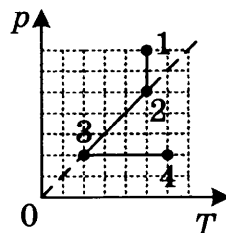


Ответ: _____ м/с.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

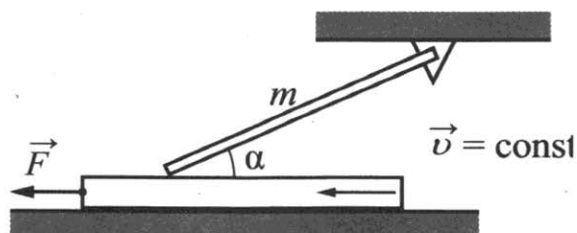
Для записи ответов на задания этой части (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28. Постоянное количество разреженного газа переходит из начального состояния 1 в состояние 4 так, как показано на p – T -диаграмме (см. рисунок). Как изменялся объем газа на каждом из трех участков 1–2, 2–3, 3–4 (увеличивался, уменьшался или же оставался неизменным)? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.

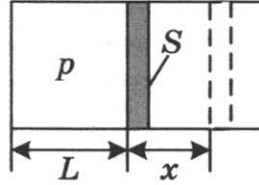


Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

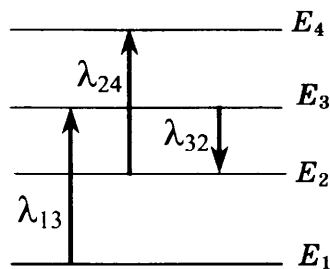
29. Однородный тонкий стержень массой $m = 1$ кг одним концом шарнирно прикреплен к потолку, а другим концом опирается на массивную горизонтальную доску, образуя с ней угол $\alpha = 30^\circ$. Под действием горизонтальной силы \vec{F} доска движется поступательно влево с постоянной скоростью (см. рисунок). Стержень при этом неподвижен. Найдите F , если коэффициент трения стержня по доске $\mu = 0,2$. Трением доски по опоре и трением в шарнире пренебречь.



30. В горизонтальном цилиндрическом сосуде, закрытом поршнем, находится одноатомный идеальный газ. Первоначальное давление газа $p = 4 \cdot 10^5$ Па. Расстояние от дна сосуда до поршня равно L . Площадь поперечного сечения поршня $S = 25$ см². В результате медленного нагревания газ получил количество теплоты $Q = 1,65$ кДж, а поршень сдвинулся на расстояние $x = 10$ см. При движении поршня на него со стороны стенок сосуда действует сила трения величиной $F_{\text{тр.}} = 3 \cdot 10^3$ Н. Найдите L . Считать, что сосуд находится в вакууме.



31. Плоская горизонтальная фигура площадью $0,1$ м², ограниченная проводящим контуром, находится в однородном магнитном поле. Проекция вектора магнитной индукции на вертикальную ось Oz медленно и равномерно возрастает от некоторого начального значения B_{1z} до конечного значения $B_{2z} = 4,7$ Тл. За это время по контуру протекает заряд $\Delta q = 0,08$ Кл. Сопротивление контура равно 5 Ом. Определите начальное значение проекции вектора магнитной индукции B_{1z} .
32. На рисунке изображены энергетические уровни атома и указаны длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой. Какова длина волны для фотонов, излучаемых при переходе с уровня E_4 на уровень E_1 , если $\lambda_{13} = 400$ нм, $\lambda_{24} = 500$ нм, $\lambda_{32} = 600$ нм?

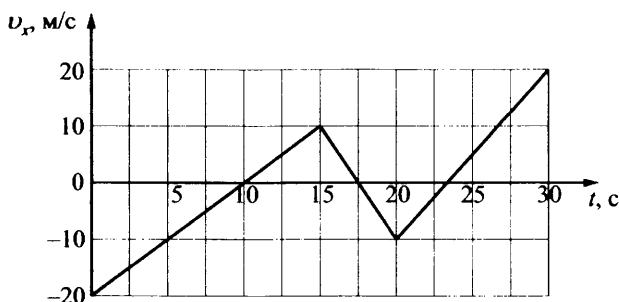


ВАРИАНТ 45

Часть 1

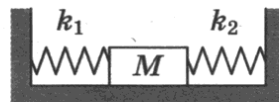
Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Определите проекцию ускорения тела на эту ось в промежутке времени от 15 до 20 с.



Ответ: _____ м/с².

2. Кубик, сжатый с боков пружинами, покоится на гладком горизонтальном столе (см. рисунок). Масса кубика 0,2 кг. Жесткость правой пружины $k_2 = 300$ Н/м. Левая пружина действует на кубик с силой 9 Н. Насколько сжата правая пружина?

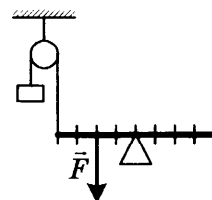


Ответ: на _____ см.

3. Шарик массой 200 г падает с высоты 20 м с начальной скоростью, равной нулю. Чему равна кинетическая энергия шарика в момент перед ударом о землю, если потеря энергии за счет сопротивления воздуха составила 4 Дж?

Ответ: _____ Дж.

4. К невесомому рычагу через неподвижный невесомый блок подвешен груз массой 200 г, как показано на рисунке. Система находится в равновесии. Чему равен модуль силы \vec{F} ?



Ответ: _____ Н.

5. Из начала декартовой системы координат в момент времени $t = 0$ тело малых размеров брошено под углом к горизонту с поверхности земли. Ось x направлена вдоль горизонтальной поверхности, ось y — вертикально вверх. В таблице приведены результаты измерения проекции скорости тела v_y и значение координаты x в зависимости от времени наблюдения.

Выберите **два** верных утверждения на основании данных, приведенных в таблице.

Время, с	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Проекция скорости v_y , м/с	4,0	3,0	2,0	1,0	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Координата x	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0

- 1) В начальный момент времени скорость тела равна 4 м/с.
- 2) Тело брошено под углом 45° .
- 3) Расстояние от начала системы координат до тела в момент времени $t = 0,5$ с меньше 3 м.
- 4) В момент времени $t = 0,9$ с, тело находилось на высоте 1,05 м от поверхности земли.
- 5) В момент падения скорость тела была равна 5 м/с.

Ответ:

--	--

6. Прикрепленный к пружине груз совершает свободные гармонические колебания на гладком горизонтальном столе. Массу груза увеличили, оставив жесткость пружины и амплитуду колебаний неизменными. Как при этом изменятся период колебаний груза и его максимальная кинетическая энергия?

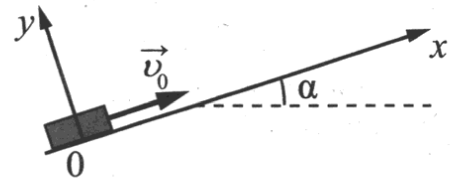
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний груза	Максимальная кинетическая энергия груза

7. После удара шайба массой m начала скользить со скоростью \vec{v}_0 вверх по плоскости, установленной под углом α к горизонту (см. рисунок). Коэффициент трения шайбы о плоскость равен μ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль ускорения при движении шайбы вниз
- Б) модуль силы трения

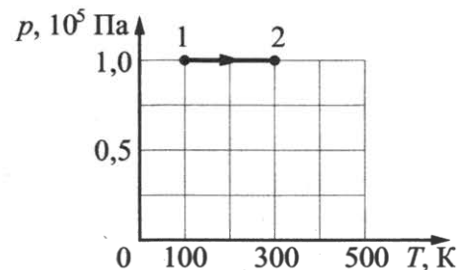
ФОРМУЛЫ

- 1) $g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$
- 2) $\mu mg \sin \alpha$
- 3) $\mu mg \cos \alpha$
- 4) $g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$

Ответ:

А	Б

8. На p — T -диаграмме показан процесс перехода неизменной массы идеального газа из состояния 1 в состояние 2. Объем газа в состоянии 1 равен 2 л. Чему равен объем газа в состоянии 2?

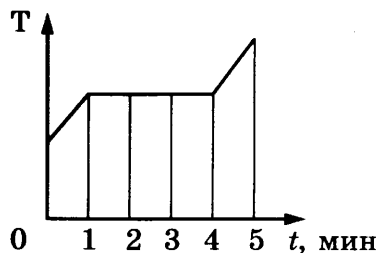


Ответ: _____ л.

9. Тепловая машина с КПД 40% за цикл работы отдает холодильнику количество теплоты, равное 60 Дж. Какое количество теплоты машина получает за цикл от нагревателя?

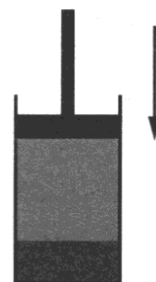
Ответ: _____ Дж.

10. В керамическую чашечку (тигель) опустили электрический термометр и насыпали опилки олова. После этого тигель поместили в печь. Диаграмма изменения температуры олова с течением времени показана на рисунке. Печь при постоянном нагреве передавала олову в среднем 500 Дж энергии в минуту. Какое количество теплоты потребовалось для того, чтобы полностью расплавить олово, нагретое до температуры плавления?



Ответ: _____ Дж.

11. В цилиндре под поршнем находятся жидкость и ее насыщенный пар (см. рисунок). Поршень медленно перемещают вниз при постоянной температуре, пока поршень не коснется поверхности жидкости. Выберите **два** верных утверждения о процессах, происходящих с жидкостью и паром в этом процессе.



- 1) Плотность пара увеличивается.
- 2) Для поддержания постоянной температуры цилиндр в процессе опыта должен быть теплоизолирован.
- 3) Давление пара остается постоянным.
- 4) Масса пара уменьшается.
- 5) Концентрация пара уменьшается.

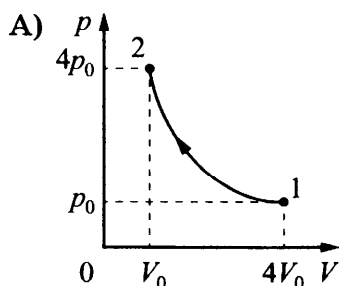
Ответ:

--	--

12. Установите соответствие между графиками процессов, в которых участвует 1 моль идеального газа, и значениями физических величин, характеризующих эти процессы (ΔU — изменение внутренней энергии; A — работа газа).

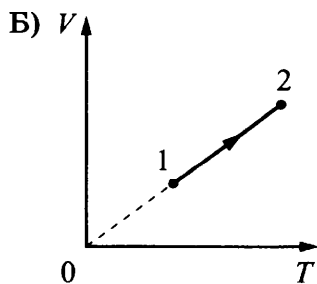
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

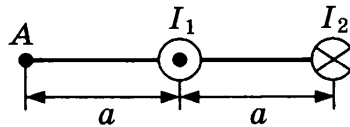
- 1) $\Delta U = 0$; $A > 0$
- 2) $\Delta U > 0$; $A > 0$
- 3) $\Delta U > 0$; $A = 0$
- 4) $\Delta U = 0$; $A < 0$



Ответ:

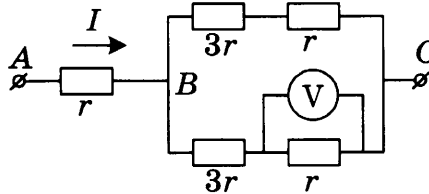
А	Б

13. Два параллельных длинных проводника с токами I_1 и I_2 ($I_1 = I_2 = I$) расположены перпендикулярно плоскости чертежа (см. рисунок). Как направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор индукции магнитного поля, создаваемого этими проводниками в точке A ? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____ .

14. На рисунке показана схема участка электрической цепи, сопротивление $r = 1$ Ом. По участку AB течет постоянный ток $I = 4$ А. Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?

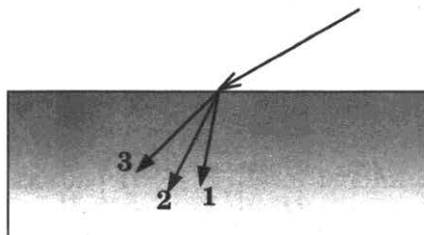


Ответ: _____ В.

15. Показатель преломления стекла равен 2. Определите синус предельного угла полного внутреннего отражения на границе стекло—воздух.

Ответ: _____ .

16. Ученик изучал законы преломления света на границе раздела воздух—вода. При падении на поверхность воды узкого пучка белого света он разделился на несколько лучей разных цветов — красного, зеленого и фиолетового (см. рисунок). Выберите *два* верных утверждения о результатах данного опыта.



- 1) Луч 2 — зеленый.
- 2) Угол преломления луча красного цвета меньше, чем у фиолетового.
- 3) Данное оптическое явление называется поляризацией.
- 4) Показатель преломления стекла для красного света меньше, чем для фиолетового.
- 5) Луч 1 распространяется в стекле с самой большой скоростью (из лучей, рассмотренных в данном опыте).

Ответ:

17. Плоский конденсатор с воздушным зазором между обкладками подключен к источнику постоянного напряжения. Как изменятся при уменьшении зазора между обкладками конденсатора величина заряда на его обкладках и энергия электрического поля конденсатора?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

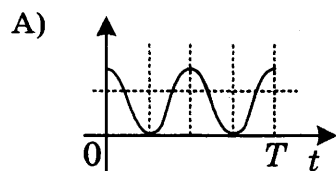
Величина заряда на обкладках конденсатора	Энергия электрического поля конденсатора

18. В идеальном колебательном контуре происходят электромагнитные колебания. В момент $t = 0$ заряд конденсатора максимален, а сила тока равна нулю. T — период колебаний. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих электромагнитные колебания в контуре.

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

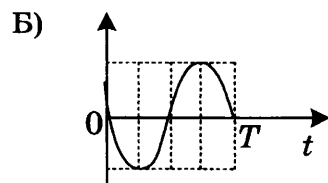
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) энергия заряженного конденсатора
- 2) энергия катушки с током
- 3) сила тока в контуре
- 4) заряд на обкладке конденсатора



Ответ:

А	Б

19. Альфа-частица столкнулась с ядром азота ${}^{14}_7\text{N}$. В результате образовались ядро кислорода ${}^{17}_8\text{O}$ и некоторая частица. Определите, какое число протонов и нейтронов содержит эта частица.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Период полураспада изотопа кислорода ${}^{14}_8\text{O}$ составляет 71 с. Какая доля от исходного большого количества этих ядер остается нераспавшейся через интервал времени, равный 142 с?

Ответ: _____ %.

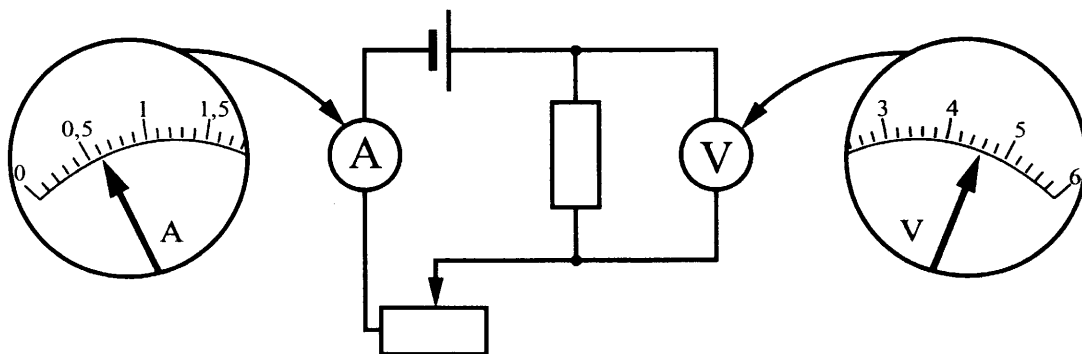
21. В опытах по фотоэффекту взяли пластину из металла с работой выхода $3,4 \cdot 10^{-19}$ Дж и стали освещать ее светом частоты $6 \cdot 10^{14}$ Гц. Как изменятся количество электронов, вылетающих с поверхности металла и их максимальная кинетическая энергия электронов, если увеличить интенсивность падающего света, не меняя его частоту?
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Количество фотоэлектронов	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

22. При исследовании процессов, происходящих в цепи постоянного тока, ученик собрал схему, показанную на рисунке. Погрешность измерения напряжения на резисторе равна половине цены деления вольтметра. Запишите в ответ величину напряжения на резисторе с учетом погрешности измерений.



Ответ: (_____ ± _____) В.

В бланк ответов №1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Ученик изучает свойства маятников. В его распоряжении имеются маятники, параметры которых приведены в таблице. Какие из маятников нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость периода колебаний маятника от его длины?

№ маятника	Длина маятника	Объем сплошного шарика	Материал, из которого сделан шарик
1	1,0 м	5 см ³	сталь
2	1,5 м	5 см ³	сталь
3	2,0 м	5 см ³	алюминий
4	1,0 м	8 см ³	сталь
5	1,0 м	5 см ³	медь

В ответ запишите номера выбранных маятников.

Ответ:

24. Используя таблицу, содержащую сведения о звездах, выполните задание.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Созвездие, в котором находится звезда
Арктур	4300	1,5	25,7	Волопас
Неккар	4950	3,4	21,5	Волопас
Мирфак (Альфа Персея)	6600	11	56	Персей
Дзета Персея	20800	14,5	26-27	Персей
Сегин	15174	9,2	6	Кассиопед
Шедар	4530	4-5	43	Кассиопея
107 Рыб	5200	0,83	0,80	Рыбы
Звезда ван Маанена	4000	0,7	0.009	Рыбы

Выберите *два* утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд.

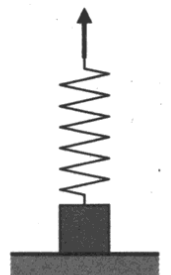
- 1) Звезда 107 Рыб и Звезда ван Маанена принадлежат одному и тому же созвездию, следовательно они находятся на одинаковом расстоянии от Солнца.
- 2) Звезды Сегин и Дзета Персея относятся к одному спектральному классу В.
- 3) Звезда Мирфак (Альфа Персея) относится к звездам главной последовательности.
- 4) Звезда 107 Рыб является оранжевым карликом.
- 5) Звезда Арктур относится к спектральному классу М.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. К бруску массой 0,4 кг, лежащему на горизонтальной поверхности стола, прикреплена пружина. Свободный конец пружины тянут медленно в вертикальном направлении (см. рис.). Определите величину потенциальной энергии, запасенной в пружине к моменту отрыва бруска от поверхности стола, если пружина при этом растягивается на 2 см. Массой пружины пренебречь.



Ответ: _____ мДж.

26. В сосуде под поршнем при температуре 100 °С находится 2 г водяного пара такое же количество воды. Не изменяя температуры, объем сосуда увеличили в 3 раза. Определите массу воды, перешедшей при этом в пар.

Ответ: _____ г.

27. Дифракционная решетка с периодом 10^{-5} м расположена параллельно экрану на расстоянии 0,75 м от него. На решетку по нормали к ней падает пучок света с длиной волны 0,4 мкм. Какого порядка максимум в спектре будет наблюдаться на экране на расстоянии 3 см от центра дифракционной картины? Считать $\sin \alpha \approx \tan \alpha$.

Ответ: _____ .

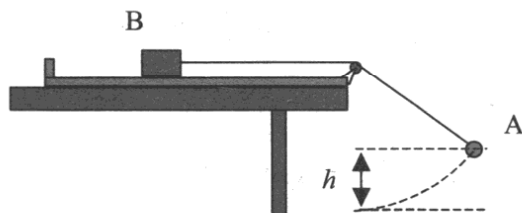
Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания этой части (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

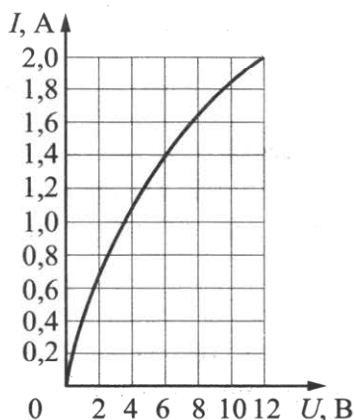
28. Маленький незаряженный шарик, подвешенный на непроводящей нити, помещен над горизонтальной металлической пластиной, равномерно заряженной положительным зарядом. Размеры пластины во много раз превышают длину нити. Опираясь на законы механики и электродинамики, объясните, как изменится частота малых свободных колебаний шарика, если ему сообщить отрицательный заряд.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. В установке, изображенной на рисунке, грузик А соединен перекинутой через блок нитью с бруском В, лежащим на горизонтальной поверхности трибометра, закрепленного на столе. Грузик отводят в сторону, приподнимая его на высоту h , и отпускают. Длина свисающей части нити равна L . Какую величину должна превзойти масса грузика, чтобы брусок сдвинулся с места в момент прохождения грузиком нижней точки траектории? Масса бруска M , коэффициент трения между бруском и поверхностью μ . Трением в блоке, а также размерами блока пренебречь.



30. Цикл тепловой машины, рабочим веществом которой является ν молей идеального одноатомного газа, состоит из изотермического расширения, изохорного охлаждения и адиабатического сжатия. Работа, совершенная газом в изотермическом процессе, равна A , а КПД тепловой машины равен η . Максимальная температура в этом цикле равна T_0 . Определите минимальную температуру T в этом циклическом процессе.
31. Вольт-амперная характеристика лампы накаливания изображена на рисунке. При напряжении источника 12 В температура нити лампы равна 3100 К. Сопротивление нити прямо пропорционально ее температуре. Какова температура нити накала при напряжении источника 6 В?



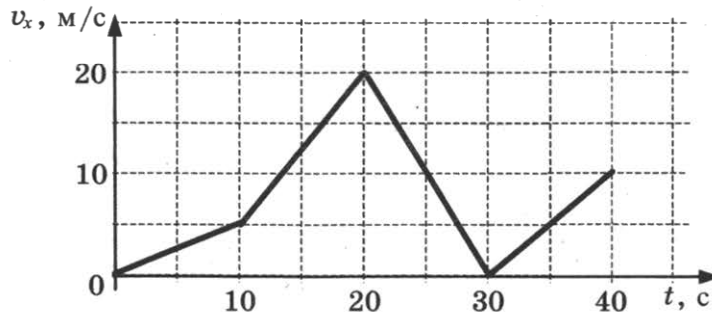
32. Определите коэффициент полезного действия атомной электростанции, расходующей за неделю уран-235 ${}_{92}^{235}\text{U}$ массой 1,4 кг, если ее мощность равна 38 МВт. При делении одного ядра урана-235 выделяется энергия 200 МэВ.

ВАРИАНТ 46

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость его скорости от времени. Чему равен модуль ускорения автомобиля в промежуток времени от 10 с до 20 с?



Ответ: _____ м/с².

2. В инерциальной системе отсчета сила \vec{F} сообщает телу массой m ускорение, равное по модулю 2 м/с^2 . Чему равен модуль ускорения тела массой $\frac{m}{2}$ под действием силы $2\vec{F}$ в этой системе отсчета?

Ответ: _____ м/с².

3. Охотник, стоящий на гладком льду, стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда $0,04 \text{ кг}$. Скорость дробинок при выстреле 300 м/с . Какова масса охотника, если его скорость после выстрела равна $0,2 \text{ м/с}$?

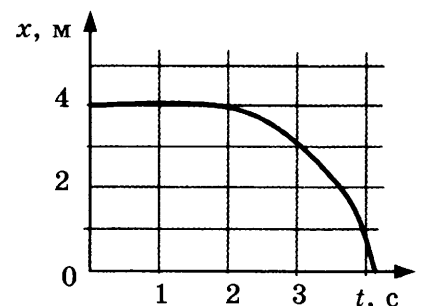
Ответ: _____ кг.

4. Бутылку с подсолнечным маслом, закрытую пробкой, перевернули. Определите силу, с которой действует масло на пробку площадью 5 см^2 , если расстояние от уровня масла в сосуде до пробки равно 20 см .

Ответ: _____ Н.

5. Шарик катится по прямому желобу. Изменение координаты шарика с течением времени в инерциальной системе отсчета показано на графике. На основании этого графика выберите *два* верных утверждения о движении шарика.

- 1) Первые 2 с шарик покоился, а затем двигался с возрастающей скоростью.
- 2) На шарик действовала все увеличивающаяся сила.



- 3) Первые 2 с скорость шарика не менялась, а затем ее модуль постепенно уменьшался.
- 4) Путь, пройденный шариком за первые 3 с, равен 1 м.
- 5) Скорость шарика постоянно уменьшалась.

Ответ:

--	--

6. В школьной лаборатории изучают свободные вертикальные колебания пружинного маятника при различных значениях массы маятника. Как изменятся период колебаний маятника и период изменения его потенциальной энергии, если увеличить массу маятника, не изменяя жесткость пружины?

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний	Период изменения потенциальной энергии

7. Шайба съезжает из состояния покоя с горки высотой H . Ускорение свободного падения равно g . У подножия горки кинетическая энергия шайбы равна E_k . Трение шайбы о горку пренебрежимо мало.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) масса шайбы
- Б) модуль импульса шайбы у подножия горки

ФОРМУЛА

- 1) $E_k \sqrt{\frac{2}{gH}}$
- 2) $\frac{\sqrt{2E_k}}{gH}$
- 3) $\sqrt{\frac{2E_k}{gH}}$
- 4) $\frac{E_k}{gH}$

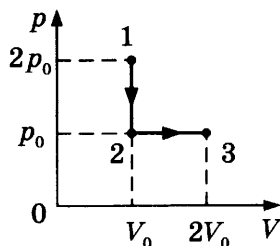
Ответ:

А	Б

8. При проведении опыта в сосуд закачивали воздух, одновременно охлаждая его. При этом температура воздуха в сосуде понизилась в 2 раза, а давление воздуха возросло в три раза. Во сколько раз увеличилась масса воздуха в сосуде?

Ответ: в _____ раз.

9. Газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на p - V -диаграмме. Чему равна работа, совершенная газом в процессе 1-2-3, если $p_0 = 80$ кПа, $V_0 = 2$ л?



Ответ: _____ Дж.

10. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде с поршнем равна 40%. Какой станет относительная влажность, если объем сосуда за счет движения поршня при неизменной температуре уменьшить в 3 раза?

Ответ: _____ %.

11. Горячая жидкость медленно охлаждалась в стакане. В таблице приведены результаты измерений ее температуры с течением времени.

Время, мин	0	2	4	6	8	10	12	14
Температура, °С	95	88	81	80	80	80	77	72

Выберите из предложенного перечня **два** утверждения, которые соответствуют результатам проведенного экспериментального исследования, и укажите их номера.

- 1) Температура кристаллизации жидкости в данных условиях равна 80 °С.
- 2) Через 7 мин после начала измерений в стакане находилось вещество только в твердом состоянии.
- 3) Через 4 мин после начала измерений в стакане находилось вещество как в жидком, так и в твердом состоянии.
- 4) Через 12 мин после начала измерений в стакане находилось вещество только в жидком состоянии.
- 5) Через 14 мин после начала измерений в стакане находилось вещество только в твердом состоянии.

Ответ:

12. Температуру холодильника теплового двигателя, работающего по циклу Карно, увеличили, оставив температуру нагревателя прежней. Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД теплового двигателя и количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику?

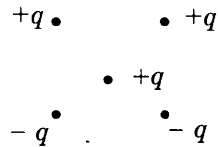
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

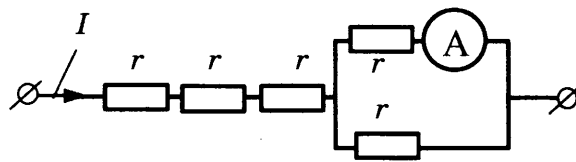
КПД теплового двигателя	Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл работы
<input type="text"/>	<input type="text"/>

13. Как направлена (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) сила Кулона \vec{F} , действующая на положительный точечный заряд $+q$, помещенный в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$ (см. рисунок)? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

14. Через участок цепи (см. рисунок) течет постоянный ток $I = 6$ А. Какую силу тока показывает амперметр? Сопротивлением амперметра пренебречь.

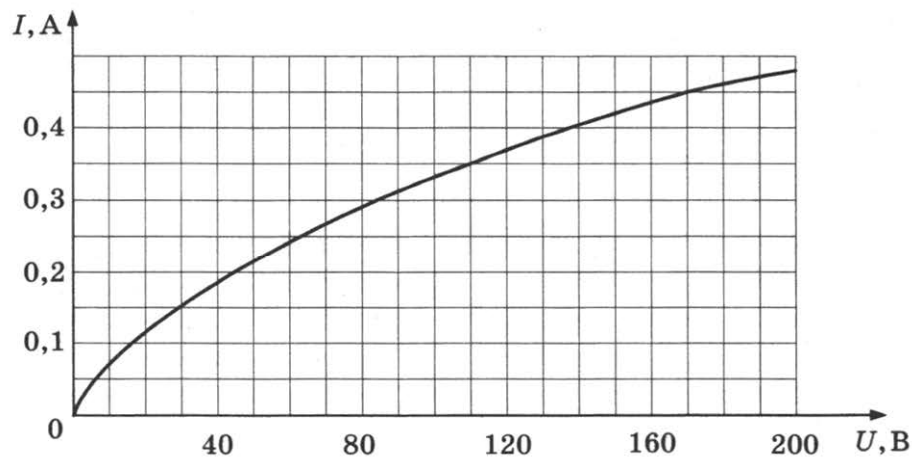


Ответ: _____ А.

15. Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим и отраженным лучами равен 60° . Определите угол между отраженным лучом и зеркалом.

Ответ: _____ $^\circ$.

16. На рисунке изображена зависимость силы тока через лампу накаливания от приложенного к ней напряжения. Выберите *два* верных утверждения, которые можно сделать, анализируя этот график.



- 1) Сопротивление лампы не зависит от приложенного напряжения.
- 2) Мощность, выделяемая в лампе при напряжении 110 В, равна 38,5 Вт.
- 3) Мощность, выделяемая в лампе при напряжении 170 В, равна 40 Вт.
- 4) Сопротивление лампы при силе тока в ней 0,15 А равно 200 Ом.
- 5) Сопротивление лампы при напряжении 100 В равно 400 Ом.

Ответ:

17. В прозрачном сосуде, заполненном водой, находится дифракционная решетка. Решетка освещается параллельным пучком монохроматического света, падающим перпендикулярно ее поверхности через боковую стенку сосуда. Как изменится частота световой волны, падающей на решетку, и угол между падающим лучом и первым дифракционным максимумом при замене воды в сосуде прозрачной жидкостью с большим показателем преломления?

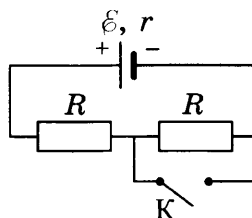
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота волны света, достигающего решетки	Угол между нормалью к решетке и первым дифракционным максимумом

18. На рисунке показана цепь постоянного тока. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (\mathcal{E} — ЭДС источника напряжения; r — внутреннее сопротивление источника; R — сопротивление резистора).



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) напряжение на источнике при замкнутом ключе К
- Б) сила тока через источник при разомкнутом ключе К

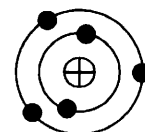
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{\mathcal{E}R}{R+r}$
- 2) $\frac{2\mathcal{E}r}{2R+r}$
- 3) $\frac{\mathcal{E}}{2R+r}$
- 4) $\frac{\mathcal{E}}{R+r}$

Ответ:

А	Б

19. На рисунке изображена модель нейтрального атома. Масса атома равна 11 а.е.м. Сколько протонов и нейтронов содержит ядро данного атома?



Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Период полураспада изотопа натрия $^{22}_{11}\text{Na}$ равен 2,6 года. Изначально было 208 г этого изотопа. Сколько его будет через 5,2 года?

Ответ: _____ г.

21. Для некоторых атомов характерной особенностью является возможность захвата атомным ядром одного из ближайших к нему электронов. Как изменяются при этом массовое число и заряд ядра?

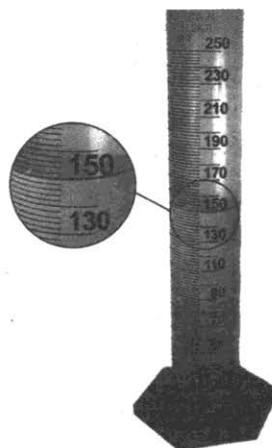
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Массовое число ядра	Заряд ядра

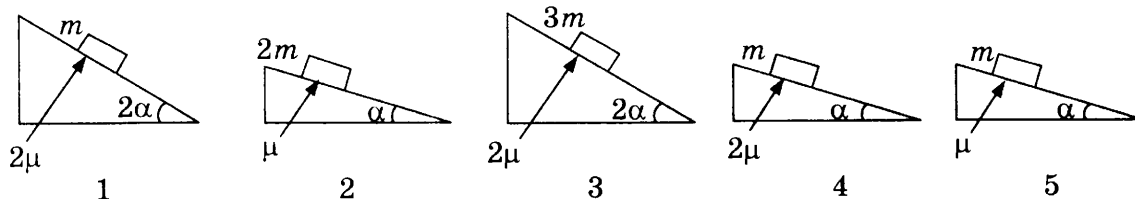
22. Для проведения опыта ученик налил воду в мензурку. Шкала мензурки проградуирована в миллилитрах (мл). Погрешность измерений объема равна цене деления шкалы мензурки. Чему равен объем налитой учеником воды?



Ответ: (_____ ± _____) мл.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Необходимо экспериментально изучить зависимость ускорения тела, скользящего по шероховатой наклонной плоскости, от коэффициента трения груза о плоскость. Какие две установки из изображенных ниже следует выбрать, чтобы провести такое исследование?



В ответ запишите номера выбранных установок.

Ответ:

--	--

24. Используя таблицу, содержащую сведения о звездах, выполните задание.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Созвездие, в котором находится звезда
Арктур	4300	1,5	25,7	Волопас
Неккар	4950	3,4	21,5	Волопас
Мирфак (Альфа Персея)	6600	11	56	Персей
Дзета Персея	20800	14,5	26-27	Персей
Сегин	15174	9,2	6	Кассиопея
Шедар	4530	4-5	43	Кассиопея
107 Рыб	5200	0,83	0,80	Рыбы
Звезда ван Маанена	4000	0,7	0.009	Рыбы

Выберите *два* утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд.

- 1) Дзета Персея относится к спектральному классу М.
- 2) Температура на поверхности Солнца больше температуры звезды Шедар.
- 3) Звезды Сегин и Шедар принадлежат одному созвездию, значит они относятся к одному спектральному классу.
- 4) Звезда Неккар не является белым карликом.
- 5) Звезда Дзета Персея является сверхгигантом.

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Мальчик на санках скатился без трения с ледяной горки высотой 10 м и проехал по горизонтали до остановки 50 м. Сила трения при его движении по горизонтальной поверхности равна 80 Н. Чему равна общая масса мальчика с санками?

Ответ: _____ кг.

26. Цилиндрический сосуд разделен неподвижной теплоизолирующей перегородкой. В одной части сосуда находится кислород, в другой — водород, концентрации газов одинаковы. Давление кислорода в 4 раза меньше давления водорода. Чему равно отношение средней кинетической энергии молекул кислорода к средней кинетической энергии молекул водорода?

Ответ: _____.

27. Чему равна сила Ампера, действующая на стальной прямой проводник с током длиной 10 см и площадью поперечного сечения $2 \cdot 10^{-2} \text{ мм}^2$, если напряжение на нем 3,6 В, а модуль вектора магнитной индукции 1 Тл? Вектор магнитной индукции перпендикулярен проводнику. Удельное сопротивление стали $0,12 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$.

Ответ: _____ Н.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Полное решение задач 28–32 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28. Тонкая линза Л дает четкое действительное изображение предмета АВ на экране Э (рис. 1). Что произойдет с изображением предмета на экране, если верхнюю половину линзы закрыть куском черного картона К (рис. 2)? Постройте изображение предмета в обоих случаях. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

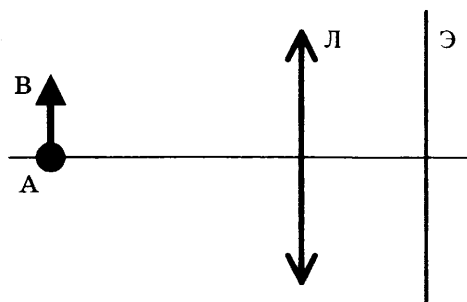


Рис. 1

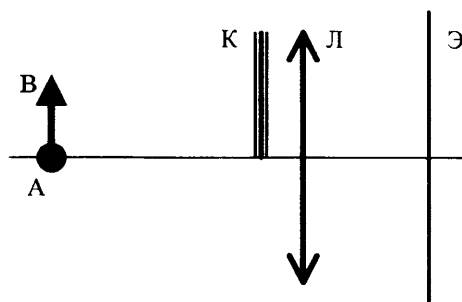
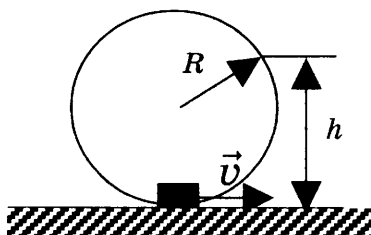


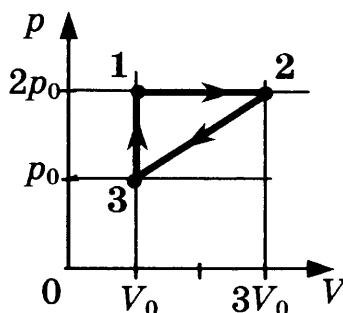
Рис. 2

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Небольшая шайба после толчка приобретает скорость $v = 2$ м/с и скользит по внутренней поверхности гладкого закрепленного кольца радиусом $R = 0,14$ м. На какой высоте h шайба отрывается от кольца и начинает свободно падать?

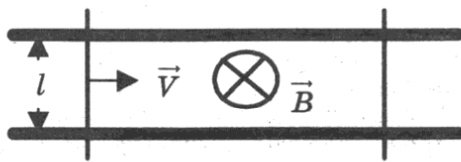


30. С одноатомным идеальным газом неизменной массы происходит циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл газ совершает работу $A_{ц} = 5$ кДж. Какое количество теплоты Q_n газ получает за цикл от нагревателя?



31. Два параллельных друг другу рельса, лежащих в горизонтальной плоскости, находятся в однородном магнитном поле, индукция \vec{B} которого направлена вертикально вниз (см. рисунок, вид сверху). На рельсах находятся два одинаковых проводника. Левый

проводник движется вправо со скоростью \vec{V} , а правый — покоится. С какой скоростью \vec{v} надо перемещать правый проводник направо, чтобы в три раза уменьшить силу Ампера, действующую на левый проводник? (Сопротивлением рельсов пренебречь.)



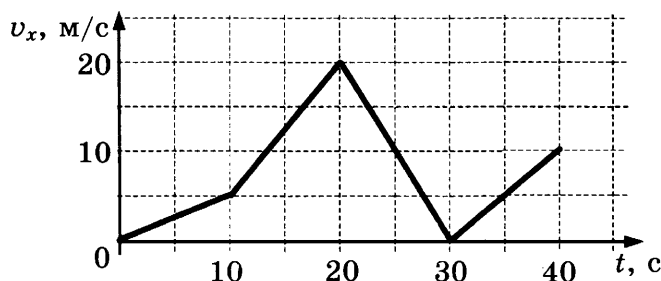
32. Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе атома из состояния E_2 в состояние E_1 атом испускает фотон. Попав на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Частота света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\nu_{кр} = 6 \cdot 10^{14}$ Гц. Чему равна максимально возможная скорость фотоэлектрона?

ВАРИАНТ 47

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость его скорости от времени. Чему равен модуль ускорения автомобиля в момент времени от 20 с до 30 с?



Ответ: _____ м/с².

2. В инерциальной системе отсчета сила \vec{F} сообщает телу массой m ускорение, равное по модулю 8 м/с^2 . Чему равен модуль ускорения тела массой $2m$ под действием силы $\frac{\vec{F}}{2}$ в этой системе отсчета?

Ответ: _____ м/с².

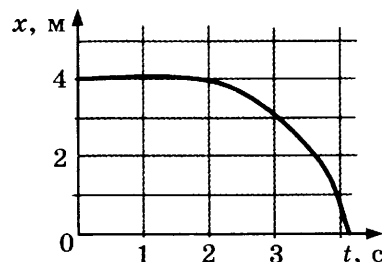
3. Охотник массой 60 кг , стоящий на гладком льду, стреляет из ружья в горизонтальном направлении. Масса заряда $0,03 \text{ кг}$. Скорость дробинок при выстреле 300 м/с . Определите скорость охотника после выстрела.

Ответ: _____ м/с.

4. Бутылку с подсолнечным маслом, закрытую пробкой, перевернули. Каково расстояние от уровня масла в сосуде до пробки, если сила, с которой действует масло на пробку площадью 10 см^2 , равна $3,6 \text{ Н}$?

Ответ: _____ см.

5. Шарик катится по прямому желобу. Изменение координаты шарика с течением времени в инерциальной системе отсчета показано на графике. На основании этого графика выберите **два** верных утверждения о движении шарика.



- 1) Первые 2 с скорость шарика не менялась, а затем ее модуль постепенно уменьшался.
- 2) Скорость шарика все время увеличивалась.
- 3) Первые 2 с сумма сил, действовавших на шарик, была равна 0.
- 4) За первые 3 с шарик переместился на 1 м.
- 5) Скорость шарика постоянно уменьшалась.

Ответ:

--	--

6. В школьной лаборатории изучают свободные вертикальные колебания пружинного маятника при различных значениях жесткости пружины маятника. Как изменятся период колебаний маятника и период изменения его кинетической энергии, если увеличить жесткость пружины, не изменяя массу маятника?

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний	Период изменения кинетической энергии

7. Шайба массой m съезжает с горки из состояния покоя. Ускорение свободного падения равно g . У подножия горки кинетическая энергия шайбы равна E_k . Трение шайбы о горку пренебрежимо мало. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) высота горки
- Б) модуль импульса шайбы у подножия горки

ФОРМУЛА

- 1) $E_k \sqrt{\frac{2m}{g}}$
- 2) $\sqrt{2mE_k}$
- 3) $\sqrt{\frac{2E_k}{gm}}$
- 4) $\frac{E_k}{gm}$

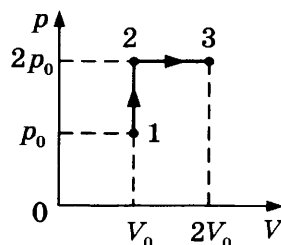
Ответ:

А	Б

8. При проведении опыта в сосуд закачивали воздух, одновременно нагревая его. При этом температура воздуха в сосуде повысилась в 2 раза, а давление воздуха возросло в три раза. Во сколько раз увеличилась масса воздуха в сосуде?

Ответ: в _____ раз(а).

9. Газ переводят из состояния 1 в состояние 3 так, как показано на p - V -диаграмме. Чему равна работа, совершенная газом в процессе 1-2-3, если $p_0 = 50$ кПа, $V_0 = 2$ л?



Ответ: _____ Дж.

10. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде с поршнем равна 20%. Какой станет относительная влажность, если объем сосуда за счет движения поршня при неизменной температуре уменьшить в 4 раза?

Ответ: _____ %.

11. Горячая жидкость медленно охлаждалась в стакане. В таблице приведены результаты измерений ее температуры с течением времени.

Время, мин	0	2	4	6	8	10	12	14
Температура, °С	95	88	81	80	80	80	77	72

Выберите из предложенного перечня *два* утверждения, которые соответствуют результатам проведенного экспериментального исследования, и укажите их номера.

- 1) Температура кристаллизации жидкости в данных условиях равна 95 °С.
- 2) Через 7 мин после начала измерений в стакане находилось вещество только в жидком состоянии.
- 3) Через 9 мин после начала измерений в стакане находилось вещество как в жидком, так и в твердом состоянии.
- 4) Через 13 мин после начала измерений в стакане находилось вещество только в твердом состоянии.
- 5) Через 10 мин после начала измерений жидкость начала конденсироваться.

Ответ:

--	--

12. Температуру холодильника теплового двигателя, работающего по циклу Карно, увеличили, оставив температуру нагревателя прежней. Количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику, не изменилось. Как изменились при этом КПД теплового двигателя и количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл?

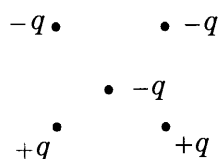
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

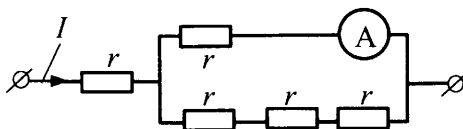
КПД теплового двигателя	Количество теплоты, полученное газом от нагревателя за цикл работы

13. Как направлена сила Кулона (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*), действующая на отрицательный точечный заряд $-q$, помещенный в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$ (см. рисунок)? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

14. Через участок цепи (см. рисунок) течет постоянный ток $I = 10$ А. Какую силу тока показывает амперметр? Сопротивлением амперметра пренебречь.

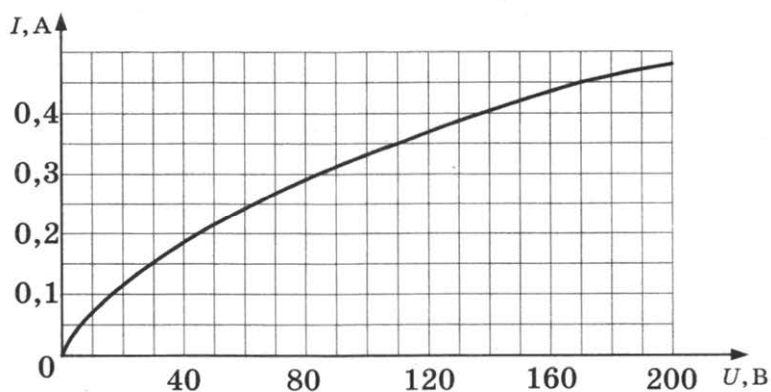


Ответ: _____ А.

15. Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим лучом и зеркалом равен 30° . Определите угол между падающим и отраженным лучами.

Ответ: _____ $^\circ$.

16. На рисунке изображена зависимость силы тока через лампу накаливания от приложенного к ней напряжения. Выберите *два* верных утверждения, которые можно сделать, анализируя этот график.



- 1) Сопротивление лампы уменьшается при увеличении силы тока, текущего через нее.
- 2) Мощность, выделяемая в лампе при напряжении 110 В, равна 50 Вт.
- 3) Мощность, выделяемая в лампе при напряжении 170 В, равна 76,5 Вт.
- 4) Сопротивление лампы при силе тока в ней 0,35А равно 200 Ом.
- 5) Мощность, выделяемая в лампе, увеличивается при увеличении силы тока.

Ответ:

--	--

17. В прозрачном сосуде, заполненном водой, находится дифракционная решетка. Решетка освещается параллельным пучком монохроматического света, падающим перпендикулярно ее поверхности через боковую стенку сосуда. Как изменятся длина волны, падающей на решетку, и угол между падающим лучом и вторым дифракционным максимумом при замене воды в сосуде прозрачной жидкостью с большим показателем преломления?

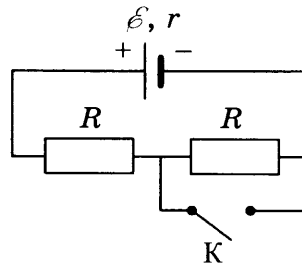
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина волны света, достигающего решетки	Угол между нормалью к решетке и вторым дифракционным максимумом

18. На рисунке показана цепь постоянного тока. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (\mathcal{E} — ЭДС источника напряжения; r — внутреннее сопротивление источника; R — сопротивление резистора).



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) напряжение на источнике при разомкнутом ключе К
 Б) сила тока через первый резистор при замкнутом ключе К

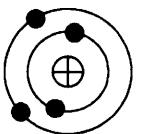
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{\mathcal{E}R}{R+r}$
 2) $\frac{2\mathcal{E}R}{2R+r}$
 3) $\frac{\mathcal{E}}{2R+r}$
 4) $\frac{\mathcal{E}}{R+r}$

Ответ:

А	Б

19. На рисунке изображена модель нейтрального атома. Масса атома равна 11 а.е.м. Сколько протонов и нейтронов содержит ядро данного атома?



Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Период полураспада изотопа натрия $^{22}_{11}\text{Na}$ равен 2,6 года. Изначально было 208 г этого изотопа. Сколько его будет через 7,8 лет?

Ответ: _____ г.

21. Для некоторых атомов характерной особенностью является возможность испускания атомным ядром электронов. Как изменяются при этом массовое число и заряд ядра? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
 2) уменьшается
 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Массовое число ядра	Заряд ядра

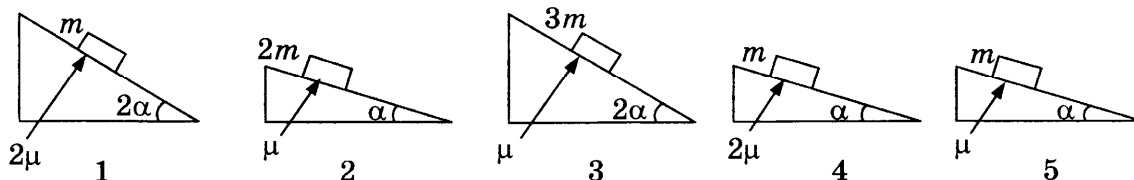
22. Для проведения опыта ученик налил воду в мензурку. Шкала мензурки проградуирована в миллилитрах (мл). Погрешность измерений объема равна половине цены деления шкалы мензурки. Чему равен объем налитой учеником воды?



Ответ: (_____ ± _____) мл.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Необходимо экспериментально изучить зависимость ускорения тела, скользящего по шероховатой наклонной плоскости, от массы груза. Какие две установки из изображенных ниже следует выбрать, чтобы провести такое исследование?



В ответ запишите номера выбранных установок.

Ответ:

24. Используя таблицу, содержащую сведения о звездах, выполните задание.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Созвездие, в котором находится звезда
Арктур	4300	1,5	25,7	Волопас
Неккар	4950	3,4	21,5	Волопас
Мирфак (Альфа Персея)	6600	11	56	Персей
Дзета Персея	20800	14,5	26-27	Персей
Сегин	15174	9,2	6	Кассиопея
Шедар	4530	4-5	43	Кассиопея
107 Рыб	5200	0,83	0,80	Рыбы
Звезда ван Маанена	4000	0,7	0.009	Рыбы

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд.

- 1) Звезды Арктур и Шедар относятся к одному спектральному классу К.
- 2) Звезды Сегин и Шедар принадлежат одному созвездию, значит они находятся на одинаковом расстоянии от Солнца.
- 3) Звезда 107 Рыб не является сверхгигантом.
- 4) Звезда Сегин относится к спектральному классу В.
- 5) Звезда Неккар является белым карликом.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Мальчик на санках скатился без трения с ледяной горки, а затем проехал до остановки по горизонтальной поверхности 30 м. Коэффициент трения при его движении по горизонтальной поверхности равен 0,2. Чему равна высота горки? Масса мальчика вместе с санями равна 50 кг.

Ответ: _____ м.

26. Цилиндрический сосуд разделен неподвижной теплоизолирующей перегородкой. В одной части сосуда находится кислород, в другой — азот. И концентрация, и давление кислорода в 2 раза больше концентрации и давления азота. Чему равно отношение средней кинетической энергии молекул кислорода к средней кинетической энергии молекул азота?

Ответ: _____.

27. При помещении в магнитное поле на стальной прямой проводник с током длиной 10 см и площадью поперечного сечения $3 \cdot 10^{-2} \text{ мм}^2$ действует сила Ампера, равная 0,6 Н. Чему равен модуль вектора магнитной индукции, если напряжение на проводнике равно 2,4 В? Вектор магнитной индукции перпендикулярен проводнику. Удельное сопротивление стали $0,12 \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$.

Ответ: _____ Тл.

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Полное решение задач 28–32 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28. Тонкая линза Л дает четкое действительное изображение предмета АВ на экране Э (рис. 1). Что произойдет с изображением предмета на экране, если нижнюю половину линзы закрыть куском черного картона К (рис. 2)? Постройте изображение предмета в обоих случаях. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

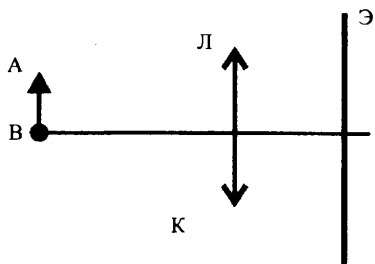


Рис. 1

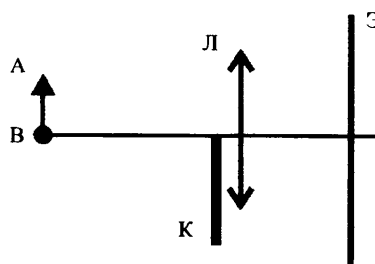
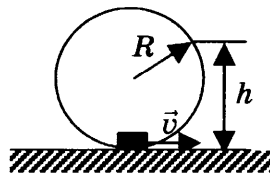


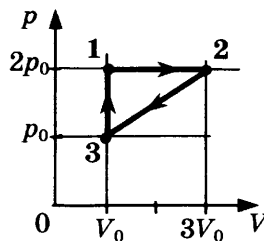
Рис. 2

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

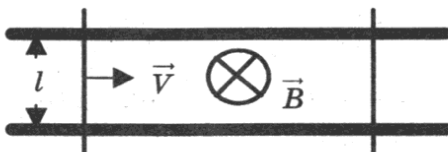
29. Небольшая шайба массой $m = 0,2$ кг после толчка приобретает скорость $v = 3$ м/с и скользит по внутренней поверхности гладкого закрепленного кольца радиусом $R = 0,14$ м. С какой силой F шайба давит на поверхность кольца в тот момент, когда она находится на высоте $h = 0,2$ м от нижней точки кольца?



30. С одноатомным идеальным газом неизменной массы происходит циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл газ получает от нагревателя количество теплоты $Q_n = 2300$ Дж. Какую работу газ совершает за цикл?



31. Два параллельных друг другу рельса, лежащих в горизонтальной плоскости, находятся в однородном магнитном поле, индукция \vec{B} которого направлена вертикально вниз (см. рисунок, вид сверху). На рельсах находятся два одинаковых проводника. Левый проводник движется вправо со скоростью \vec{V} , а правый — покоится. С какой скоростью \vec{v} надо перемещать правый проводник направо, чтобы в два раза увеличить силу Ампера, действующую на левый проводник? (Сопротивлением рельсов пренебречь.)



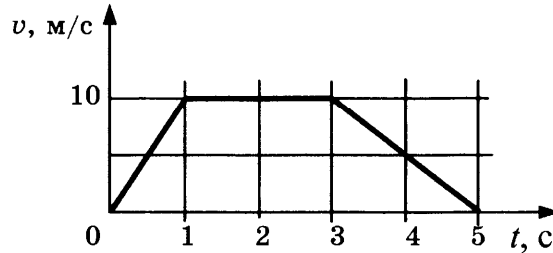
32. Уровни энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ эВ, где $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходе атома из состояния E_3 в состояние E_1 атом испускает фотон. Попав на поверхность фотокатода, фотон выбивает фотоэлектрон. Частота света, соответствующая красной границе фотоэффекта для материала поверхности фотокатода, $\nu_{кр} = 6 \cdot 10^{14}$ Гц. Чему равен максимально возможный импульс фотоэлектрона?

ВАРИАНТ 48

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v автомобиля от времени t . Определите путь, пройденный автомобилем за первую секунду движения.



Ответ: _____ м.

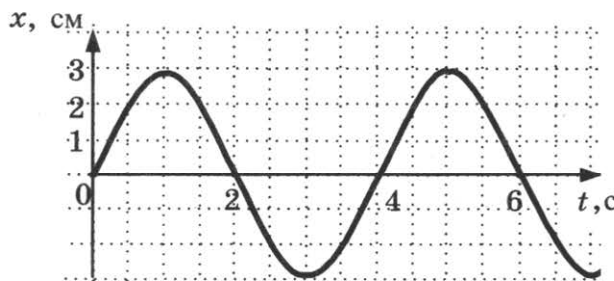
2. Пружина жесткости $k = 10^4$ Н/м одним концом прикреплена к неподвижной опоре, а к другому ее концу приложили силу $F = 1000$ Н. Определите растяжение пружины.

Ответ: _____ см.

3. Отец везет сына на санках по горизонтальной заснеженной дороге с постоянной скоростью. Отец совершил механическую работу, равную 2000 Дж, проделав путь 50 м. Определите модуль силы трения, действовавшей на санки во время движения.

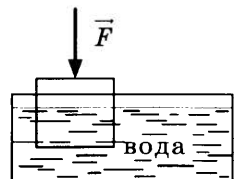
Ответ: _____ Н.

4. На рисунке приведен график зависимости координаты колеблющегося тела от времени. Чему равна частота колебаний тела?



Ответ: _____ Гц.

5. Деревянный кубик с ребром 10 см плавает частично погруженный в воду. Его начинают медленно погружать, действуя силой, направленной вертикально вниз. В таблице приведены значения модуля силы, под действием которой кубик находится в равновесии частично или полностью погруженный в воду. Погрешность измерения силы составила 0,1 Н.



№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8
Модуль силы, F , Н	0,2	0,8	1,8	3,0	4,0	5,0	5,0	5,0

Выберите **два** верных утверждения на основании данных, приведенных в таблице.

- 1) В опыте № 6 сила Архимеда, действующая на кубик, меньше, чем в опыте № 2.
- 2) В опыте № 7 кубик погружен в воду полностью.
- 3) Масса кубика равна 0,5 кг.
- 4) В опыте № 4 кубик погружен в воду на половину своего объема.
- 5) Плотность кубика равна 400 кг/м^3 .

Ответ:

--	--

6. В результате перехода спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода потенциальная энергия спутника в поле тяжести Земли и скорость его движения по орбите? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Потенциальная энергия	Скорость движения по орбите

7. Тело брошено с горизонтальной поверхности со скоростью v под углом α к горизонту. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими движение тела, и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) длительность полета тела t
- Б) расстояние S от точки броска до точки падения

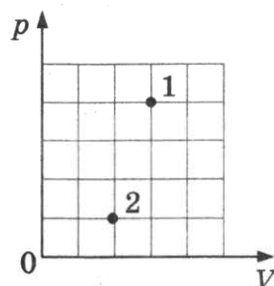
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{2v \sin \alpha}{g}$
- 2) $\frac{v^2 \cos^2 \alpha}{g}$
- 3) $\frac{v^2 \sin 2\alpha}{g}$
- 4) $\frac{v \sin \alpha}{g}$

Ответ:

А	Б

8. В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Определите отношение температур газа $\frac{T_1}{T_2}$ в состояниях 1 и 2 (см. рисунок).



Ответ: _____ .

9. Какое количество теплоты передано газу, если его внутренняя энергия увеличилась на 200 Дж, а газ совершил работу, равную 500 Дж?

Ответ: _____ Дж.

10. Воспользовавшись таблицами, приведенными на стр. 5–6, определите, каково должно быть примерное отношение масс $\frac{m_{\text{Fe}}}{m_{\text{Al}}}$ железного и алюминиевого тел, чтобы при получении одного и того же количества теплоты они нагрелись на одно и то же число градусов. Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ .

11. В сосуде неизменного объема при комнатной температуре находилась смесь водорода и гелия, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль водорода. Считая газы идеальными, а их температуру постоянной, выберите из предложенного перечня **два** утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных исследований, и укажите их номера.

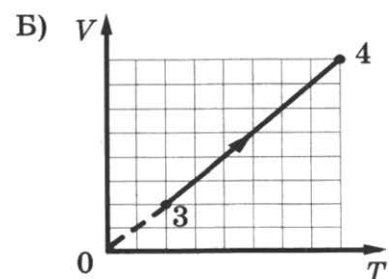
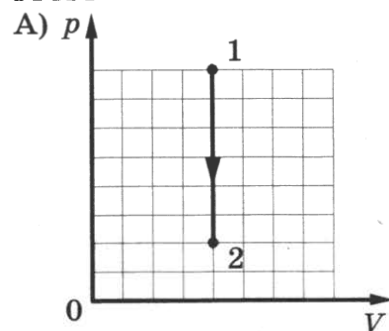
- 1) Парциальное давление водорода уменьшилось.
- 2) Давление смеси газов в сосуде не изменилось.
- 3) Концентрация гелия увеличилась.
- 4) В начале опыта концентрации газов были одинаковые.
- 5) В начале опыта массы газов были одинаковые.

Ответ:

--	--

12. На рисунках А и Б приведены графики двух процессов 1–2 и 3–4, каждый из которых совершается одним молем аргона. Графики построены в координатах p – V и V – T , где p — давление, V — объем и T — абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображенные на графиках процессы. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



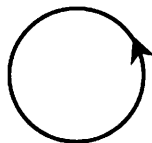
УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) Внутренняя энергия газа уменьшается, при этом газ отдает теплоту.
- 2) Над газом совершают работу, при этом газ отдает теплоту.
- 3) Газ получает теплоту, но не совершает работы.
- 4) Газ получает теплоту и совершает работу.

Ответ:

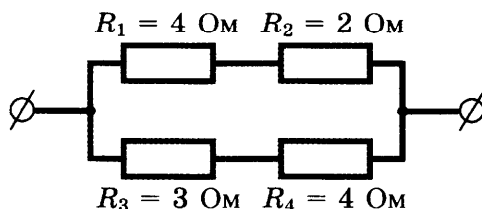
А	Б

13. На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в плоскости чертежа. Куда направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор индукции магнитного поля тока в центре витка? Ответ запишите словом (словами).



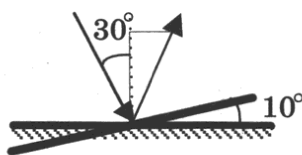
Ответ: _____ .

14. На рисунке представлен участок электрической цепи. Каково отношение количеств теплоты Q_1/Q_2 , выделившихся на резисторах R_1 и R_2 за одно и то же время?



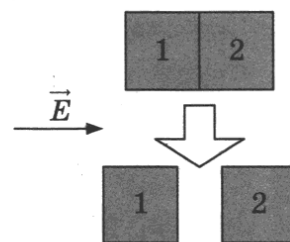
Ответ: _____ .

15. Угол падения света на горизонтально расположенное плоское зеркало равен 30° . Каким станет угол отражения света, если повернуть зеркало на 10° так, как показано на рисунке?



Ответ: _____ °.

16. Два незаряженных стеклянных кубика 1 и 2 сблизили вплотную и поместили в электрическое поле, напряженность которого направлена горизонтально вправо, как показано в верхней части рисунка. Затем кубики раздвинули и уже потом убрали электрическое поле (нижняя часть рисунка). Выберите из предложенного перечня **два** утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных исследований, и укажите их номера.



- 1) После того, как кубики раздвинули, заряд первого кубика оказался отрицателен, заряд второго — положителен.
- 2) После помещения в электрическое поле электроны из первого кубика стали переходить во второй.
- 3) После того, как кубики раздвинули, заряды обоих кубиков остались равными нулю.
- 4) До разделения кубиков в электрическом поле левая поверхность 1-го кубика была заряжена отрицательно.
- 5) До разделения кубиков в электрическом поле правая поверхность 2-го кубика была заряжена отрицательно.

Ответ:

--	--

17. Частица массой m , несущая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиуса R со скоростью v . Что произойдет с радиусом орбиты и кинетической энергией частицы при увеличении скорости ее движения?

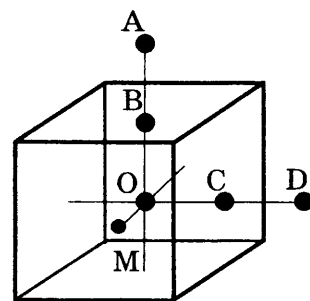
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус орбиты	Кинетическая энергия частицы

18. Заряд неподвижного металлического уединенного кубика равен q . Точка O — центр кубика, точки B и C — центры его граней, $AB = OB$, $CD = OC$, $OM = \frac{OB}{2}$. Модуль напряженности электростатического поля заряда Q в точке A равен E_A .



Установите соответствие между физическими величинами и их значениями.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) модуль напряженности электростатического поля кубика в точке D
- Б) модуль напряженности электростатического поля кубика в точке M

ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ

- 1) 0
- 2) E_A
- 3) $4E_A$
- 4) $16E_A$

Ответ:

А	Б

19. В результате серии радиоактивных распадов уран ${}^{238}_{92}\text{U}$ превращается в свинец ${}^{206}_{82}\text{Pb}$. Какое количество α -распадов и β -распадов он испытывает при этом?

Ответ:

Число α -распадов	Число β -распадов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Период полураспада ядер радиоактивного изотопа висмута 19 мин. За какой промежуток времени распадется 75% ядер висмута в исследуемом образце?

Ответ: за _____ мин.

21. В опытах по фотоэффекту взяли пластину из металла с работой выхода $3,4 \cdot 10^{-19}$ Дж и стали освещать ее светом частоты $6 \cdot 10^{14}$ Гц. Как изменится работа выхода фотоэлектронов из металла и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов E_{max} , вылетающих с поверхности металла, если увеличить интенсивность падающего света, не изменяя его частоту?

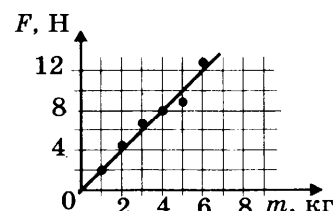
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Работа выхода фотоэлектронов из металла $A_{\text{вых}}$	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов E_{max}

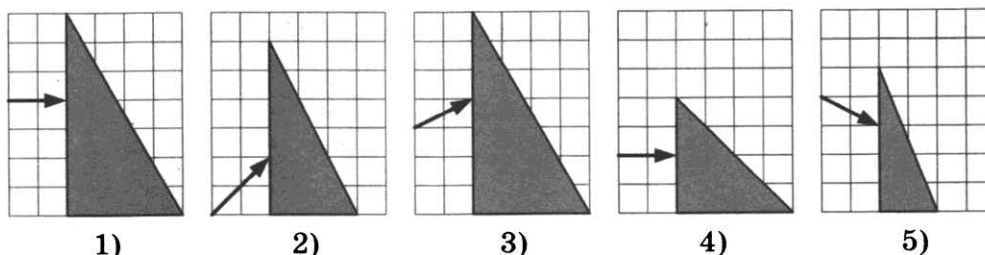
22. Ученики исследовали зависимость силы трения скольжения от массы груза. Результаты измерений представлены в виде графика на рисунке. Погрешность измерения массы равна 0,1 кг, силы — 1 Н. Чему равна с учетом погрешности измерений сила трения, действующая на груз массы 1 кг?



Ответ: (_____ ± _____) Н.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Пучок белого света, пройдя через призму, разлагается в спектр. Была выдвинута гипотеза, что ширина спектра, получаемого на стоящем за призмой экране, зависит от угла падения пучка на грань призмы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта нужно провести для такого исследования?



В ответ запишите номера выбранных опытов.

Ответ:

--	--

24. Рассмотрите таблицу, содержащую некоторые характеристики планет Солнечной системы. Размеры и параметры орбит даны в сравнении с планетой Земля.

Имя	Диаметр	Масса	Орбитальный радиус (а.е.)	Период обращения (земных лет)	Период вращения (земных суток)
Меркурий	0,38	0,06	0,39	0,24	58,6
Венера	0,95	0,82	0,72	0,62	243
Земля	1	1	1	1	1
Марс	0,53	0,11	1,5	1/9	1
Юпитер	11,2	318	5,2	11,9	0,41
Сатурн	9,5	95,2	9,5	29,5	0,43
Уран	4	14,6	19,2	84	0,72
Нептун	3,9	17,2	30,1	165	0,67

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Объем Меркурия больше объема Нептуна.
- 2) Угловая скорость вращения Венеры относительно собственной оси вращения меньше, чем у Меркурия.
- 3) Первая космическая скорость для Сатурна больше, чем для Урана.
- 4) Линейная скорость вращения по орбите у Венеры меньше, чем у Земли.
- 5) Сила притяжения Земли к Солнцу меньше, чем у Марса.

Ответ:

--	--

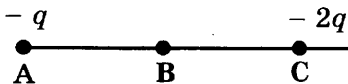
Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Скорость брошенного мяча непосредственно перед ударом о стену была вдвое больше его скорости сразу после удара. Какое количество теплоты выделилось при ударе, если перед ударом кинетическая энергия мяча была равна 20 Дж?

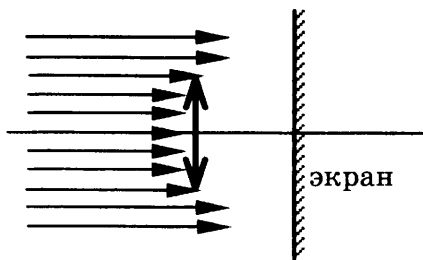
Ответ: _____ Дж.

26. Точка В находится в середине отрезка АС. Неподвижные точечные заряды $-q$ и $-2q$ ($q = 1$ нКл) расположены в точках А и С соответственно (см. рисунок). Какой положительный заряд надо поместить в точку С взамен заряда $-2q$, чтобы модуль напряженности электрического поля в точке В увеличился в 2 раза?



Ответ: _____ нКл.

27. Пучок параллельных световых лучей падает нормально на тонкую собирающую линзу диаметром 6 см с оптической силой 5 дптр (см. рисунок). Экран расположен за линзой на расстоянии 10 см. Рассчитайте внешний диаметр светлого пятна, созданного линзой на экране.



Ответ: _____ см.

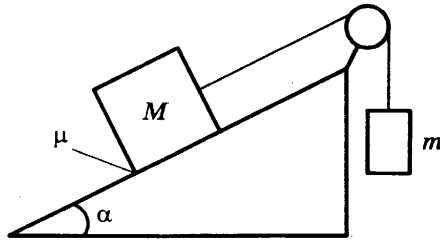
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Полное решение задач 28–32 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

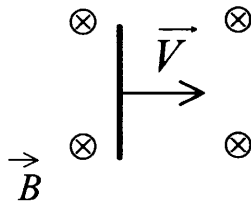
28. В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните, опираясь на законы молекулярной физики.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Грузы массами $M = 1$ кг и m связаны легкой нерастяжимой нитью, переброшенной через блок, по которому нить может скользить без трения (см. рисунок). Груз массой M находится на шероховатой наклонной плоскости (угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 30^\circ$, коэффициент трения $\mu = 0,3$). Чему равно максимальное значение массы m , при котором система грузов еще не выходит из первоначального состояния покоя?



30. Воздушный шар объемом $V = 2500$ м³ с массой оболочки $m_{об} = 400$ кг имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. До какой минимальной температуры t_1 нужно нагреть воздух в шаре, чтобы шар взлетел вместе с грузом (корзиной и воздухоплателем) массой $m_r = 200$ кг? Температура окружающего воздуха $t = 7$ °С, его плотность $\rho = 1,2$ кг/м³. Оболочку шара считать нерастяжимой.
31. Горизонтально расположенный проводник длиной 1 м движется равноускоренно в вертикальном однородном магнитном поле, индукция которого равна 0,5 Тл. Скорость проводника направлена горизонтально, перпендикулярно проводнику (см. рисунок). Начальная скорость проводника равна нулю, а его ускорение 8 м/с². Какова ЭДС индукции на концах проводника в тот момент, когда он переместился на 1 м?



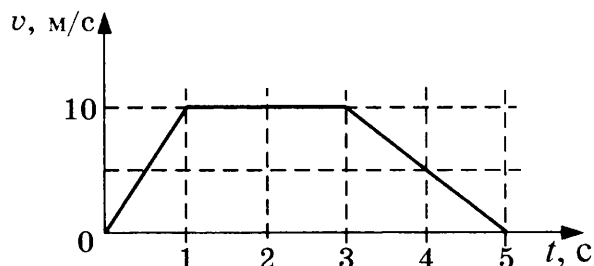
32. Фотокатод облучают светом с длиной волны $\lambda = 300$ нм. Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 450$ нм. Какое запирающее напряжение U нужно создать между анодом и катодом, чтобы фототок прекратился?

ВАРИАНТ 49

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v автомобиля от времени t . Чему равен путь автомобиля за промежуток времени от 3 с до 5 с?



Ответ: _____ м.

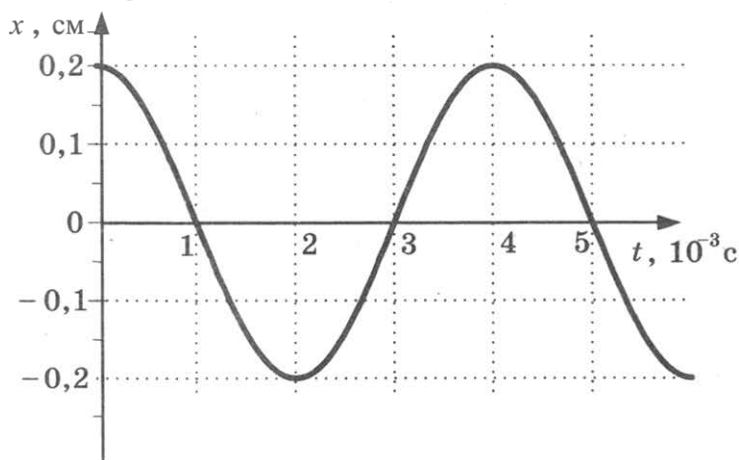
2. Пружина одним концом прикреплена к неподвижной опоре, а к другому ее концу приложили силу $F = 10$ Н, при этом пружина растянулась на $\Delta l = 2$ см. Определите жесткость пружины k .

Ответ: _____ Н/м.

3. Отец везет сына на санках с постоянной скоростью по горизонтальной заснеженной дороге. Модуль силы трения санок о снег равен 30 Н. Отец совершил механическую работу, равную 3000 Дж. Определите пройденный путь.

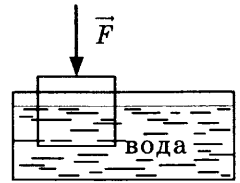
Ответ: _____ м.

4. На рисунке показан график колебаний одной из точек струны. Чему равен период этих колебаний?



Ответ: _____ мс.

5. Деревянный кубик с ребром 10 см плавает частично погруженный в воду. Его начинают медленно погружать, действуя силой, направленной вертикально вниз. В таблице приведены значения модуля силы, под действием которой кубик находится в равновесии частично или полностью погруженный в воду. Погрешность измерения силы составила 0,1 Н. Выберите **два** верных утверждения на основании данных, приведенных в таблице.



№ опыта	1	2	3	4	5	6	7	8
Модуль силы F , Н	0,2	0,8	1,8	3,0	4,0	5,0	6,0	6,0

- 1) В опыте № 8 сила Архимеда, действующая на кубик, больше, чем в опыте № 7.
- 2) В опыте № 5 кубик погружен в воду полностью.
- 3) Масса кубика равна 0,5 кг.
- 4) При выполнении опытов № 1 – № 5 сила Архимеда, действующая на тело, увеличилась.
- 5) Плотность кубика равна 400 кг/м^3 .

Ответ:

--	--

6. В результате перехода спутника Земли с одной круговой орбиты на другую его центростремительное ускорение уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода кинетическая энергия спутника и период обращения вокруг Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Кинетическая энергия	Период обращения вокруг Земли

7. Тело брошено с поверхности земли со скоростью v под углом α к горизонту. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими движение тела, и формулами, по которым их можно определить.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) время подъема t на максимальную высоту
- Б) максимальная высота h над горизонтом

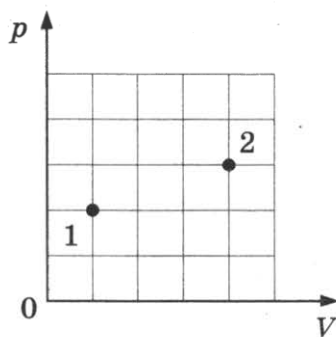
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{v^2 \sin^2 \alpha}{2g}$
- 2) $\frac{v \cos^2 \alpha}{g}$
- 3) $\frac{v^2 \sin 2\alpha}{2g}$
- 4) $\frac{v \sin \alpha}{g}$

Ответ:

А	Б

8. В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Определите $\frac{T_2}{T_1}$ отношение температур газа в состояниях 2 и 1 (см. рисунок).



Ответ: _____.

9. Какое количество теплоты газ отдал окружающим телам, если его внутренняя энергия увеличилась на 200 Дж, а внешние силы совершили над газом работу, равную 500 Дж?

Ответ: _____ Дж.

10. Воспользовавшись таблицами, приведенными на стр. 5–6, определите, каково должно быть примерное отношение масс $\frac{m_{\text{Pb}}}{m_{\text{Cu}}}$ свинцового и медного тел, чтобы при получении одного и того же количества теплоты они нагрелись на одно и то же число градусов. Ответ округлите до целых.

Ответ: _____.

11. В сосуде неизменного объема при комнатной температуре находилась смесь водорода и гелия, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль гелия. Считая газы идеальными, а их температуру постоянной, выберите из предложенного перечня **два** утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных исследований, и укажите их номера.

- 1) Парциальное давление водорода уменьшилось.
- 2) Давление смеси газов в сосуде уменьшилось.
- 3) Концентрация водорода увеличилась.
- 4) В начале опыта концентрации водорода была больше, чем концентрация гелия.
- 5) В начале опыта масса гелия была больше, чем масса водорода.

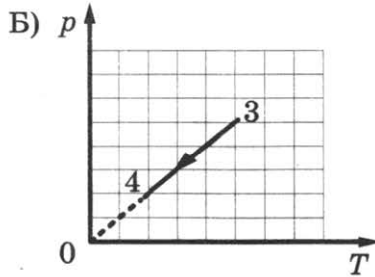
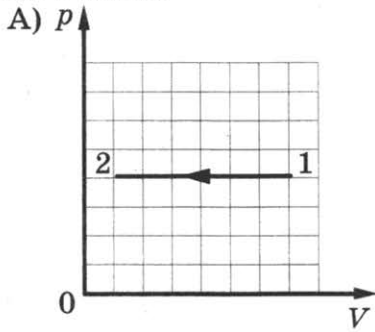
Ответ:

--	--

12. На рисунках А и Б приведены графики двух процессов 1–2 и 3–4, каждый из которых совершается одним молем аргона. Графики построены в координатах p – V и p – T , где p — давление, V — объем и T — абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображенные на графиках процессы.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



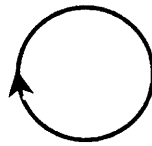
УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) Внутренняя энергия газа уменьшается, при этом газ совершает работу.
- 2) Над газом совершают работу, при этом газ отдает теплоту.
- 3) Газ получает теплоту, но не совершает работы.
- 4) Газ отдает теплоту, но не совершает работы.

Ответ:

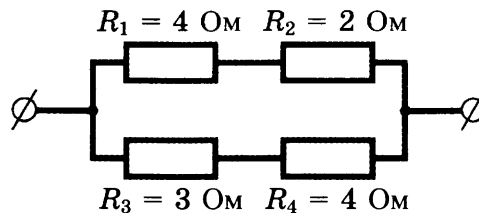
А	Б

13. На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в плоскости чертежа. Куда направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор индукции магнитного поля тока в центре витка? Ответ запишите словом (словами).



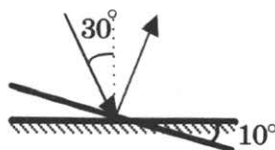
Ответ: _____ .

14. На рисунке представлен участок электрической цепи. Каково отношение количеств теплоты Q_3/Q_4 , выделившихся на резисторах R_3 и R_4 за одно и то же время?



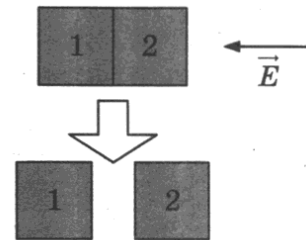
Ответ: _____ .

15. Угол падения света на горизонтально расположенное плоское зеркало равен 30° . Каким будет угол отражения света, если повернуть зеркало на 10° так, как показано на рисунке?



Ответ: _____ .

16. Два незаряженных стеклянных кубика 1 и 2 сблизили вплотную и поместили в электрическое поле, напряженность которого направлена горизонтально влево, как показано в верхней части рисунка. Затем кубики раздвинули (нижняя часть рисунка). Выберите из предложенного перечня **два** утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных исследований, и укажите их номера.



- 1) После того как кубики раздвинули, заряд первого кубика оказался положителен, заряд второго — отрицателен.
- 2) После помещения в электрическое поле электроны из первого кубика стали переходить во второй.
- 3) После того как кубики раздвинули, заряды обоих кубиков остались равными нулю.
- 4) До разделения кубиков в электрическом поле левая поверхность 1-го кубика была заряжена отрицательно.
- 5) После того как кубики раздвинули, правые поверхности обоих кубиков оказались заряжены отрицательно.

Ответ:

--	--

17. Частица массой m , несущая заряд q , движется в однородном магнитном поле с индукцией B по окружности радиуса R со скоростью v . Что произойдет с периодом обращения и радиусом орбиты частицы при уменьшении скорости ее движения?

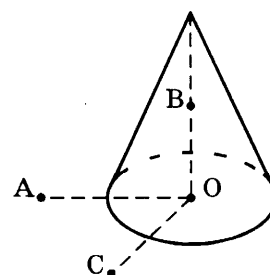
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период обращения	Радиус орбиты

18. Заряд металлического уединенного конуса высотой H и радиусом основания $R = \frac{H}{2}$ равен q . Точка O — центр основания конуса, $OA = OC = 2R$, $OB = R$, угол AOC прямой, отрезки OA и OC лежат в плоскости основания конуса. Модуль напряженности электростатического поля заряда Q в точке C равен E_C . Установите соответствие между физическими величинами и их значениями.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ЗНАЧЕНИЯ

- | | |
|---|------------|
| А) модуль напряженности электростатического поля конуса в точке А | 1) 0 |
| | 2) E_C |
| Б) модуль напряженности электростатического поля конуса в точке В | 3) $2 E_C$ |
| | 4) $4 E_C$ |

Ответ:

А	Б

19. В результате серии радиоактивных распадов торий ${}^{232}_{90}\text{Th}$ превращается в радий ${}^{224}_{88}\text{Ra}$. Какое количество α -распадов и β -распадов он испытывает при этом?

Ответ:

Число α -распадов	Число β -распадов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Период полураспада изотопа радона ${}^{222}_{86}\text{Rn}$ 3,8 дня. Через какое время масса радона уменьшится в 32 раза?

Ответ: _____ дней.

21. В опытах по фотоэффекту пластину из металла с работой выхода $3,4 \cdot 10^{-19}$ Дж освещают светом частоты $6 \cdot 10^{14}$ Гц. Как изменится работа выхода фотоэлектронов из металла $A_{\text{вых}}$ и максимальная кинетическая энергия электронов E_{max} , вылетающих с поверхности металла, если увеличить частоту падающего света, не меняя его интенсивности?

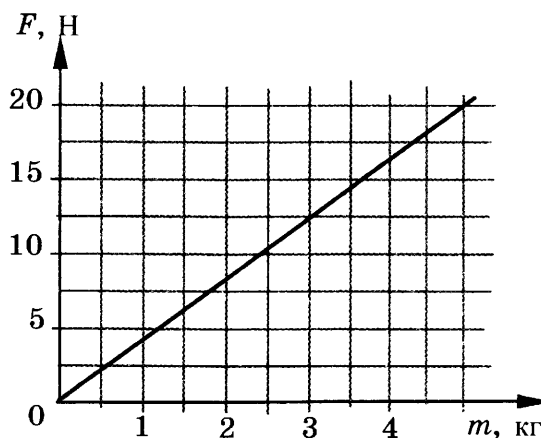
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Работа выхода фотоэлектронов из металла $A_{\text{вых}}$	Максимальная кинетическая энергия электронов E_{max}

22. Космонавты исследовали зависимость силы тяжести от массы тела на открытой ими планете. Результаты измерений представлены в виде графика на рисунке.

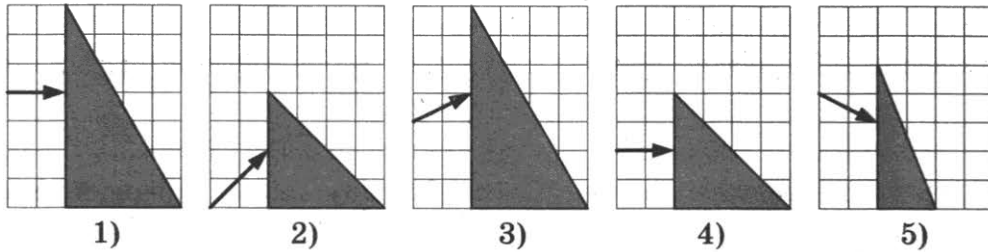


Погрешность измерения массы равна 0,1 кг, силы — 1,5 Н. Чему равна с учетом погрешности измерений масса тела, на которое действует сила тяжести, равная 12,5 Н?

Ответ: (____ ± ____) кг.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Пучок белого света, пройдя через призму, разлагается в спектр. Была выдвинута гипотеза, что ширина спектра, получаемого на стоящем за призмой экране, зависит от геометрических размеров призмы. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта нужно провести для такого исследования?



В ответ запишите номера выбранных опытов.

Ответ:

--	--

24. Рассмотрите таблицу, содержащую некоторые характеристики планет Солнечной системы. Размеры и параметры орбит даны в сравнении с планетой Земля.

Имя	Диаметр	Масса	Орбитальный радиус (а.е.)	Период обращения (земных лет)	Период вращения (земных суток)
Меркурий	0,38	0,06	0,39	0,24	58,6
Венера	0,95	0,82	0,72	0,62	243
Земля	1	1	1	1	1
Марс	0,53	0,11	1,5	1/9	1
Юпитер	11,2	318	5,2	11,9	0,41
Сатурн	9,5	95,2	9,5	29,5	0,43
Уран	4	14,6	19,2	84	0,72
Нептун	3,9	17,2	30,1	165	0,67

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Центростремительное ускорение Земли при ее вращении вокруг Солнца больше центростремительного ускорения Урана.
- 2) Ускорение свободного падения на Меркурии составляет примерно 10 м/с^2 .
- 3) Средняя плотность Венеры больше средней плотности Земли.
- 4) Сила притяжения Земли к Солнцу меньше, чем у Венеры.
- 5) Вторая космическая скорость для Сатурна меньше, чем для Урана.

Ответ:

--	--

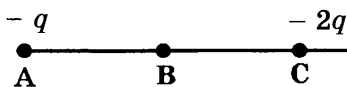
Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Скорость брошенного мяча непосредственно перед ударом о стену была вдвое больше его скорости сразу после удара. Найдите кинетическую энергию мяча перед ударом, если при ударе выделилось количество теплоты, равное 15 Дж.

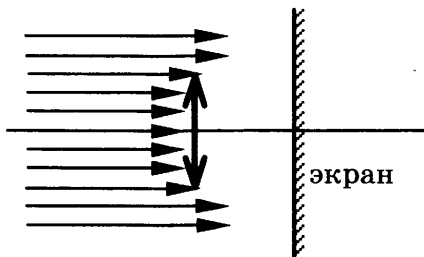
Ответ: _____ Дж.

26. Точка В находится в середине отрезка АС. Неподвижные точечные заряды $-q$ и $-2q$ ($q = 2$ нКл) расположены в точках А и С соответственно (см. рисунок). Какой положительный заряд надо поместить в точку С взамен заряда $-2q$, чтобы напряженность электрического поля в точке В увеличилась в 4 раза?



Ответ: _____ нКл.

27. Пучок параллельных световых лучей падает нормально на тонкую собирающую линзу диаметром 6 см и оптической силой 5 дптр (см. рисунок). Экран освещен неравномерно. Выделяется более освещенная часть экрана (в форме кольца). Рассчитайте внешний диаметр светлого кольца, создаваемого на экране. Экран находится на расстоянии 50 см от линзы.



Ответ: _____ см.

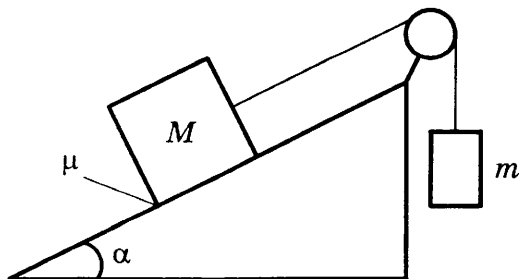
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Полное решение задач 28–32 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

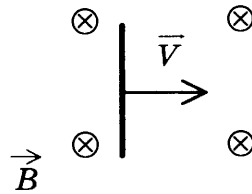
28. В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают выдвигать из сосуда. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните, опираясь на законы молекулярной физики.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Грузы массами $M = 1$ кг и m связаны легкой нерастяжимой нитью, переброшенной через блок, по которому нить может скользить без трения (см. рисунок). Груз массой M находится на шероховатой наклонной плоскости (угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 30^\circ$, коэффициент трения $\mu = 0,3$). Чему равно минимальное значение массы m , при котором система грузов еще не выходит из первоначального состояния покоя?



30. Воздушный шар объемом $V = 2500 \text{ м}^3$ с массой оболочки $m_{об} = 400 \text{ кг}$ имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. Какова максимальная масса груза m_r , который может поднять шар, если воздух в нем нагреть до температуры $t_1 = 77 \text{ }^\circ\text{C}$? Температура окружающего воздуха $t = 7 \text{ }^\circ\text{C}$, его плотность $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$. Оболочку шара считать нерастяжимой.
31. Горизонтально расположенный проводник длиной 1 м движется равноускоренно в вертикальном однородном магнитном поле. Скорость проводника направлена горизонтально и перпендикулярно проводнику (см. рисунок). При начальной скорости проводника, равной нулю, и ускорении 8 м/с^2 он переместился на 1 м. Какова индукция магнитного поля, в котором двигался проводник, если ЭДС индукции на концах проводника в конце движения равна 2 В?



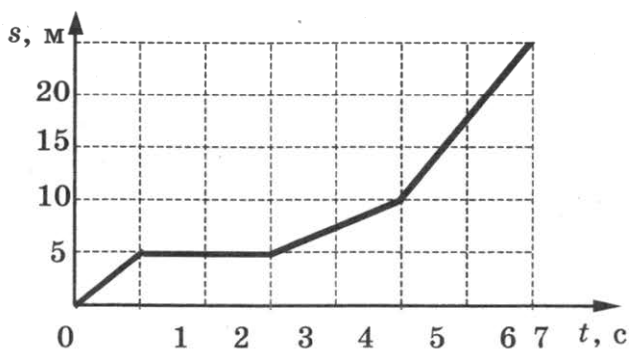
32. Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 450 \text{ нм}$. Если облучать катод светом с длиной волны λ , то фототок прекращается при запирающем напряжении между анодом и катодом $U = 1,4 \text{ В}$. Определите длину волны λ .

ВАРИАНТ 50

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости пути s велосипедиста от времени t . Определите скорость велосипедиста в промежуток времени от 3 с до 5 с.



Ответ: _____ м/с.

2. Масса Марса в 10 раз меньше массы Земли, а расположен он в 1,5 раза дальше от Солнца, чем Земля. Во сколько раз сила притяжения Земли к Солнцу больше силы притяжения Марса к Солнцу? (Считать, что обе планеты движутся вокруг Солнца по окружностям.)

Ответ: _____ .

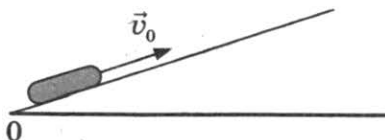
3. Легковой автомобиль и грузовик движутся со скоростями $v_1 = 108$ км/ч и $v_2 = 54$ км/ч. Масса автомобиля $m = 1000$ кг. Какова масса грузовика, если отношение импульса грузовика к импульсу легкового автомобиля равно 1,5?

Ответ: _____ кг.

4. Какова частота колебаний звуковых волн в среде, если скорость звука в этой среде $v = 500$ м/с, а длина волны $\lambda = 2$ м?

Ответ: _____ Гц.

5. После удара шайба начала скользить вверх по шероховатой наклонной плоскости с начальной скоростью \vec{v}_0 , как показано на рисунке, и после остановки соскользнула обратно.



Выберите из предложенного перечня *два* утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных наблюдений, и укажите их номера.

- 1) Время движения шайбы вверх равно времени движения вниз.
- 2) Модуль максимальной скорости шайбы при движении вниз меньше v_0 .
- 3) При движении вверх и вниз работа силы трения шайбы о плоскость одинакова.
- 4) Изменение потенциальной энергии шайбы при движении до верхней точки равно кинетической энергии шайбы сразу после удара
- 5) Модуль ускорения шайбы при движении вверх меньше, чем модуль ускорения при движении вниз.

Ответ:

--	--

6. В первой серии опытов исследовались малые свободные колебания груза на нити некоторой длины. Затем этот же груз закрепили на нити большей длины. Максимальные углы отклонения нити от вертикали в опытах одинаковые.

Как при переходе от первой серии опытов ко второй изменятся период и амплитуда (максимальное смещение от положения равновесия) свободных колебаний груза?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний	Амплитуда колебаний

7. Брусок массой m соскальзывает из состояния покоя по наклонной плоскости высотой h и длиной S . Коэффициент трения между бруском и плоскостью равен μ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) сила трения, действующая на брусок
 Б) время движения бруска

ФОРМУЛЫ

- 1) $\sqrt{2g(h - \mu\sqrt{S^2 - h^2})}$
- 2) $\frac{mg}{S}(h - \mu\sqrt{S^2 - h^2})$
- 3) $\sqrt{\frac{2S^2}{g(h - \mu\sqrt{S^2 - h^2})}}$
- 4) $\frac{\mu mg}{S}\sqrt{S^2 - h^2}$

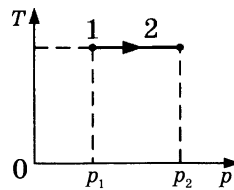
Ответ:

А	Б

8. Давление идеального газа в закрытом сосуде было равно 40 кПа. При неизменной температуре концентрацию молекул газа увеличили в 3 раза. Определите давление газа в конечном состоянии.

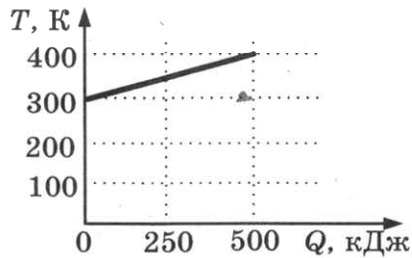
Ответ: _____ кПа.

9. На T - p -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Газ отдал 50 кДж теплоты. Масса газа не меняется. Определите работу внешних сил над газом в этом процессе, если $p_2 = 2 p_1$.



Ответ: _____ кДж.

10. На рисунке приведена зависимость температуры твердого тела от полученного им количества теплоты. Масса тела 2 кг. Какова удельная теплоемкость вещества этого тела?



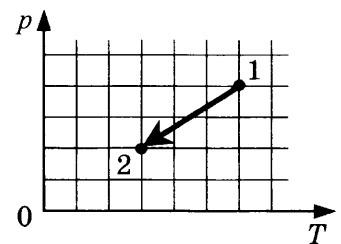
Ответ: _____ кДж/(кг·К).

11. Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде с поршнем равна 40%. Объем сосуда за счет движения поршня медленно уменьшают при постоянной температуре. В конечном состоянии объем сосуда в 3 раза меньше начального. Выберите из предложенного перечня **два** утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных наблюдений, и укажите их номера.

- 1) При уменьшении объема сосуда в 2,5 раза на стенках появляется роса.
- 2) Давление пара в сосуде все время увеличивается.
- 3) В конечном и начальном состоянии масса пара в сосуде одинакова.
- 4) При уменьшении объема в 2 раза относительная влажность воздуха в сосуде стала равна 80%.
- 5) В конечном состоянии весь пар в сосуде сконденсировался.

Ответ:

12. Идеальный одноатомный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Масса газа не меняется. Как изменяются объем газа V и средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул E_k в ходе указанного процесса?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объем газа V	Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул E_k

13. На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов: $+q$ и $-q$ ($q > 0$). Как направлен (*вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю*) вектор напряженности суммарного электрического поля этих зарядов в точке А? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

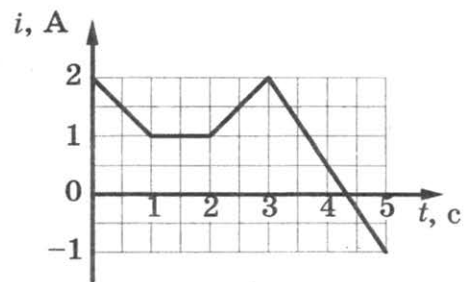
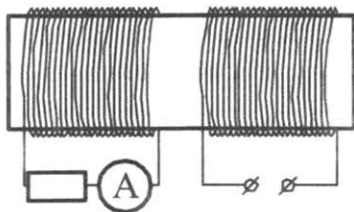
14. Участок цепи состоит из трех последовательно соединенных резисторов, сопротивления которых равны 10 Ом, 20 Ом и 30 Ом. Каким должно быть сопротивление четвертого резистора, добавленного в этот участок последовательно к первым трем, чтобы суммарное сопротивление участка увеличилось в 2 раза?

Ответ: _____ Ом.

15. Расстояние между предметом и плоским зеркалом равно 6 см. Каким будет расстояние между предметом и его изображением, если расстояние от предмета до зеркала увеличить в два раза?

Ответ: _____ см.

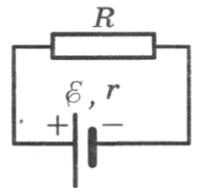
16. На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают ток, который меняется согласно приведенному графику. На основании этого графика выберите *два* верных утверждения. Индуктивностью катушек пренебречь.



- 1) В промежутке между 1 с и 2 с показания амперметра были равны 0.
- 2) В промежутках 0–1 с и 2–3 с направления тока в левой катушке были одинаковы.
- 3) В промежутке между 1 с и 2 с индукция магнитного поля в сердечнике была равна 0.
- 4) Все время измерений сила тока через амперметр была отлична от 0.
- 5) В промежутках 0–1 с и 2–3 с сила тока в левой катушке была одинаковой.

Ответ:

17. Источник тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r сначала был замкнут на внешнее сопротивление R . Затем внешнее сопротивление увеличили. Как при этом изменятся сила тока в цепи и напряжение на внешнем сопротивлении?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока в цепи	Напряжение на внешнем сопротивлении

18. Пучок света переходит из воды в воздух. Частота световой волны — ν , длина световой волны в воде — λ , показатель преломления воды относительно воздуха — n . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) скорость света в воздухе
 Б) скорость света в воде

ФОРМУЛЫ

- 1) $\lambda \nu$
 2) $\frac{\lambda}{\nu}$
 3) $\lambda \nu n$
 4) $\frac{\lambda}{\nu} n$

Ответ:

А	Б

19. На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов, нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространенность изотопа в природе. Определите число протонов и число нейтронов в ядре самого распространенного стабильного изотопа меди.

2	II	Li ЛИТИЙ 7 _{вз} 6 _{7,4}	3	Be БЕРИЛЛИЙ 9 ₁₀₀	4	B БОР 11 _{вз} 10 ₂₀
3	III	Na НАТРИЙ 23 ₁₀₀	11	Mg МАГНИЙ 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	12	Al АЛЮМИНИЙ 27 ₁₀₀
4	IV	K КАЛИЙ 39 _{вз} 41 _{6,7}	19	Ca КАЛЬЦИЙ 40 ₉₇ 44 _{2,1}	20	Sc СКАНДИЙ 45 ₁₀₀
	V	29 Cu МЕДЬ 63 _{вз} 65 ₃₁	30	Zn ЦИНК 64 ₄₀ 66 ₂₈ 68 ₁₉	31	Ga ГАЛЛИЙ 69 _{вз} 71 ₄₀

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

20. Модуль импульса фотона в первом пучке света в 2 раза больше, чем во втором пучке. Чему равно отношение частоты света в первом пучке к частоте света во втором пучке?

Ответ: _____.

21. В опыте по изучению фотоэффекта металлическая пластина облучалась светом с частотой ν . Работа выхода электронов из металла равна $A_{\text{вых}}$. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме, m_e — масса электрона). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) красная граница фотоэффекта $\lambda_{\text{кр}}$
 Б) максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{hc}{A_{\text{вых}}}$
 2) $\frac{h\nu}{A_{\text{вых}}}$
 3) $\frac{2}{m_e} \sqrt{h\nu - A_{\text{вых}}}$
 4) $h\nu - A_{\text{вых}}$

Ответ:

А	Б

22. При определении массы масла плотностью $0,8 \text{ г/см}^3$ ученик измерил объем масла с использованием мерного цилиндра: $V = (15,0 \pm 0,5) \text{ см}^3$. Запишите в ответ массу масла с учетом погрешности измерений.

Ответ: (_____ \pm _____) г.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

23. Ученик изучает свойства силы трения скольжения. В его распоряжении имеются установки, состоящие из горизонтальной опоры и сплошного тела. Параметры установок приведены в таблице. Какие из установок нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость коэффициента трения от массы тела?

№ установки	Материал опоры	Объем сплошного тела	Материал, из которого сделано тело
1	сталь	25 см^3	сталь
2	сталь	50 см^3	сталь
3	сталь	25 см^3	алюминий
4	чугун	25 см^3	сталь
5	чугун	50 см^3	медь

В ответе запишите номера выбранных установок.

Ответ:

24. Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики некоторых спутников планет Солнечной системы.

Название спутника	Радиус спутника, км	Радиус орбиты, тыс. км	Средняя плотность, г/см^3	Вторая космическая скорость, м/с	Планета
Луна	1737	384,4	3,35	2038	Земля
Фобос	~12	9,38	2,20	11	Марс
Ио	1815	422,6	3,57	2560	Юпитер
Европа	1569	670,9	2,97	2040	Юпитер
Каллисто	2400	1883	1,86	2420	Юпитер
Титан	2575	1221,9	1,88	2640	Сатурн
Оберон	761	587,0	1,50	770	Уран
Тритон	1350	355,0	2,08	1450	Нептун

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

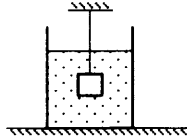
- 1) Сила притяжения Ио к Юпитеру меньше, чем сила притяжения Европы.
- 2) Первая космическая скорость для Луны меньше, чем для Европы.
- 3) Каллисто находится дальше от поверхности Юпитера, чем Ио.
- 4) Ускорение свободного падения на Тритоне примерно равно $1,79 \text{ м/с}^2$.
- 5) Масса Луны больше массы Ио.

Ответ:

Часть 2

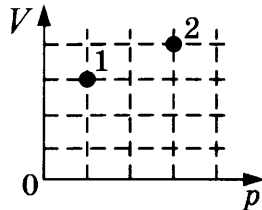
Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Груз массой $m = 2,0$ кг, подвешенный на тонкой нити, целиком погружен в воду и не касается дна сосуда (см. рисунок). Модуль силы натяжения нити $T = 13$ Н. Найдите объем груза.



Ответ: _____ л.

26. В сосуде находится 1 моль идеального одноатомного газа. В состоянии 1 температура газа равна 100 К. Определите внутреннюю энергию газа в состоянии 2 (см. рисунок). Ответ приведите в кДж, округлив до целых.



Ответ: _____ кДж.

27. Две частицы с одинаковыми зарядами и отношением масс $\frac{m_2}{m_1} = 2$ влетели в однородные магнитные поля, векторы магнитной индукции которых перпендикулярны скорости частиц: первая — в поле с индукцией B_1 , вторая — в поле с индукцией B_2 . Найдите отношение кинетических энергий частиц $\frac{W_2}{W_1}$, если радиусы их траекторий одинаковы, отношение модулей магнитных индукций $\frac{B_2}{B_1} = 2$.

Ответ: _____.

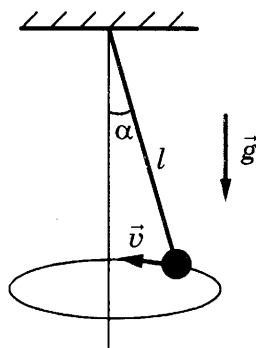
Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте четко и разборчиво.

28. Маленький незаряженный шарик, подвешенный на непроводящей нити, помещен над горизонтальной металлической пластиной, равномерно заряженной положительным зарядом. Размеры пластины во много раз превышают длину нити. Опираясь на законы механики и электродинамики, объясните, как изменится частота малых свободных колебаний шарика, если ему сообщить отрицательный заряд.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Небольшой груз, прикрепленный к нити длиной $l = 15$ см, вращается вокруг вертикальной оси так, что нить отклоняется от вертикали на угол $\alpha = 60^\circ$. С какой скоростью движется груз?

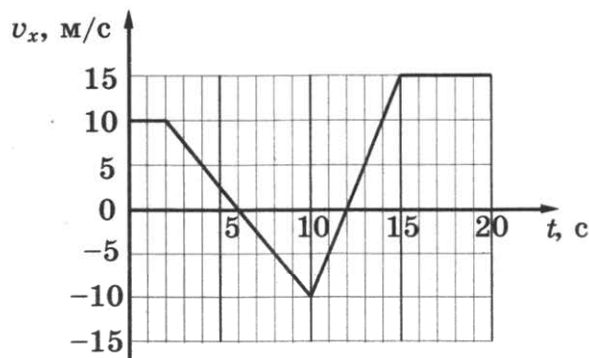


30. В сосуде под поршнем находился воздух с относительной влажностью $\varphi = 40\%$. Объем воздуха изотермически уменьшили в 5 раз. Какая часть α водяных паров сконденсировалась после сжатия?
31. Колебательный контур радиоприемника настроен на длину волны $\lambda = 500$ м. Индуктивность катушки контура $L = 3$ мкГн. В контуре используется плоский воздушный конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 1$ мм. Максимальная напряженность электрического поля конденсатора в ходе колебаний $E_{\max} = 3$ В/м. Каков максимальный ток в катушке индуктивности?
32. Определите коэффициент полезного действия атомной электростанции, расходующей за неделю уран-235 (${}_{92}^{235}\text{U}$) массой 1,4 кг, если ее мощность равна 38 МВт. При делении одного ядра урана-235 выделяется энергия 200 МэВ.

РЕШЕНИЕ ВАРИАНТА 1

Часть 1

1. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени. Чему равна проекция ускорения этого тела a_x в интервале времени от 10 до 15 с?



Решение:

Проекцию ускорения тела на выделенную ось можно найти как отношение разности проекций скоростей тела на эту ось в конце и начале заданного промежутка времени к длительности промежутка: $a_x = \frac{15 - (-10)}{5} = 5 \text{ м/с}^2$.

Ответ: 5 м/с².

2. У поверхности Земли на космонавта действует гравитационная сила 900 Н. Какая гравитационная сила действует со стороны Земли на того же космонавта в космическом корабле, который движется по круговой орбите на расстоянии двух радиусов Земли от земной поверхности?

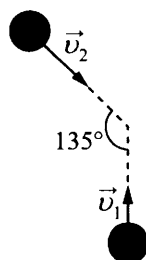
Решение:

Согласно закону всемирного тяготения, сила с которой Земля действует на космонавта, равна $F = G \frac{Mm}{r^2}$, где M — масса Земли, m — масса космонавта, G — гравитационная постоянная, r — расстояние от центра Земли до космонавта. Тогда у поверхности эта сила равна $F_1 = G \frac{Mm}{R^2}$, а на расстоянии двух радиусов от поверхности:

$$F_2 = G \frac{Mm}{(3R)^2} = \frac{F_1}{9} = 100 \text{ Н.}$$

Ответ: 100 Н.

3. Одинаковые шары массой 0,4 кг каждый движутся со скоростями, показанными на рисунке, и при столкновении слипаются. Чему будет равен суммарный импульс шаров после столкновения, если $v_1 = 4 \text{ м/с}$, $v_2 = \sqrt{2}v_1$?



Решение:

При столкновении шаров выполняется закон сохранения импульса: $m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = \vec{p}$, где \vec{p} — импульс шаров после столкновения. Спроецируем это векторное равенство на вертикальную и горизонтальную ось:

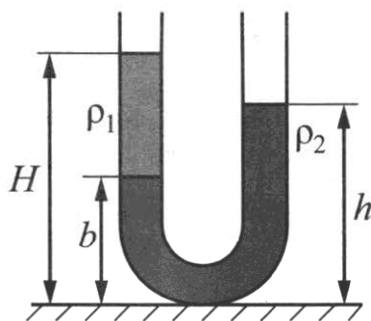
$$mv_1 - mv_2 \cos 45^\circ = p_y; \quad mv_2 \sin 45^\circ = p_x.$$

Учитывая связь между v_1 и v_2 , получим, что $p_y = 0$.

$$\text{Тогда } p = p_x = mv_2 \frac{\sqrt{2}}{2} = mv_1 = 1,6 \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

Ответ: 1,6 кг · м/с.

4. В широкую U-образную трубку, расположенную вертикально, налиты жидкости плотностью ρ_1 и ρ_2 (см. рисунок). Жидкости не смешиваются. На рисунке $b = 15$ см, $h = 30$ см, $H = 35$ см. Чему равно отношение плотностей $\frac{\rho_1}{\rho_2}$?



Решение:

На одном уровне в сообщающихся сосудах давление одинаково. На расстоянии b от пола давление в левом колене создаёт только жидкость плотностью ρ_1 , а в правом — жидкость плотностью ρ_2 (так как оба колена открыты, атмосферное давление можно не учитывать).

$$\text{Тогда: } \rho_1 g(H - b) = \rho_2 g(h - b). \text{ Получаем } \frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{h - b}{H - b} = \frac{15}{20} = 0,75.$$

Ответ: 0,75.

5. Четыре тела одинаковой массы 100 г двигались вдоль оси Ox . В таблице представлена зависимость их координат от времени.

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5
$x_1, \text{ см}$	0	4	8	18	32	50
$x_2, \text{ см}$	2	2	2	2	2	2
$x_3, \text{ см}$	0	2	4	6	8	10
$x_4, \text{ см}$	0	2	0	-2	0	2

Выберите из предложенных утверждений **два**, которые верно отражают результаты этого опыта.

- 1) Первое тело двигалось равномерно.
- 2) Сумма сил, действующих на второе тело равна нулю.
- 3) Скорость третьего тела равна 2 м/с.
- 4) Период колебаний четвертого тела равен 2 с.
- 5) В момент времени 3 с кинетическая энергия третьего тела была равна 0,4 Дж.

Решение:

При равномерном движении за любые равные промежутки времени перемещение тела одинаковое, что не выполняется для первого тела — ответ 1 неверен.

Второе тело покоится, значит, сумма действующих на него сил равна нулю (согласно 2-му закону Ньютона) — это утверждение верное.

Тело 3 движется равномерно, и его скорость равна $v = \frac{x(1) - x(0)}{1 - 0} = 2 \text{ м/с}$ — верный от-

вет. Кинетическая энергия этого тела постоянна и равна $E = \frac{mv^2}{2} = \frac{0,1 \cdot 4}{2} = 0,2 \text{ Дж}$ — от-
вет 5 неверен.

Тело 4 действительно колеблется, но движение полностью повторяется через 4 с, т.е. $T = 4 \text{ с}$.

Ответ: 23 (или 32).

6. Шарик, брошенный от поверхности земли вертикально вверх с начальной скоростью v_0 , поднялся на высоту H , а затем упал обратно на землю. Что произойдет с ускорением шарика и его максимальной потенциальной энергией относительно земной поверхности, если уменьшить начальную скорость шарика в 2 раза? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

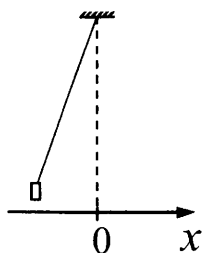
Ускорение шарика	Максимальная потенциальная энергия относительно земной поверхности

Решение:

Движение шарика в этом опыте является свободным падением и происходит с ускорением \vec{g} , которое постоянно вблизи поверхности земли и от скорости тела не зависит. При увеличении начальной скорости шарик поднимется на высоту $H_1 > H$. Так как потенциальная энергия шарика определяется его высотой h относительно земной поверхности и равна mgh , то она увеличится.

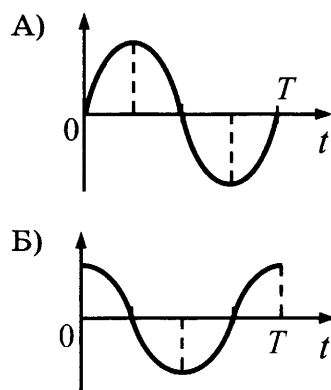
Ответ: 32.

7. Груз, привязанный к нити, отклонили от положения равновесия и отпустили из состояния покоя (см. рисунок). На графиках А и Б показано изменение физических величин, характеризующих движение груза после этого. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) кинетическая энергия E_k
- 2) координата x
- 3) проекция импульса p_x
- 4) проекция ускорения a_x

Решение:

Движение груза является гармоническим колебанием, при котором его координата, проекция скорости и ускорения на ось x меняются по законам \sin или \cos . Согласно рисунку, тело движется из положения, в котором его координата минимальна, значит, закон движения имеет вид:

$$x(t) = -A \cos(\omega t),$$

где A — амплитуда колебаний, ω — циклическая частота. Оба представленных графика не соответствуют этому закону.

Проекцию скорости и ускорения на ось x можно найти следующим образом:

$$v_x(t) = x'(t) = A\omega \sin(\omega t)$$

$$a_x(t) = v'_x(t) = A\omega^2 \cos(\omega t).$$

Таким образом, график А соответствует зависимости от времени проекции скорости или импульса $p_x = mv_x$, а график Б — проекции ускорения a_x .

Ответ: 34.

8. Объем 1 моль водорода в сосуде при температуре T и давлении p равен 3 л. Чему равен объем 3 моль водорода при том же давлении и температуре $2T$? (Водород считать идеальным газом.)

Решение:

Запишем уравнение Менделеева–Клапейрона для 1 моль водорода и для 3 моль водорода:
 $pV = RT$; $pV_1 = 3R \cdot 2T$.

Поделив уравнения друг на друга, получим $V_1 = 6V = 18$ л.

Ответ: 18 л.

9. Кусок металла с удельной теплоемкостью 450 Дж / (кг · К) нагрели от 20 °С до 60 °С, затратив количество теплоты, равное 36 кДж. Чему равна масса этого куска металла?

Решение:

Количество теплоты, необходимое для нагревания вещества массой m , равно $Q = cm\Delta t$, где c — удельная теплоемкость вещества, Δt — изменение его температуры. Получим:

$$m = \frac{Q}{c\Delta t} = \frac{36000}{450 \cdot 40} = 2 \text{ кг.}$$

Ответ: 2 кг.

10. Газ в цилиндре расширился, совершив работу 150 Дж. Внутренняя энергия газа при этом уменьшилась на 30 Дж. Какое количество теплоты газ получил от окружающих тел?

Решение:

Согласно 1-му закону термодинамики $Q = \Delta U + A$, где Q — количество теплоты, полученное газом, ΔU — изменение внутренней энергии газа, A — его работа. Подставляя числовые данные, получим $Q = -30 + 150 = 120$ Дж.

Ответ: 120 Дж.

11. В жёстком закрытом сосуде находится влажный воздух при температуре 16 °С. Плотность водяных паров в сосуде равна $1,155 \cdot 10^{-2}$ кг/м³. Воздух в сосуде нагревают до 25 °С. Пользуясь таблицей зависимости плотности насыщенных паров воды от температуры, выберите **два** верных утверждения о результатах этого опыта.

t °С	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho_{\text{нп}}$, 10^{-2} кг/м ³	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

- 1) При температуре 16 °С на стенках сосуда есть капельки росы.
- 2) Относительная влажность воздуха в сосуде при 18 °С равна 75%.
- 3) При увеличении температуры относительная влажность воздуха в сосуде уменьшается.
- 4) Давление в сосуде остаётся постоянным.
- 5) Плотность водяного пара в сосуде при нагревании увеличивается.

Решение:

Капли росы могут быть на стенках сосуда, только если пар насыщенный, так как при температуре 16 °С плотность пара меньше плотности насыщенного пара при этой температуре, значит, пар не насыщенный и росы нет.

По определению относительной влажности $\varphi = \frac{\rho}{\rho_{\text{нп}}} \cdot 100\% = \frac{1,155}{1,54} \cdot 100\% = 75\%$ — ответ

верный.

При увеличении температуры плотность паров в сосуде не изменяется (m и V постоянны), а плотность насыщенных паров увеличивается — относительная влажность уменьшается, ответ верный.

При увеличении температуры в сосуде неизменного объема давление увеличивается — ответ неверен.

Ответ: 23 (или 32).

12. В ходе адиабатного процесса внутренняя энергия 1 моль разреженного гелия увеличивается. Как изменятся при этом температура гелия и его давление?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура гелия	Давление гелия

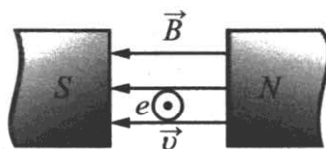
Решение:

Для одного моль идеального одноатомного газа внутренняя энергия равна $U = \frac{3}{2} RT$, то есть при увеличении внутренней энергии температура газа увеличивается.

При адиабатном процессе газ не обменивается теплом с окружающей средой. Тогда согласно 1-му закону термодинамики $0 = \Delta U + A$, где ΔU — изменение внутренней энергии газа, A — его работа. $\Delta U > 0$, значит, $A < 0$ и объём газа уменьшается, а давление увеличивается.

Ответ: 11.

13. Электрон e влетает в зазор между полюсами электромагнита со скоростью \vec{v} , направленной к наблюдателю перпендикулярно плоскости рисунка (см. рисунок, где кружок с точкой показывает направление движения электрона). Как направлена (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) действующая на него сила Лоренца \vec{F} ? Ответ запишите словом (словами).



Решение:

Используя правило левой руки и учитывая, что заряд электрона отрицательный, получим направление силы Лоренца — вверх.

Ответ: вверх.

14. Заряженная пылинка массой m с зарядом q движется с ускорением $a = 20 \text{ м/с}^2$ в однородном электрическом поле напряжённостью \vec{E} . Каково ускорение пылинки массой $2m$ с зарядом $3q$ в том же поле? (Силой тяжести, действующей на пылинку, пренебречь.)

Решение:

На пылинку в электрическом поле действует сила $F = qE$. Найдём её ускорение, используя 2-й закон Ньютона $a = \frac{qE}{m}$. Для второй пылинки $a_1 = \frac{3qE}{2m} = \frac{3}{2}a = 30 \text{ м/с}^2$.

Ответ: 30 м/с^2 .

15. Индуктивность одного витка проволоки равна $4 \cdot 10^{-3}$ Гн. При какой силе тока магнитный поток через поперечное сечение катушки, сделанной из 5 витков, равен 20 мВб ?

Решение:

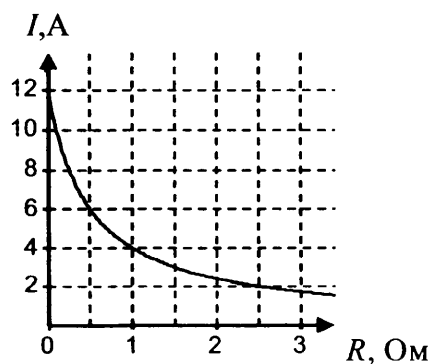
Магнитный поток через 1 виток равен $\Phi = LI$, через катушку из N витков $\Phi_0 = NLI$.

Тогда $I = \frac{\Phi_0}{NL} = \frac{20 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 4 \cdot 10^{-3}} = 1 \text{ А}$.

Ответ: 1 А.

16. К аккумулятору подключили реостат. На рисунке показан график изменения силы тока в реостате в зависимости от его сопротивления. Выберите из предложенных утверждений *два*, которые верно отражают результаты этого опыта.

- 1) Внутреннее сопротивление аккумулятора равно $0,5 \text{ Ом}$.
- 2) ЭДС аккумулятора равна 12 В .
- 3) Мощность, выделяемая в реостате, увеличивается при увеличении его сопротивления от 1 Ом до 2 Ом .
- 4) Напряжение на реостате при силе тока 2 А равно 5 В .
- 5) Напряжение на источнике не зависит от силы тока через реостат.



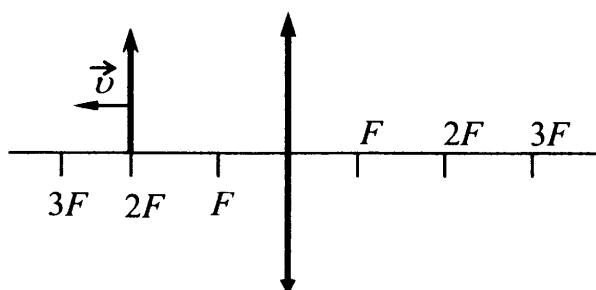
Решение:

По закону Ома для полной цепи $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$, где \mathcal{E} — ЭДС источника, R — сопротивление внешней цепи (реостата), r — внутреннее сопротивление источника. Запишем этот закон для двух значений силы тока 4 А и 2 А (сопротивления реостата при этом равны 1 Ом и 2,5 Ом): $4 \cdot 1 + 4r = \mathcal{E}$; $2 \cdot 2,5 + 2r = \mathcal{E}$. Из этих уравнений получаем $r = 0,5$ Ом, $\mathcal{E} = 6$ В. Ответ 1 верен, 2 — неверен.

Напряжение на реостате равно $U = IR$, при силе тока 2 А $U = 5$ В. Ответ 4 — верный. Мощность, выделяемая в реостате, равна I^2R и уменьшается при увеличении его сопротивления от 1 Ом до 2 Ом. Напряжение на источнике равно напряжению на реостате и зависит от его сопротивления.

Ответ: 14 (или 41).

17. Предмет, расположенный на двойном фокусном расстоянии от тонкой собирающей линзы, передвигают к тройному фокусу (см. рисунок). Как изменятся при этом расстояние от линзы до изображения предмета и размер изображения?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Расстояние от линзы до изображения	Размер изображения

Решение:

Запишем формулу линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$, F — фокусное расстояние линзы, a — расстояние от предмета до линзы, b — расстояние от линзы до изображения. Записав её для $a_1 = 2F$ и $a_2 = 3F$, получим $b_1 = 2F$, $b_2 = 1,5F$. Расстояние от линзы до изображения уменьшилось. Размер изображения относится к размеру предмета так же, как b/a . Значит, размер изображения также уменьшился.

Ответ: 22.

18. Участок цепи постоянного тока содержит резистор. Установите соответствие между формулами для вычисления физических величин и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения: I — сила тока на участке цепи; U — напряжение на участке цепи, t — время протекания тока. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Сопротивлением контура пренебречь.

ФОРМУЛЫ

- А) IU
- Б) It

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) заряд, протекший через резистор
- 2) напряжение на резисторе
- 3) мощность тока, выделяющаяся на резисторе
- 4) сила тока через резистор

Решение:

Согласно определению силы тока, заряд, протекший через резистор за время t , равен $q = It$, согласно закону Ома для участка цепи, напряжение на этом участке равно $U = IR$, согласно закону Джоуля–Ленца, мощность тока, выделяющаяся на резисторе, равна $I^2 R = \frac{U^2}{R} = IU$. Верные ответы 3 и 1.

Ответ: 31.

19. Ядро магния ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ захватило электрон. Определите число протонов и нейтронов в этом ядре, образовавшемся в результате такой реакции.

Число протонов	Число нейтронов
11	13

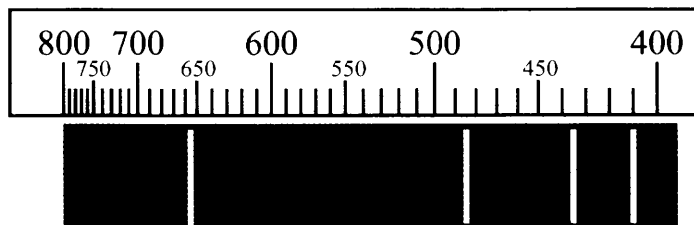
Решение:

Запишем описанную в условии ядерную реакцию, используя законы сохранения массового и зарядового числа: ${}^{24}_{12}\text{Mg} + {}^0_{-1}e \rightarrow {}^{24}_{11}\text{X}$.

Получившееся ядро содержит 11 протонов и $24 - 11 = 13$ нейтронов.

Ответ: 1113.

20. На рисунке представлен фрагмент спектра излучения атомарных паров водорода. Цифры на числовой оси — длины волн в нанометрах. Чему равна минимальная энергия фотонов на данном участке спектра?



Решение:

Энергия фотонов равна $E = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$, где h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме, λ — длина волны. Энергия фотона минимальна для максимальной длины волны из рассматриваемого участка — 660 нм.

$$E = 6,6 \cdot 10^{-34} \frac{3 \cdot 10^8}{660 \cdot 10^{-9}} = 3 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$$

Ответ: $3 \cdot 10^{-19}$ Дж.

21. В ядерном реакторе цепочка ядерных реакций начинается с захвата ядром быстрого нейтрона. Как изменятся при захвате нейтрона следующие характеристики ядра: заряд ядра и число нуклонов в ядре?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Заряд ядра	Число нуклонов в ядре

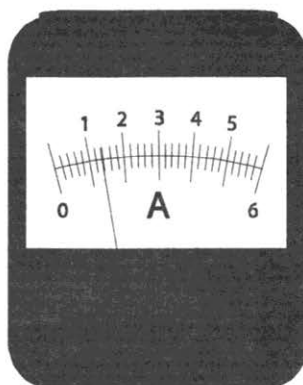
Решение:

Запишем описанную в условии ядерную реакцию, используя законы сохранения массового и зарядового числа: ${}^A_ZX + {}^1_0n \rightarrow {}^{A+1}_ZY$. Получившееся ядро Y имеет такой же заряд, что и ядро X , значит, количество протонов не изменилось. Массовое число увеличилось, количество нуклонов в ядре увеличилось.

Ответ: 31.

22. С помощью амперметра проводились измерения силы тока на участке цепи. Шкала амперметра проградуирована в А. Погрешность измерений силы тока равна половине цены деления шкалы амперметра.

Запишите в ответ величину силы тока в цепи с учётом погрешности измерений.



Решение:

Цена деления амперметра равна 0,2 А. Его показания равны $(1,4 \pm 0,1)$ А.

Ответ: 1,40,1.

23. Необходимо собрать экспериментальную установку, с помощью которой можно определить ускорение тела, соскальзывающего с наклонной плоскости. Для этого школьник взял брусок и наклонную плоскость. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) динамометр
- 2) пружина
- 3) секундомер
- 4) линейка
- 5) весы

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Решение:

Согласно законам кинематики для определения ускорения тела, движущегося из состояния покоя, надо знать расстояние, которое оно прошло и время движения $a = \frac{2S}{t^2}$. Для

определения этих величин нужны линейка и секундомер.

Ответ: 34 (или 43).

24. Рассмотрите таблицу, содержащую некоторые характеристики планет Солнечной системы. Размеры и параметры орбит даны в сравнении с планетой Земля.

Имя	Диаметр	Масса	Орбитальный радиус (а.е.)	Период обращения (земных лет)	Период вращения (земных суток)
Меркурий	0,38	0,06	0,39	0,24	58,6
Венера	0,95	0,82	0,72	0,62	243
Земля	1	1	1	1	1
Марс	0,53	0,11	1,5	1/9	1
Юпитер	11,2	318	5,2	11,9	0,41
Сатурн	9,5	95,2	9,5	29,5	0,43
Уран	4	14,6	19,2	84	0,72
Нептун	3,9	17,2	30,1	165	0,67

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Средняя плотность Венеры меньше средней плотности Земли.
- 2) Центростремительное ускорение Юпитера при его вращении вокруг Солнца больше центростремительного ускорения Марса.
- 3) Первая космическая скорость для Нептуна меньше, чем для Урана.
- 4) Ускорение свободного падения на Меркурии составляет примерно 1 м/с^2 .
- 5) Сила притяжения Сатурна к Солнцу больше, чем у Юпитера.

Решение:

1) Средняя плотность равна $\rho = \frac{M}{V} = \frac{3M}{4\pi r^3}$. Отношение средних плотностей Венеры и Земли равно $\frac{\rho_B}{\rho_3} = \frac{M_B}{r_B^3} \cdot \frac{r_3^3}{M_3} = \frac{M_B}{d_B^3} \cdot \frac{d_3^3}{M_3} = \frac{0,82}{0,95^3} \cdot \frac{1}{1^3} \approx 0,956$.

Следовательно, плотность Венеры меньше. Утверждение верное.

2) Центростремительное ускорение определяется из закона всемирного тяготения:

$Ma_{ц} = G \frac{MM_c}{R^2}$, где M_c — масса Солнца. Отношение центростремительного ускорения

Юпитера к центростремительному ускорению Марса равно: $\frac{a_{цЮ}}{a_{цМ}} = \frac{R_M^2}{R_{Ю}^2} = \frac{1,5^2}{5,2^2} \approx 0,083$.

Таким образом, ускорение Юпитера меньше. Утверждение неверное.

3) Первая космическая скорость равна $v = \sqrt{G \frac{M}{r}}$. Сравнивая скорости для Нептуна и

Урана, получим: $\frac{v_H}{v_Y} = \sqrt{\frac{M_H}{r_H}} \cdot \sqrt{\frac{r_Y}{M_Y}} = \sqrt{\frac{17,2 \cdot 4}{14,6 \cdot 3,9}} \approx 1,1$. Первая космическая скорость для

Нептуна чуть больше, чем для Урана. Утверждение неверное.

4) Ускорение свободного падения равно $g = G \frac{M}{r^2}$. Тогда ускорение свободного падения на Меркурии определяется как:

$g_M = g_3 \frac{M_M}{r_M^2} \cdot \frac{r_3^2}{M_3} = g_3 \frac{M_M}{d_M^2} \cdot \frac{d_3^2}{M_3} = 10 \cdot \frac{0,11}{(2 \cdot 0,53)^2} \approx 0,99 \text{ м/с}^2 \approx 1 \text{ м/с}^2$. Утверждение верное.

5) Сила притяжения планеты к Солнцу определяется, согласно закону всемирного тяго-

тения, как $F = G \frac{M_c M}{R^2}$. Тогда $\frac{F_c}{F_{Ю}} = \frac{M_c}{R_c^2} \cdot \frac{R_{Ю}^2}{M_{Ю}} = \frac{M_c}{d_c^2} \cdot \frac{d_{Ю}^2}{M_{Ю}} = \frac{95,2 \cdot (11,2)^2}{318 \cdot (9,5)^2} \approx 0,42$. Это оз-

начает, что сила притяжения Сатурна к Солнцу меньше, чем у Юпитера. Утверждение неверное.

Ответ: 14.

Часть 2

25. Снаряд, летящий со скоростью 100 м/с, разрывается на два осколка. Один из осколков летит под углом 90° к первоначальному направлению, а второй — под углом 60° . Какова масса снаряда до разрыва, если второй осколок массой 1 кг имеет скорость 400 м/с? Массой взрывчатого вещества пренебречь.

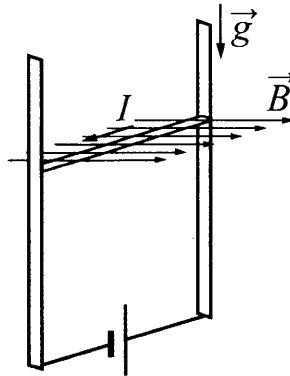
Решение:

Согласно закону сохранения импульса, импульс двух осколков в проекции на первоначальное направление снаряда должен сохраниться. Следовательно $mv_0 = m_2v_2 \cos \alpha$, где $v_0 = 100$ м/с, $v_2 = 400$ м/с, $m_2 = 1$ кг.

Отсюда искомая масса снаряда равна: $m = \frac{m_2 v_2 \cos \alpha}{v_0} = \frac{1 \cdot 400}{100 \cdot 2} = 2$ кг.

Ответ: 2 кг.

26. В однородном магнитном поле по вертикальным направляющим без трения скользит прямой горизонтальный проводник массой 0,2 кг, по которому течёт ток 2 А. Вектор магнитной индукции направлен горизонтально перпендикулярно проводнику (см. рисунок), $B = 2$ Тл. Чему равна длина проводника, если известно, что ускорение проводника направлено вниз и равно 2 м/с²?



Решение:

На проводник с током действуют сила тяжести, направленная вниз, и сила Ампера, направленная вверх и равная $F_A = IBl$.

Уравнение движения проводника тяжести имеет следующий вид:

$$ma = mg - F_A = mg - IBl.$$

Отсюда искомая длина проводника равна: $l = \frac{m(g - a)}{IB} = \frac{0,2 \cdot 8}{2 \cdot 2} = 0,4$ м

Ответ: 0,4 м.

27. Предмет расположен на горизонтальной главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Оптическая сила линзы $D = 5$ дптр. Изображение предмета действительное, увеличение (отношение высоты изображения предмета к высоте самого предмета) $k = 2$. Найдите расстояние от изображения предмета до линзы.

Решение:

Увеличение, даваемое тонкой собирающей линзой, равно:

$k = \frac{b}{a}$, где a — расстояние от предмета до линзы, b — расстояние от изображения до линзы.

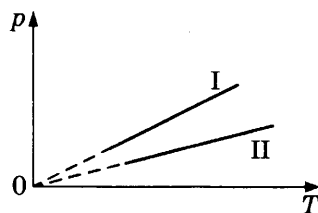
Согласно формуле тонкой линзы: $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = D$.

Отсюда получим: $b = \frac{k+1}{D} = \frac{3}{5} = 0,6 \text{ м} = 60 \text{ см}$.

Ответ: 60 см.

Задания с развернутым ответом

28. Две порции одного и того же идеального газа нагреваются в сосудах одинакового объёма. Графики процессов представлены на рисунке. Почему изохора I лежит выше изохоры II? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



Возможное решение

Количество вещества в первой порции газа больше, чем во второй.

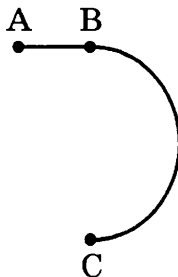
Для описания изохорного нагревания идеального газа используем уравнение Менделеева – Клапейрона: $p = \frac{\nu RT}{V}$, где ν — число молей газа.

Отсюда следует, что при одинаковых температуре и объёме $\frac{p_1}{p_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$.

Как следует из рисунка, $p_1 > p_2$ (при одинаковых температуре и объёме).

Поэтому $\nu_1 > \nu_2$.

29. Стартуя из точки А (см. рисунок), спортсмен движется равноускоренно до точки В, после которой модуль скорости спортсмена остаётся постоянным вплоть до точки С. Во сколько раз время, затраченное спортсменом на участок ВС, больше, чем на участок АВ, если модуль ускорения на обоих участках одинаков? Траектория ВС — полуокружность.



Возможное решение

Ускорение на прямолинейном участке определяется по формуле $a_1 = \frac{v}{t_1}$, где v — скорость в точке В, а t_1 — время движения по прямолинейному участку.

Ускорение при движении по дуге окружности есть центростремительное ускорение и определяется по формуле $a_2 = \frac{v^2}{R}$, где R — радиус полуокружности.

С учётом того что $v = \frac{\pi R}{t_2}$, получим $a_2 = \frac{v\pi}{t_2}$.

Приравнивая выражения для ускорений, получим $\frac{v}{t_1} = \frac{v\pi}{t_2}$,

откуда для искомого отношения имеем $\frac{t_2}{t_1} = \pi$.

Ответ: $\frac{t_2}{t_1} = \pi$.

30. Два одинаковых теплоизолированных сосуда соединены короткой трубкой с краном. Объём каждого сосуда $V = 1 \text{ м}^3$. В первом сосуде находится $\nu_1 = 1$ моль гелия при температуре $T_1 = 400 \text{ К}$; во втором — $\nu_2 = 3$ моль аргона при температуре T_2 . Кран открывают. После установления равновесного состояния давление в сосудах $p = 5,4 \text{ кПа}$. Определите первоначальную температуру аргона T_2 .

Возможное решение

Поскольку в указанном процессе газ не совершает работы и система является теплоизолированной, то в соответствии с первым законом термодинамики суммарная внутренняя энергия газов сохраняется:

$$\frac{3}{2} \nu_1 RT_1 + \frac{3}{2} \nu_2 RT_2 = \frac{3}{2} (\nu_1 + \nu_2) RT,$$

где T — температура в объединённом сосуде в равновесном состоянии после открытия крана.

В соответствии с уравнением Клапейрона—Менделеева для конечного состояния можно записать:

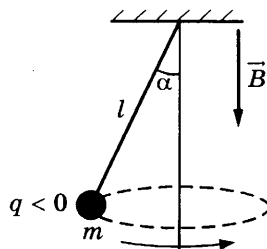
$$p(2V) = (\nu_1 + \nu_2) RT.$$

Исключая из двух записанных уравнений конечную температуру T , получаем искомое выражение для начальной температуры аргона:

$$T_2 = \frac{2Vp}{\nu_2 R} - \frac{\nu_1}{\nu_2} T_1 = \frac{2 \cdot 1 \cdot 5,4 \cdot 10^3}{3 \cdot 8,31} - \frac{1}{3} \cdot 400 \approx 300 \text{ К}.$$

Ответ: $T_2 \approx 300 \text{ К}$.

31. В однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} , направленной вертикально вниз, равномерно вращается по окружности в горизонтальной плоскости против часовой стрелки отрицательно заряженный шарик массой m , подвешенный на нити длиной l (конический маятник). Угол отклонения нити от вертикали равен α , скорость вращения шарика равна v . Найдите заряд шарика q . Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шарик.



Возможное решение

На шарик действуют три силы: сила тяжести, сила натяжения нити и сила Лоренца (см. рисунок). Запишем второй закон Ньютона в проекциях на оси координат инерциальной системы отсчёта, связанной с Землёй:

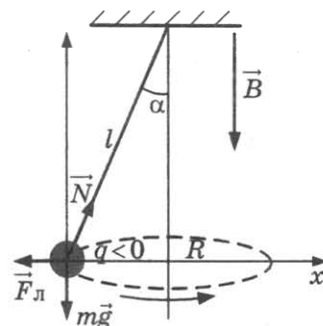
$$\begin{cases} N \sin \alpha - qvB = \frac{mv^2}{R} \\ N \cos \alpha - mg = 0 \end{cases}$$

Выражая N , получим: $mg \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{mv^2}{R} + qvB$.

Так как $R = l \sin \alpha$, получим ответ:

$$q = \frac{m}{B} \left(\frac{g}{v} \operatorname{tg} \alpha - \frac{v}{l \sin \alpha} \right).$$

Ответ: $q = \frac{m}{B} \left(\frac{g}{v} \operatorname{tg} \alpha - \frac{v}{l \sin \alpha} \right).$



32. Фотокатод с работой выхода $4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж освещается монохроматическим светом. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $4 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружностям. Максимальный радиус такой окружности 10 мм. Какова частота ν падающего света?

Возможное решение

Электрон в магнитном поле движется по окружности радиусом R со скоростью v и центростремительным ускорением $a = \frac{v^2}{R}$.

Ускорение вызывается силой Лоренца ($F = evB$) в соответствии со вторым законом Ньютона: $ma = F$, или $m \frac{v^2}{R} = evB \Rightarrow v = \frac{eBR}{m}$.

Для определения максимальной скорости движения электрона воспользуемся уравнением Эйнштейна для фотоэффекта: $h\nu = A + \frac{mv^2}{2}$

Подставляя в это уравнение скорость электрона, получим выражение для частоты света:

$$\nu = \frac{A}{h} + \frac{(eBR)^2}{2mh} = \frac{4,42 \cdot 10^{-19}}{6,6 \cdot 10^{-34}} + \frac{(1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 4 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2})^2}{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 6,6 \cdot 10^{-34}} \approx 10^{15} \text{ Гц.}$$

Ответ: $\nu \approx 1 \cdot 10^{15}$ Гц.

ОТВЕТЫ

Система оценивания экзаменационной работы по физике

Задания с кратким ответом (1–27)

Задание с кратким ответом считается выполненным, если записанный в бланке № 1 ответ совпадает с верным ответом.

Задания 1–4, 8–10, 13–15, 19, 20, 22, 23 части 1 и задания 25–27 части 2 оцениваются 1 баллом.

Задания 5–7, 11, 12, 16–18, 21 и 24 части 1 оцениваются 2 баллами, если верно указаны оба элемента ответа; 1 баллом, если допущена ошибка в указании одного из элементов ответа, и 0 баллов, если допущено две ошибки.

Ответы на задания с кратким ответом обрабатываются автоматически после сканирования бланков ответов № 1.

Задание с развернутым ответом оценивается двумя экспертами с учетом правильности и полноты ответа. Максимальный первичный балл за задания с развернутым ответом составляет 3 балла.

Задания	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	5	35	7,5	–5	–4	250	6	–0,5	8	1
2	100	2	0,2	10	450	0,75	0,15	0,32	319	9
3	1,6	9	15	30	20	500	0	0,4	2000	6
4	0,75	4	1,4	1000	0,08	15000	2,5	8	60	18
5	23 или 32	14 или 41	34 или 43	25 или 52	13 или 31	24 или 42	14 или 41	14 или 41	23 или 32	45 или 54
6	32	31	21	33	22	12	21	33	31	13
7	34	23	12	23	31	31	41	23	32	24
8	18	80	10	4	50	2	600	900	4	8
9	2	20	498,6	100	16	40	2	90	1,2	6
10	120	100	250	500	16	3	4,5	180	0,75	4
11	23 или 32	25 или 52	15 или 51	25 или 52	35 или 53	24 или 42	25 или 52	13 или 31	45 или 54	24 или 42
12	11	23	23	32	33	31	33	43	31	31
13	вверх	вправо	вверх	от наблюдателя	вниз	вниз	вниз	к наблюдателю	вниз	влево
14	30	3	3,6	3	160	256	1,75	245	1	2,5
15	1	12	1	4	0,001	70	0,9	1,5	4	4
16	14 или 41	23 или 32	23 или 32	24 или 42	35 или 53	45 или 54	15 или 51	23 или 32	45 или 54	13 или 31
17	22	32	22	23	13	12	12	33	22	13
18	31	41	41	12	13	14	14	42	14	43
19	1113	21	92234	01	2934	1516	3327	24397	11	11
20	3	1,5	5	78	1,6	2	3	32	0,3	750
21	31	12	23	12	32	32	23	31	23	22
22	1,40,1	4,60,1	4,60,1	7483	241	2243	102	1905	261	0,600,05
23	34 или 43	25 или 52	15 или 51	25 или 52	45 или 54	14 или 41	24 или 42	24 или 42	14 или 41	35 или 53
24	14	25	25	15	13	35	13	23	35	34
25	2	1	60	1,3	15	15	0,125	15	40	2
26	0,4	50	1000	1	20	60	3	50	150	2
27	60	15	0,6	15	10	0,4	2,5	4	1	16

Задания	Варианты									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	60	-60	1,5	2	5	10	2,5	0	2,5	-5
2	0,25	45	8	2	10	500	22,5	2	1	1
3	4	9	60	0,15	40	100	3000	44	1	2
4	0,2	0,75	0,9	40	0,25	4	250	3	8	4
5	15 или 51	24 или 42	14 или 41	34 или 43	23 или 32	45 или 54	23 или 32	13 или 31	45 или 54	14 или 41
6	21	21	11	22	12	21	11	12	31	32
7	14	12	41	42	13	41	43	13	23	21
8	25	200	6	1,5	6	6	120	60	120	45
9	40	50	160	200	700	300	50	40	40	50
10	260	100	100	80	2	3	2,5	500	3,45	33
11	15 или 51	25 или 52	15 или 51	34 или 43	24 или 42	15 или 51	14 или 41	25 или 52	24 или 42	13 или 31
12	24	14	21	22	14	24	32	32	12	13
13	вверх	вниз	вниз	вниз	к наблю- дателю	от наблю- дателя	влево	вправо	вниз	вверх
14	1,5	3	3	7,5	2	0,75	60	20	3	4
15	3	2	60	120	20	40	24	14	0	2
16	25 или 52	15 или 51	24 или 42	35 или 53	34 или 43	35 или 53	15 или 51	12 или 21	13 или 31	25 или 52
17	23	13	32	22	11	32	21	12	12	13
18	12	43	13	24	21	21	31	24	21	23
19	1113	56	56	47	86	22	2934	2020	84130	1212
20	4	50	52	26	38	19	2	0,5	78	52
21	13	23	32	31	33	31	14	43	12	11
22	0,900,01	0,500,01	1502	1501	21	3,00,1	12,00,4	15,00,1	99,40,1	7461
23	12 или 21	15 или 51	45 или 54	25 или 52	13 или 31	14 или 41	12 или 21	14 или 41	13 или 31	24 или 42
24	15	14	24	23	45	15	24	14	25	34
25	0,1	1,6	40	6	15	20	0,7	2,5	6	3
26	75	8,31	0,25	1	1	6	5	2	4	560
27	5	0	0,6	1	3	9	2	2	400	400

Задания	Варианты									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	25	100	-2,5	0	125	100	6	4	1	0
2	4	8	8	1	80	80	0,25	0,8	0,3	0,2
3	1150	12	10	8	60	25	30000	10000	400	120
4	1	1,5	330	1,5	10	40	500	1,36	60	2
5	12 или 21	25 или 52	14 или 41	35 или 53	24 или 42	35 или 53	15 или 51	34 или 43	14 или 41	24 или 42
6	23	31	12	11	22	32	23	13	11	23
7	32	32	23	24	34	43	24	41	21	41
8	0,75	2	200	200	2	6	80	2	4	9
9	0	20	200	200	80	20	1,5	1	55	35
10	500	30	60	80	0,4	0,6	360	300	100	100
11	35 или 53	45 или 54	24 или 42	15 или 51	25 или 52	14 или 41	24 или 42	12 или 21	34 или 43	14 или 41
12	12	22	14	23	24	24	31	24	32	31
13	вправо	влево	вверх	вниз	от наблю- дателя	к наблю- дателю	от наблю- дателя	к наблю- дателю	вправо	от наблю- дателя
14	6	7	400	1200	24	36	32	81	2	5
15	1,4	1,5	2	10	2	1	4	0	6	5
16	34 или 43	14 или 41	34 или 43	15 или 51	14 или 41	24 или 42	23 или 32	12 или 21	14 или 41	23 или 32
17	22	13	11	21	22	12	31	32	13	23
18	41	13	24	13	13	24	12	13	24	24
19	3658	4058	127	105	1113	810	2222	2929	1416	22
20	2	4000	7	4	0,2	0,1	1	1	4	1,5
21	13	24	14	14	12	43	12	31	43	13
22	1,60,1	4,30,1	151	251	1,40,1	1,400,05	182	222	0,500,05	3,20,2
23	25 или 52	13 или 31	35 или 53	45 или 54	35 или 53	34 или 43	14 или 41	15 или 51	14 или 41	15 или 51
24	12	13	25	24	12	23	14	35	23	13
25	60	1	1000	1	3	1,5	1,6	2	187	449
26	540	300	20	27	2	10	60	40	1,5	60
27	1	1	2,5	5	20	90	1	18	400	400

Задания	Варианты									
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
1	-2,5	5	2,5	5	2	-5	5	50	2,5	-10
2	20	40	2	2	2	0,4	0,5	0,5	250	2,25
3	0,8	30	7	3,5	4000	0,5	36	1000	5	0,04
4	0,6	2,4	10	3	10	1600	2	100	2	4
5	15 или 51	34 или 43	25 или 52	13 или 31	15 или 51	35 или 53	14 или 41	23 или 32	14 или 41	23 или 32
6	23	13	21	22	11	22	13	33	32	13
7	14	43	42	24	41	42	12	23	34	31
8	2	0,25	2	4	200	4	8	2	100	3
9	1,5	1	4	15	5	120	200	200	60	400
10	100	100	75	60	30	20	2,5	100	5,4	390
11	14 или 41	23 или 32	23 или 32	15 или 51	34 или 43	23 или 32	13 или 31	14 или 41	23 или 32	14 или 41
12	42	34	32	11	31	32	13	42	11	24
13	от наблюдателя	вверх	вверх	к наблюдателю	от наблюдателя	вверх	от наблюдателя	вниз	к наблюдателю	вниз
14	3	3	4	18	60	7,5	6	1,6	10	8
15	4	0,5	3	0,8	4	20	0,2	2	0,012	80
16	35 или 53	14 или 41	35 или 53	34 или 43	23 или 32	34 или 43	23 или 32	34 или 43	25 или 52	35 или 53
17	32	32	11	22	11	31	23	22	22	13
18	23	24	42	41	13	14	21	13	43	31
19	99154	01	98146	1713	88136	2834	1713	1010	1713	1113
20	0,5	3	6	24	20	4	20	1,5	0,9	6
21	22	13	13	23	14	13	13	21	23	31
22	231	161	4,00,5	0,800,05	1,200,01	8,00,1	0,600,05	0,200,05	4,30,1	7581
23	13 или 31	35 или 53	22	13 или 31	12 или 21	25 или 52	24 или 42	14 или 41	14 или 41	25 или 52
24	24	15	34	24	23	24	15	24	23	25
25	550	1100	20	6250	81	0,1	90	0,1	1	4
26	270	110	7200	6	800	2	110	3	2	1
27	1000	24	2	0,5	20	0,5	24	0,5	1	15

Задания	Варианты									
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
1	-2,5	-6	10	2	-4	1,5	2	5	10	2,5
2	60	0,4	12	12	3	8	2	10	500	22,5
3	10000	2,5	2	45	36	60	0,15	40	100	3000
4	240	0,3	1	0,5	4	0,9	40	0,25	4	250
5	23 или 32	13 или 31	45 или 54	24 или 42	23 или 32	14 или 41	34 или 43	23 или 32	45 или 54	23 или 32
6	21	22	31	22	13	11	22	12	21	11
7	34	13	24	41	13	41	42	13	41	43
8	0,75	8	0,5	2	6	6	1,5	6	6	120
9	1,5	20	3	2	100	160	200	700	300	50
10	100	100	30	0,6	1500	100	80	2	3	2,5
11	25 или 52	13 или 31	24 или 42	35 или 53	34 или 43	15 или 51	34 или 43	24 или 42	15 или 51	14 или 41
12	13	34	32	23	42	21	22	14	24	32
13	от наблюдателя	вниз	вверх	вверх	вниз	вниз	вниз	к наблюдателю	от наблюдателя	влево
14	48	30	20	8	2	3	7,5	2	0,75	60
15	1	12,5	0,8	8	0,5	60	120	20	40	24
16	35 или 53	24 или 42	14 или 41	23 или 32	14 или 41	24 или 42	35 или 53	34 или 43	35 или 53	15 или 51
17	21	13	12	32	11	32	22	11	32	21
18	24	43	41	32	13	13	24	21	21	31
19	1212	58	56	74	10	56	47	86	22	2934
20	3,3	0,15	1,6	500	25	52	26	38	19	2
21	32	31	31	31	13	32	31	33	31	14
22	9,20,4	1,40,1	10,00,5	1,050,01	4,60,1	1502	1501	21	3,00,1	12,00,4
23	35	14 или 41	13 или 31	13 или 31	12 или 21	45 или 54	13 или 31	13 или 31	14 или 41	12 или 21
24	23	15	15	35	24	25	34	23	14	23
25	20	40	3400	0,7	40	40	6	15	20	0,7
26	400	0,48	4	800	2	0,25	1	1	6	5
27	60	1	1,25	2	1	0,6	1	3	9	2

Задания с развёрнутым ответом

Возможные решения

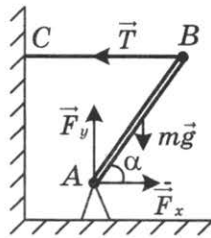
Вариант 2

28. Согласно первому закону термодинамики количество теплоты, которое газ получает, равно сумме изменения его внутренней энергии ΔU и работы газа A : $Q = \Delta U + A$. Концентрация газа $n = \frac{N}{V}$, где N — число молекул газа, V — его объём. Для идеального одноатомного газа внутренняя энергия $U = \frac{3}{2} \nu RT$ (где ν — количество моль газа). По условию задачи $N = \text{const}$.

Поскольку на участке 1–2 концентрация газа не изменяется, его объём постоянен (изохорный процесс), следовательно, работа газа $A = 0$. В этом процессе давление газа растёт. Согласно закону Шарля температура газа также растёт, а значит, его внутренняя энергия увеличивается: $\Delta U > 0$. Следовательно, $Q > 0$ и газ получает тепло.

На участке 2–3 концентрация газа уменьшается, значит, его объём увеличивается и работа газа положительна: $A > 0$. Давление газа постоянно (изобарный процесс), по закону Гей-Люссака температура газа также увеличивается. Поэтому $\Delta U > 0$. По первому закону термодинамики $Q > 0$. В этом процессе газ получает тепло.

29. Изобразим на рисунке силы, действующие на стержень, и систему координат Oxy .



Здесь \vec{T} — сила натяжения нити, $m\vec{g}$ — сила тяжести, \vec{F}_x и \vec{F}_y — вертикальная и горизонтальная составляющие силы, действующей на стержень со стороны шарнира.

В положении равновесия равны нулю сумма моментов сил, действующих на стержень, относительно оси, проходящей через точку A перпендикулярно плоскости рисунка, сумма горизонтальных и сумма вертикальных составляющих сил, действующих на стержень:

$$mg \cdot \frac{l}{2} \cos \alpha - T \cdot l \sin \alpha = 0, \quad (1)$$

где l — длина стержня.

$$F_x - T = 0, \quad (2)$$

$$F_y - mg = 0. \quad (3)$$

Модуль силы реакции шарнира $F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{T^2 + (mg)^2}$.

Из (1) получим $T = \frac{mg}{2} \operatorname{ctg} \alpha$. Окончательно получим

$$F = mg \sqrt{1 + \left(\frac{\operatorname{ctg} \alpha}{2}\right)^2} = 1 \cdot 10 \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2} \approx 11,2 \text{ Н.}$$

Ответ: $F = mg \sqrt{1 + \left(\frac{\operatorname{ctg} \alpha}{2}\right)^2} \approx 11,2 \text{ Н.}$

30. Так как сосуд теплоизолирован и начальные температуры газов одинаковы, то после установления равновесия температура в сосуде будет равна первоначальной, а гелий равномерно распределится по всему сосуду. После установления равновесия в системе в каждой части сосуда окажется по 1 моль гелия: $\nu_1 = 1$. В результате в сосуде с аргоном окажется 3 моль смеси: $\nu_2 = \nu_1 + \nu = 3$.

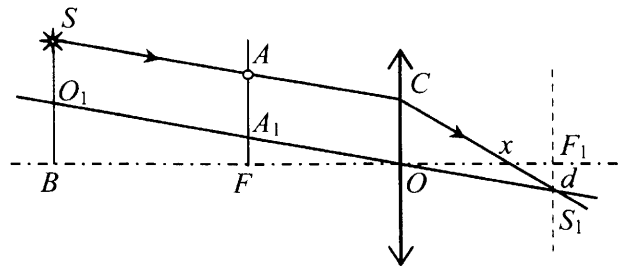
Внутренняя энергия одноатомного идеального газа пропорциональна температуре и количеству молей: $U = \frac{3}{2} \nu RT \Rightarrow U_1 = \frac{3}{2} \nu_1 RT_1, U_2 = \frac{3}{2} \nu_2 RT_2$.

Запишем условие термодинамического равновесия: $T_1 = T_2$.

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2}, \quad \frac{U_1}{U_2} = \frac{1}{3}.$$

Ответ: $\frac{U_1}{U_2} = \frac{1}{3}$.

31. Построим ход луча $SACS_1$, прошедшего через экран и собирающую линзу, используя основные свойства тонкой линзы: параллельный пучок лучей, падающих на линзу, собирается в её фокальной плоскости; луч O_1OS_1 , прошедший через оптический центр линзы (точку O), не преломляется.



Луч SAC , принадлежащий параллельному пучку лучей SA и O_1A_1 , после преломления пересечёт луч O_1OS_1 в фокальной плоскости линзы в точке S_1 на расстоянии d от главной оптической оси BO .

Так как расстояние от фокальных плоскостей AF и S_1F_1 до плоскости линзы одинаково, то $A_1F = F_1S_1 = d$, $OC = AA_1 = O_1S = h - d$, $O_1B = H - (h - d)$.

Луч CS_1 пересечёт главную оптическую ось на расстоянии x от линзы, которое определяется из подобия треугольников $\triangle OCx$ и $\triangle xF_1S_1$.

Из пропорции $\frac{x}{h-d} = \frac{F-x}{d}$ получаем: $x = F \left(1 - \frac{d}{h} \right)$.

Для определения d воспользуемся подобием треугольников $\triangle O_1BO$ и $\triangle A_1FO$ и составим пропорцию $\frac{H-(h-d)}{b} = \frac{d}{F}$, откуда: $d = \frac{H-h}{b-F} F$.

После подстановки получаем:

$$H = \frac{h}{F^2} [Fb - x(b-F)] = \frac{4}{400} \cdot [20 \cdot 60 - 16 \cdot 40] = 5,6 \text{ см.}$$

Ответ: $H = 5,6$ см.

32. Для того чтобы электроны отклонялись на восток, должно выполняться следующее неравенство:

$$F_{\text{Э}} > F_{\text{Л}}. \tag{1}$$

Модуль силы, действующей со стороны электрического поля,

$$F_{\text{Э}} = e \cdot E. \tag{2}$$

Модуль силы Лоренца равен

$$F_{\text{Л}} = evB. \tag{3}$$

Скорость самых быстрых электронов определяется из уравнения Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = A + \frac{mv_{\max}^2}{2}. \quad (4)$$

Из соотношений (1)–(4), получим:

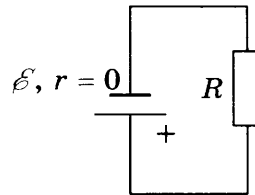
$$A > h\nu - \frac{mE^2}{2B^2} = 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 6,2 \cdot 10^{14} - \frac{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 9 \cdot 10^4}{2 \cdot 10^{-6}} \approx 3,7 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} \approx 2,3 \text{ эВ}.$$

Ответ: $A > A_0 \approx 2,3 \text{ эВ}$.

Вариант 3

28. Показания идеального вольтметра при перемещении движка реостата остаются неизменными.

Сопrotивление идеального вольтметра считается бесконечно большим. (Иными словами, идеальный вольтметр рассматривается как разрыв электрической цепи.) Поэтому ток через реостат при любом положении его движка равен нулю; и, следовательно, напряжение на выводах реостата $U_{\text{реостат}} = I_{\text{реостат}} \cdot R_{\text{реостат}} = 0$. Таким образом, показания вольтметра при любом положении движка реостата равны напряжению на резисторе R . Эквивалентная схема для расчёта напряжения на резисторе R представлена ниже. Здесь учтено, что идеальный вольтметр рассматривается как разрыв электрической цепи.



Ток через резистор R определяется законом Ома для полной цепи: $I = \frac{\mathcal{E}}{r + R}$, а напряжение на резисторе — законом Ома для участка цепи: $U_R = IR$. Учитывая, что $r = 0$, получаем: $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$, $U_R = \mathcal{E}$.

Таким образом, при любом положении движка реостата показания вольтметра равны ЭДС источника \mathcal{E} .

29. Систему отсчёта, связанную с Землёй, считаем инерциальной. Тогда при равномерном движении тележки сила сопротивления равна по модулю силе тяжести груза: $F_{\text{сопр}} = mg$. Согласно второму закону Ньютона ускорение груза и тележки после толчка влево соответственно: $a_{\Gamma} = \frac{mg - T}{m}$, $a_{\text{Т}} = \frac{T + F_{\text{сопр}}}{M}$, где T — сила натяжения нити.

Нить нерастяжима, следовательно, $a_{\Gamma} = a_{\text{Т}}$ и $\frac{T + F_{\text{сопр}}}{M} = \frac{mg - T}{m}$, откуда:

$$T = \frac{mMg - mF_{\text{сопр}}}{m + M}.$$

Учитывая, что $F_{\text{сопр}} = mg$, получаем: $T = \frac{M - m}{m + M} \cdot mg = 0,8mg$.

Тогда $a_{\text{Т}} = \frac{2mg}{m + M} = \frac{2mg}{10m} = 0,2g = 2 \text{ м/с}^2$.

Ответ: $a_{\text{Т}} = 0,2g = 2 \text{ м/с}^2$.

30. В данном цикле рабочее тело на участке 1–2 получает положительное количество теплоты от нагревателя: $Q_{\text{нагр}} = Q_{12} = (U_2 - U_1) + A_{12}$.

На участке 2–3 (изохора) рабочее тело отдает холодильнику количество теплоты $|Q_{\text{хол}}| = U_2 - U_3$.

Наконец, на участке 3–1 (адиабата) внешние силы сжимают газ, совершая работу $|A_{31}| = U_1 - U_3$.

Поэтому работу внешних сил на адиабате $|A_{31}|$ можно представить в виде:

$$|A_{31}| = U_1 - U_3 = (U_2 - U_3) - (U_2 - U_1) = |Q_{\text{хол}}| - (U_2 - U_1).$$

Модель одноатомного идеального газа:

$$\begin{cases} pV = \nu RT; \\ U = \frac{3}{2} \nu RT. \end{cases}$$

Судя по рисунку в условии задачи, $\frac{p_2}{p_1} = \frac{V_2}{V_1}$, откуда $p_2 = p_1 \frac{V_2}{V_1} = 2p_0$.

Поэтому

$$U_2 - U_1 = \frac{3}{2} p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1 = \frac{3}{2} (2p_0 \cdot 2V_0 - p_0 V_0) = \frac{9}{2} p_0 V_0,$$

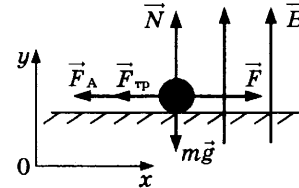
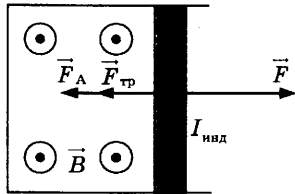
$$A_{12} = \frac{1}{2} p_2 V_2 - \frac{1}{2} p_1 V_1 = \frac{1}{2} (2p_0 \cdot 2V_0 - p_0 V_0) = \frac{3}{2} p_0 V_0,$$

откуда получаем: $U_2 - U_1 = 3A_{12}$.

В результате $|A_{31}| = |Q_{\text{хол}}| - (U_2 - U_1) = |Q_{\text{хол}}| - 3A_{12} = 370$ Дж.

Ответ: $|A_{31}| = |Q_{\text{хол}}| - 3A_{12} = 370$ Дж.

31. При движении перемычки в однородном магнитном поле на её концах возникает ЭДС электромагнитной индукции: $\mathcal{E} = Bvl$, где B — индукция магнитного поля; V и l — соответственно скорость и длина перемычки.



Согласно закону Ома для полной цепи в замкнутом контуре возникает индукционный ток: $I_{\text{инд}} = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{Bvl}{R}$, где R — сопротивление перемычки. Поскольку скорость перемычки

постоянна, то ЭДС и индукционный ток также будут постоянными. Согласно правилу Ленца индукционный ток, возникающий в контуре, будет направлен так, чтобы своим магнитным полем препятствовать увеличению магнитного потока при движении перемычки (см. рисунок). Благодаря появлению индукционного тока на перемычку со стороны магнитного поля начнёт действовать сила Ампера, направленная согласно правилу левой руки в противоположную движению сторону: $F_A = BI_{\text{инд}} l = \frac{B^2 l^2 V}{R}$.

На перемычку действуют пять сил: сила тяжести $m\vec{g}$, сила реакции опоры \vec{N} , сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$, сила Ампера \vec{F}_A и сила \vec{F} , приложенная к перемычке (см. рисунок). Перемычка движется с постоянной скоростью, поэтому её ускорение равно нулю. Второй закон Ньютона в проекциях на оси декартовой системы координат имеет вид:

$$Ox: 0 = F - F_{\text{тр}} - F_A; \quad Oy: 0 = N - mg.$$

Сила трения скольжения равна $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg$.

В итоге получаем:

$$V = \frac{(F - \mu mg)R}{(Bl)^2} = \frac{(1,13 - 0,25 \cdot 0,092 \cdot 10) \cdot 0,1}{(0,1 \cdot 1,5)^2} = 4 \text{ м/с.}$$

Ответ: $V = \frac{(F - \mu mg)R}{(Bl)^2} = 4 \text{ м/с.}$

32. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv_{\text{max}}^2}{2}. \quad (1)$$

Фотоэлектроны, влетевшие в электрическое поле \vec{E} , будут тормозиться им и, пройдя тормозной путь d , остановятся, затем начнут двигаться обратно.

Закон сохранения энергии:

$$\frac{mv_{\text{max}}^2}{2} = eU = eEd, \quad (2)$$

где e — модуль заряда электрона.

Объединяя (1) и (2), получим:

$$d = \frac{h\nu - A_{\text{вых}}}{eE} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 6,7 \cdot 10^{-14} - 1,89 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 100} \approx 8,7 \text{ мм.}$$

Ответ: $d = \frac{h\nu - A_{\text{вых}}}{eE} \approx 8,7 \text{ мм.}$

Вариант 4

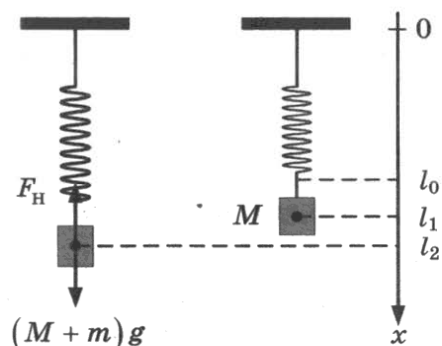
28. Индукционный ток в кольце вызван ЭДС индукции, возникающей при пересечении проводником линий магнитного поля.

По закону индукции Фарадея $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$. ЭДС пропорциональна скорости изменения магнитного потока Φ , т.е. количеству линий, пересекаемых кольцом в секунду. Она тем выше, чем больше скорость движения магнита.

Сила тока I , в соответствии с законом Ома для замкнутой цепи, пропорциональна ЭДС индукции \mathcal{E} : $I = -\frac{\mathcal{E}}{R}$.

В момент времени t_1 к кольцу приближается магнит, и магнитный поток увеличивается. В момент t_2 магнит удаляется, и магнитный поток уменьшается. Следовательно, ток имеет различные направления.

29. На систему тел «груз + пружина» действует внешняя сила — сила тяжести, работа которой определяет изменение потенциальной энергии груза в поле силы тяжести. Силы трения в системе отсутствуют, следовательно, их работа равна нулю, и полная механическая энергия системы тел, равная сумме кинетической и потенциальной, сохраняется. Нулевое значение потенциальной энергии в поле тяжести выбираем в начальном состоянии системы, нулевое значение потенциальной энергии деформации пружины — в положении нерастянутой пружины.



В начальном состоянии и на максимальной высоте кинетическая энергия системы «пружина + оставшаяся часть груза» равна нулю. Тогда в соответствии с законом сохранения механической энергии $\frac{k(l_2 - l_0)^2}{2} = \frac{k(l_1 - l_0)^2}{2} + Mg(l_2 - l_1)$, где M — масса оставшейся части груза, l_0 — длина пружины в нерастянутом состоянии, l_2 — длина пружины в исходном состоянии, l_1 — длина пружины в состоянии максимального подъёма оставшейся части груза.

В исходном состоянии груз находится в равновесии: $(M + m)g = k(l_2 - l_0)$.

Из 2) и 3) с учетом того, что $l_2 - l_1 = h$ и $l_1 - l_0 = (l_2 - l_0) - h$, получим

$$m = \frac{hk}{2g} = \frac{0,03 \cdot 400}{2 \cdot 10} = 0,6 \text{ кг.}$$

Ответ: $m = \frac{hk}{2g} = 0,6 \text{ кг.}$

30. Определим конечное состояние смеси лёд — вода, для чего сравним количество теплоты Q_1 , необходимое для нагревания льда до температуры плавления, и количество теплоты Q_2 , которое может отдать вода при остывании до начала процесса кристаллизации:

$$Q_1 = c_1 m_1 (0 - t_1) = 2100 \cdot 1 \cdot (0 - (-20)) = 42000 \text{ Дж;}$$

$$Q_2 = c_2 m_2 t_2 = 4200 \cdot 0,2 \cdot 10 = 8400 \text{ Дж.}$$

$Q_1 > Q_2$, следовательно, вода остынет до 0°C и начнёт кристаллизоваться.

Для того чтобы полностью превратиться в лёд, воде при 0°C необходимо отдать количество теплоты $Q_3 = \lambda m_3 = 330\,000 \cdot 0,2 = 66\,000 \text{ Дж.}$

Так как $Q_1 < Q_2 + Q_3$, $42\,000 < 8400 + 66\,000 = 74\,400$, можно сделать вывод, что только часть воды массой m_3 превратится в лёд и в сосуде установится конечная температура $t_k = 0^\circ\text{C}$.

Запишем уравнение теплового баланса:

$$c_1 m_1 (0 - t_1) + c_2 m_2 (0 - t_2) - \lambda m_3 = 0.$$

Таким образом, масса кристаллизовавшейся воды:

$$m_3 = -\frac{c_1 m_1 t_1 + c_2 m_2 t_2}{\lambda} = -\frac{2100 \cdot 1 \cdot (-20) + 4200 \cdot 0,2 \cdot 10}{330000} \approx 0,1 \text{ кг.}$$

В итоге получаем, что после установления теплового равновесия в сосуде будет находиться $M = m_1 + m_3 \approx 1 + 0,1 = 1,1 \text{ кг}$ льда.

Ответ: $M = m_1 + m_3 \approx 1,1 \text{ кг.}$

31. Пусть R_A — сопротивление амперметра; R_V — сопротивление вольтметра; \mathcal{E} — ЭДС источника.

В схеме 1 сопротивление внешней цепи равно $R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}$, внутреннее сопротивление

источника равно нулю, поэтому показание амперметра

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}}.$$

Показание вольтметра:

$$U_1 = I_1 \cdot \frac{R \cdot R_V}{R + R_V} = \frac{\mathcal{E}}{R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}} \cdot \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}.$$

В схеме 2 напряжение на вольтметре равно \mathcal{E} , так как внутреннее сопротивление источника равно нулю.

$$\text{Поэтому } U_2 = \mathcal{E} \text{ и } \frac{U_1}{U_2} = \frac{\frac{R \cdot R_V}{R + R_V}}{R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}}.$$

Отсюда:

$$U_1 = U_2 \cdot \frac{\frac{R \cdot R_V}{R + R_V}}{R_A + \frac{R \cdot R_V}{R + R_V}} = U_2 \cdot \frac{\frac{9}{10}}{\frac{1}{10} + \frac{9}{10}} = \frac{9}{10} U_2.$$

Ответ: $U_1 = 0,9 \cdot U_2$.

32. Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта $h\nu = h \frac{c}{\lambda} = A_{\text{вых}} + E_{\text{кин}}$, где h — постоянная Планка, c — скорость света в вакууме, $E_{\text{кин}}$ — максимальная кинетическая энергия электронов.

$$E_{\text{кин}} = \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2} = \frac{p_{\text{max}}^2}{2m_e}, \text{ где } m_e \text{ — масса электрона, } v_{\text{max}} \text{ — его максимальная скорость.}$$

Объединяя 1 и 2, получим:

$$p_{\text{max}} = \sqrt{2m_e \left(\frac{hc}{\lambda} - A_{\text{вых}} \right)} = \sqrt{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \left(\frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{531 \cdot 10^{-9}} - 1,73 \cdot 10^{-19} \right)} \approx 6 \cdot 10^{-25} \text{ кг} \cdot \text{м/с.}$$

$$\text{Ответ: } p_{\text{max}} = \sqrt{2m_e \left(\frac{hc}{\lambda} - A_{\text{вых}} \right)} \approx 6 \cdot 10^{-25} \text{ кг} \cdot \text{м/с.}$$

Вариант 5

28. При изменении света с жёлтого на зелёный его длина волны уменьшится, частота увеличится ($\nu_3 > \nu_{\text{ж}}$).

Работа выхода электронов из материала не зависит от частоты падающего света, поэтому в соответствии с уравнением Эйнштейна для фотоэффекта: $h\nu = A_{\text{вых}} + E_{\text{max}}$ — увеличится максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов E_{max} . Так как $E_{\text{max}} = e|U_3|$, то увеличится и модуль запирающего напряжения U_3 .

Мощность поглощённого света связана с частотой волны ν соотношением $P = N_{\text{ф}} E_{\text{ф}} = N_{\text{ф}} h\nu$, где $N_{\text{ф}}$ — число фотонов, падающих на катод за 1 с, $E_{\text{ф}} = h\nu$ — энергия одного фотона (соотношение Планка). Так как мощность света не изменилась, а энергия фотонов $E_{\text{ф}}$ увеличилась, то уменьшится число фотонов, падающих на катод за 1 с.

Сила тока насыщения $I_{\text{нас}}$ определяется числом выбитых светом за 1 с электронов N_e , которое пропорционально числу падающих на катод за 1 с фотонов, поэтому сила тока насыщения уменьшится.

29. Период обращения спутника по низкой круговой орбите равен $T = \frac{2\pi R}{v}$, где R — радиус планеты, v — скорость движения спутника (первая космическая скорость).

Тогда:
$$\frac{T_{\text{П}}}{T_3} = \frac{\frac{2\pi R_{\text{П}}}{v_{\text{П}}}}{\frac{2\pi R_3}{v_3}} = \frac{R_{\text{П}} v_3}{R_3 v_{\text{П}}}.$$

Спутники движутся по окружностям под действием силы тяготения:

$$G \frac{M_{\text{П}} \cdot m}{R_{\text{П}}^2} = m \frac{v_{\text{П}}^2}{R_{\text{П}}} \quad \text{и} \quad G \frac{M_3 \cdot m}{R_3^2} = m \frac{v_3^2}{R_3},$$

где $M_{\text{П}}$, M_3 и m — соответственно, массы Плука, Земли и спутника.

Земли и спутника.

$$\text{Отсюда } R_{\text{П}} = \frac{GM_{\text{П}}}{v_{\text{П}}^2} \quad \text{и} \quad R_3 = \frac{GM_3}{v_3^2}.$$

Массы планет $M_{\text{П}} = \rho \cdot V_{\text{П}}$ и $M_3 = \rho \cdot V_3$. При этом $V \sim R^3$.

$$\text{Следовательно, } \frac{v_{\text{П}}}{v_3} = \sqrt{\frac{\rho_{\text{П}} R_{\text{П}}^2}{\rho_3 R_3^2}}.$$

$$\text{Поскольку плотности равны, } \frac{v_{\text{П}}}{v_3} = \frac{R_{\text{П}}}{R_3} = 2 \Rightarrow \frac{T_{\text{П}}}{T_3} = 1.$$

$$\text{Ответ: } \frac{T_{\text{П}}}{T_3} = 1.$$

30. Шар поднимет груз при условии равенства силы тяжести и силы Архимеда: $(M + m)g + m_{\text{ш}}g = \rho Vg$, где M и m — соответственно масса оболочки шара и масса груза, $m_{\text{ш}}$ — масса нагретого воздуха в шаре, ρ — плотность окружающего воздуха.

Откуда получим:

$$M + m = m_0 - m_{\text{ш}}. \tag{1}$$

При нагревании воздуха в шаре его давление p и объём V не меняются. Следовательно, согласно уравнению Клапейрона—Менделеева;

$$\rho V = \frac{m_{\text{ш}}}{\mu} RT_{\text{ш}} = \frac{m_0}{\mu} RT_0,$$

где μ — молярная масса воздуха, $T_{\text{ш}}$ и T_0 — температуры воздуха соответственно внутри и вне шара, $m_0 = \rho V$ — начальная масса воздуха в шаре. От-

сюда: $m_{\text{ш}} = \rho V \frac{T_0}{T_{\text{ш}}}.$

$$\text{Подставляем полученные выражения в (1): } M + m = \rho V \left(1 - \frac{T_0}{T_{\text{ш}}} \right).$$

$$\text{Следовательно, } \left(1 - \frac{T_0}{T_{\text{ш}}} \right) = \frac{M + m}{\rho V}.$$

$$\text{Окончательно получим: } T_0 = T_{\text{ш}} \left(1 - \frac{M + m}{\rho V} \right) = 350 \cdot 0,8 = 280 \text{ К} = 7 \text{ }^\circ\text{C}.$$

$$\text{Ответ: } T_0 = T_{\text{ш}} \left(1 - \frac{M + m}{\rho V} \right) = 7 \text{ }^\circ\text{C}.$$

31. Первоначальный заряд конденсатора C_1 равен $q = C_1 U$.

В результате перезарядки на конденсаторах устанавливаются одинаковые напряжения, так как ток в цепи прекращается и напряжение на резисторе R становится равным нулю. Поэтому их можно считать соединёнными параллельно.

Тогда их общая ёмкость $C_0 = C_1 + C_2$.

По закону сохранения заряда суммарный заряд конденсаторов будет равен $C_1 U$.

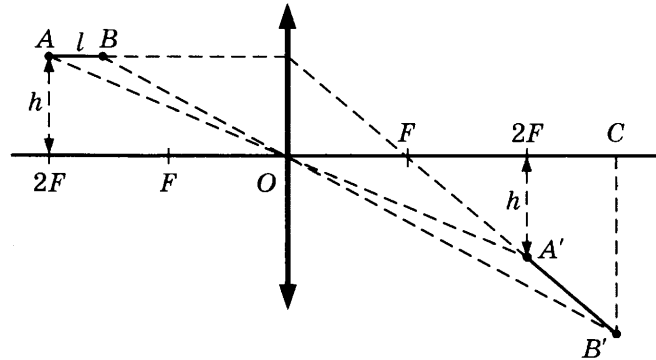
По закону сохранения энергии выделившееся в цепи количество теплоты равно разности значений энергии конденсаторов в начальном и конечном состояниях:

$$Q = \frac{C_1 U^2}{2} - \frac{(C_1 U)^2}{2(C_1 + C_2)}.$$

Откуда получим: $Q = \frac{C_1 C_2 U^2}{2(C_1 + C_2)} = \frac{10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \cdot 300^2}{2(10^{-6} + 2 \cdot 10^{-6})} = 0,03 \text{ Дж.}$

Ответ: $Q = \frac{C_1 C_2 U^2}{2(C_1 + C_2)} = 30 \text{ мДж.}$

32. Построение изображения $A'B'$ предмета AB в линзе показано на рисунке.



Так как точка A находится на расстоянии $2F$ от линзы, то её изображение A' также находится на расстоянии $2F$ от линзы, и расстояние от точки A' до главной оптической оси равно h .

Длина изображения $A'B'$ $L = \sqrt{(OC - 2F)^2 + (B'C - h)^2}.$

Из формулы тонкой линзы $\frac{1}{F} = \frac{1}{2F - l} + \frac{1}{OC}$ получим: $OC = \frac{F(2F - l)}{F - l} = 60 \text{ см.}$

$\frac{B'C}{h} = \frac{OC}{2F - l}$, откуда: $B'C = h \frac{OC}{2F - l} = 30 \text{ см.}$

Окончательно получим: $L = \sqrt{20^2 + 15^2} = \sqrt{625} = 25 \text{ см.}$

Ответ: $L = 25 \text{ см.}$

Вариант 6

28. Заряд Q , сообщённый пластине, соединённой со стержнем электрометра, распределяется так, что их потенциалы оказываются одинаковыми. При этом практически весь заряд Q оказывается на пластине.

На заземлённом корпусе электрометра и второй пластине возникают индуцированные заряды противоположного знака, при этом заряд пластины равен Q по модулю.

Разность потенциалов между пластинами $U = \frac{Q}{C}.$

Внесение пластины из диэлектрика увеличивает ёмкость конденсатора, так как $C = \frac{\epsilon \epsilon_0 S}{d}.$

Суммарный заряд стержня электрометра и соединённой с ним пластины не изменяется, так как эта система тел электроизолирована. При этом заряд пластины остаётся практически равным Q . Поэтому разность потенциалов между пластинами после внесения диэлектрика уменьшается: $U = \frac{Q}{C'}$, что приведёт к уменьшению угла отклонения стрелки.

Ответ: угол отклонения стрелки уменьшится.

29. Расстояние между городами, исходя из данных для перелёта в первом случае (см. рисунок I): $s = (v_{cb} + v_b) t_1$, где v_{cb} — скорость самолёта относительно воздуха.



Закон сложения скоростей в векторном виде для перелёта во время бокового ветра: $\vec{v}_c = \vec{v}_{cb} + \vec{v}_b$, где \vec{v}_c и \vec{v}_b — соответственно скорость самолёта относительно Земли и скорость ветра. Выражение для скорости самолёта относительно Земли во втором случае имеет вид: $v_c = \sqrt{v_{cb}^2 - v_b^2}$ (см. рисунок II).

Расстояние между городами во втором случае $s = v_c t_2 = \sqrt{v_{cb}^2 - v_b^2} \cdot t_2$.

Следовательно, $\sqrt{v_{cb}^2 - v_b^2} \cdot t_2 = (v_{cb} + v_b) t_1$.

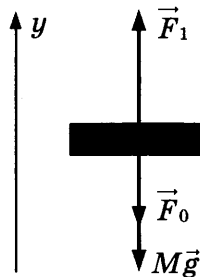
Возводя это уравнение в квадрат, получим квадратное уравнение относительно v_b :

$$v_{cb}^2 (t_2^2 - t_1^2) - 2v_{cb} \cdot v_b t_1^2 - v_b^2 (t_2^2 + t_1^2) = 0.$$

Выбираем его положительный корень: $v_b = v_{cb} \frac{t_2^2 - t_1^2}{t_2^2 + t_1^2} = 72 \text{ км/ч}$.

Ответ: $v_b = v_{cb} \frac{t_2^2 - t_1^2}{t_2^2 + t_1^2} = 72 \text{ км/ч} = 20 \text{ м/с}$.

30. Систему отсчёта, связанную с Землёй, будем считать инерциальной. В процессе медленного подъёма поршня его ускорение считаем ничтожно малым. Поэтому сумма приложенных к поршню сил при его движении равна нулю. В проекциях на вертикальную ось y получаем: $F_1 - F_0 - Mg = 0$, или $p_1 S - p_0 S - Mg = 0$.



Отсюда получаем давление газа p_1 под движущимся поршнем: $p_1 = p_0 + \frac{Mg}{S}$.

Используем модель одноатомного идеального газа:
$$\begin{cases} pV = \nu RT, \\ U = \frac{3}{2} \nu RT. \end{cases}$$

Отсюда получаем: $U = \frac{3}{2} pV$.

Внутренняя энергия газа в исходном состоянии $U_0 = \frac{3}{2} p_0 S h$, а в конечном состоянии

$$U_1 = \frac{3}{2} p_1 S h = \frac{3}{2} (p_0 S + Mg) H.$$

Процесс движения поршня идёт при постоянном давлении газа p_1 . Поэтому из первого начала термодинамики получаем:

$$Q = U_1 - U_0 + p_1 \Delta V = U_1 - U_0 + p_1 S (H - h).$$

Подставляя сюда выражения для p_1 , U_0 и U_1 , получим:

$$Q = \frac{3}{2}(p_0S + Mg)H - \frac{3}{2}p_0Sh + (p_0S + Mg)(H - h) = \frac{3}{2}Mgh + \frac{5}{2}(Mg + p_0S) \cdot (H - h).$$

Ответ: $Q = \frac{3}{2}Mgh + \frac{5}{2}(Mg + p_0S) \cdot (H - h).$

31. Количество теплоты согласно закону Джоуля–Ленца:

$$Q = I^2Rt. \quad (1)$$

Это количество теплоты затрачивается на нагревание проводника:

$$Q = ct\Delta T, \quad (2)$$

c — удельная теплоёмкость алюминия; S — площадь поперечного сечения; l — длина проводника, m — масса проводника, равная

$$m = \rho lS. \quad (3)$$

Сопротивление проводника $R = \frac{\rho_{уд}l}{S}$. (4)

Из (1)–(4) получаем: $I = \sqrt{\frac{\Delta Tc\rho S^2}{\rho_{уд}t}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 900 \cdot 2700 \cdot 4 \cdot 10^{-12}}{2,5 \cdot 10^{-8} \cdot 15}} \approx 16 \text{ А.}$

Ответ: $I = \sqrt{\frac{\Delta Tc\rho S^2}{\rho_{уд}t}} \approx 16 \text{ А.}$

32. Минимальная длина волны соответствует максимальной частоте и энергии фотона.

Т. е. $\lambda_0 = \lambda_{41}$, и $\nu_{14} = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{3 \cdot 10^8}{2,5 \cdot 10^{-7}} = 1,2 \cdot 10^{15} \text{ (Гц)}$.

Имеем: $\nu_{42} = \frac{c}{\lambda_{42}} = \frac{3 \cdot 10^8}{4 \cdot 10^{-7}} = 0,75 \cdot 10^{15} \text{ (Гц)}$;

$$\nu_{32} = \frac{c}{\lambda_{32}} = \frac{3 \cdot 10^8}{5,45 \cdot 10^{-7}} \approx 0,55 \cdot 10^{15} \text{ (Гц)}.$$

Частота фотона, испускаемого атомом при переходе с одного уровня энергии на другой, пропорциональна разности энергий этих уровней. Поэтому

$$\nu_{13} = \nu_{14} - \nu_{24} + \nu_{32} = 1 \cdot 10^{15} \text{ Гц}, \quad \lambda_{13} = \frac{c}{\nu_{13}} = \frac{3 \cdot 10^8}{10^{15}} = 3 \cdot 10^{-7} \text{ м.}$$

Ответ: $3 \cdot 10^{-7} \text{ м.}$

Вариант 7

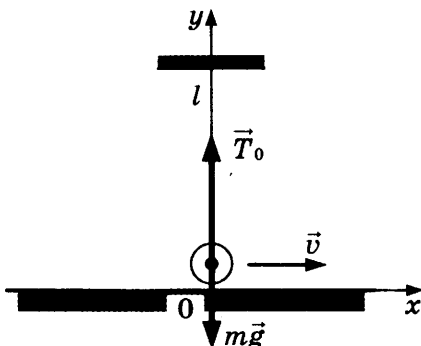
28. Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным.

При выдвигании поршня происходит изотермическое расширение пара, давление и плотность насыщенного пара в этом процессе не меняются. Следовательно, будет происходить испарение жидкости. Значит, масса жидкости в сосуде будет уменьшаться.

Ответ: масса жидкости в сосуде будет уменьшаться.

29. Непосредственно перед обрывом нити в момент прохождения положения равновесия шарик движется по окружности радиусом l со скоростью \vec{v} . В этот момент действующие на шарик сила тяжести $m\vec{g}$ и сила натяжения нити \vec{T}_0 направлены по вертикали и вызывают центростремительное ускорение шарика (см. рисунок). Запишем второй закон

Ньютона в проекциях на ось Oy инерциальной системы отсчёта Oxy , связанной с Землёй: $\frac{mv^2}{l} = T_0 - mg$, откуда $v = \sqrt{\left(\frac{T_0}{m} - g\right)l}$.



При прохождении положения равновесия нить обрывается, и шарик, движущийся горизонтально со скоростью \vec{v} , абсолютно неупруго сталкивается с покоящимся брусом. При столкновении сохраняется импульс системы «шарик + брусок». В проекциях на ось Ox получаем: $mv = (M + m)u$, где u — проекция скорости бруска с шариком после удара на эту ось.

$$\text{Отсюда: } u = \frac{m}{M + m} v = \frac{m}{M + m} \sqrt{\left(\frac{T_0}{m} - g\right)l} = \frac{0,3}{1,5 + 0,3} \sqrt{\left(\frac{6}{0,3} - 10\right) \cdot 0,9} = \frac{1}{6} \cdot 3 = 0,5 \text{ м/с.}$$

Ответ: $u = 0,5$ м/с.

30. Запишем уравнение Клапейрона–Менделеева для водорода и гелия в смеси:

$$p_{\text{H}_2} V = \frac{m_{\text{H}_2}}{\mu_{\text{H}_2}} RT; \quad (1)$$

$$p_{\text{He}} V = \frac{m_{\text{He}}}{\mu_{\text{He}}} RT. \quad (2)$$

Согласно закону Дальтона давление смеси:

$$p = p_{\text{H}_2} + p_{\text{He}}. \quad (3)$$

Кроме того, масса смеси

$$m = m_{\text{H}_2} + m_{\text{He}}. \quad (4)$$

Решая систему уравнений (1)–(4), получаем:

$$\frac{m_{\text{H}_2}}{m_{\text{He}}} = \frac{\frac{pV}{RT} - \frac{m}{\mu_{\text{He}}}}{\frac{m}{\mu_{\text{H}_2}} - \frac{pV}{RT}} = \frac{\frac{200 \cdot 10^3 \cdot 10^{-2}}{8,31 \cdot 300} - \frac{2 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 10^{-3}}}{\frac{2 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-3}} - \frac{200 \cdot 10^3 \cdot 10^{-2}}{8,31 \cdot 300}} \approx 1,5.$$

Ответ: $\frac{m_{\text{H}_2}}{m_{\text{He}}} \approx 1,5$.

31. Сила, действующая на частицу в конденсаторе со стороны поля: $F_{\text{эл}} = Eq$.

Второй закон Ньютона: $F_{\text{эл}} = ma$, или $Eq = ma$.

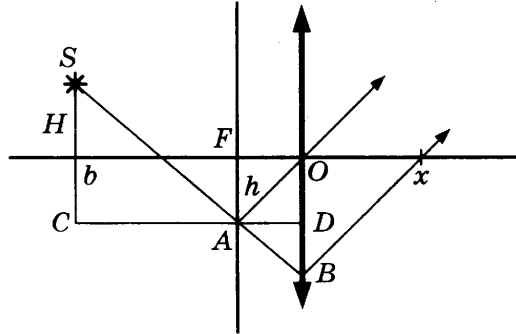
Проекция ускорения тела на вертикальную ось Oy : $a = \frac{2s}{t^2} = \frac{d}{t^2}$, где d — расстояние между пластинами, t — время пролёта частицы через конденсатор.

Проекция скорости частицы на горизонтальную ось Ox : $v = \frac{l}{t}$, где l — длина пластин конденсатора.

$$\text{Отсюда } d = \frac{Eq l^2}{mv^2} = \frac{5200 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 25 \cdot 10^{-4}}{1,67 \cdot 10^{-27} \cdot 3,5^2 \cdot 10^{10}} \approx 0,01 \text{ м.}$$

Ответ: $d \approx 0,01$ м.

32. Проведём луч SA до пересечения с плоскостью линзы (точка B на расстоянии $y = OB$ от центра линзы O). Проведём через точку A отрезок $CD \parallel OF$.



Из подобия $\triangle ACS$ и $\triangle ABD$ следует: $\frac{H+h}{b-F} = \frac{y-h}{F}$,

$$\text{откуда: } y = h + F \frac{H+h}{b-F} = \frac{hb + FH}{b-F} = \frac{4 \cdot 70 + 20 \cdot 5}{50} = 7,6 \text{ см.}$$

Из точки A проведём луч AO , который проходит линзу, не преломляясь. Точка A является побочным фокусом линзы, поэтому лучи AO и AB , пройдя линзу, идут параллельно друг другу.

Из подобия $\triangle AFO$ и $\triangle BOx$ следует: $\frac{h}{F} = \frac{y}{x}$,

$$\text{откуда: } x = y \frac{F}{h} = \frac{F}{h} \cdot \frac{hb + FH}{b-F} = \frac{20}{4} \cdot \frac{4 \cdot 70 + 20 \cdot 5}{70 - 20} = 38 \text{ см.}$$

Ответ: $x = 38$ см.

Вариант 8

28. Вследствие электризации шарик приобретёт тот же заряд, что и пластина, на которой он лежит, — отрицательный.

Отрицательно заряженный шарик будет отталкиваться от нижней и притягиваться к верхней пластине. Согласно второму закону Ньютона шарик приобретёт ускорение, направленное вверх. Он поднимется к положительно заряженной пластине и, коснувшись её, меняет знак заряда.

В результате он начнёт отталкиваться от верхней пластины и притягиваться к нижней: шарик вернётся к первой пластине и вновь меняет знак своего заряда на отрицательный. Такое движение вверх-вниз будет повторяться.

Ответ: Шарик начнёт двигаться вверх, а затем он будет колебаться между верхней и нижней пластинами.

29. Пусть скорость кубика на высоте h равна v , а в нижней точке петли потенциальная энергия кубика равна нулю. Тогда по закону сохранения механической энергии

$$mgH = \frac{mv^2}{2} + mgh, \text{ откуда } v^2 = 2g(H-h).$$

Когда кубик находится на высоте h , на него действуют две силы: сила тяжести $m\vec{g}$ и сила реакции опоры \vec{N} . Запишем второй закон Ньютона в проекциях на радиальное на-

правление (Ox на рисунке): $mg \cos \alpha + N = \frac{mv^2}{R}$, где $\frac{v^2}{R} = a_n$ — центростремительное ускорение кубика в этой точке.

По третьему закону Ньютона $N = F$.

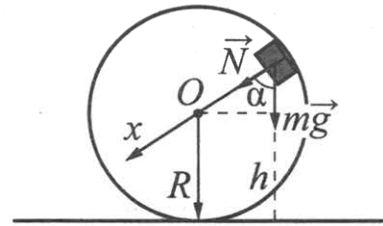
Из рисунка видно, что $\cos \alpha = \frac{h - R}{R}$.

Из выражений п. 2 получим: $R = \frac{m(gh - v^2)}{mg - F}$.

Подставив полученное значение v^2 из п. 1, найдём:

$$R = \frac{mg(3h - 2H)}{mg - F} = \frac{1 \cdot 10 \cdot (3 \cdot 2,5 - 2 \cdot 3)}{1 \cdot 10 - 4} = 2,5 \text{ м.}$$

Ответ: $R = 2,5$ м.



30. Коэффициент полезного действия тепловой машины $\eta = \frac{A_{ц}}{Q^+} = 1 - \frac{|Q^-|}{Q^+}$, где $A_{ц}$ — работа, совершённая за цикл; Q^+ — количество теплоты, полученное за цикл рабочим веществом тепловой машины от нагревателя; $|Q^-|$ — количество теплоты, отданное за цикл холодильнику.

В рассматриваемом цикле газ получает количество теплоты в изотермическом процессе и отдаёт в изохорном.

В изотермическом процессе внутренняя энергия идеального газа не изменяется, следовательно, в соответствии с первым законом термодинамики количество теплоты, полученное газом, равно работе газа: $Q^+ = A$.

Поскольку в изохорном процессе газ работу не совершает, количество теплоты, отданное газом, равно изменению его внутренней энергии: $|Q^-| = \frac{3}{2} \nu R |\Delta T|$.

Подставляя второе и третье соотношения в первое, получаем искомую работу, совершённую газом в изотермическом процессе.

Ответ: $A = \frac{3\nu R |\Delta T|}{2(1 - \eta)}$.

31. Резисторы R_1 и R_3 , R_2 и R_4 соединены друг с другом последовательно, а пары соединены между собой параллельно. В связи с этим общее сопротивление внешней цепи

$$R_0 = \frac{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4} = \frac{(4 + 6)(6 + 9)}{4 + 6 + 6 + 9} = 6 \text{ Ом.}$$

Согласно закону Ома для полной цепи общий ток, протекающий во внешней цепи,

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_0 + r} = \frac{20}{6 + 2} = 2,5 \text{ А.}$$

Напряжение на внешней цепи, $U = IR_0 = 2,5 \cdot 6 = 15$ В.

Токи в ветвях рассчитываются по закону Ома для участка цепи, в частности:

$$I_1 = \frac{U}{R_1 + R_3} = \frac{15}{4 + 6} = 1,5 \text{ А.}$$

Мощность, выделяемая на резисторе R_3 , $N_3 = I_1^2 R_3 = 1,5^2 \cdot 6 = 13,5$ Вт.

Ответ: $N_3 = 13,5$ Вт.

32. В герметично закрытом контейнере первоначально находятся полоний и атмосферный воздух. В процессе радиоактивного распада полония в контейнере будут образовываться атомы свинца и гелия, в результате чего искомое давление в контейнере будет складываться из парциальных давлений воздуха p_0 и гелия p_1 , т.е. $p = p_0 + p_1$.

Парциальное давление гелия можно определить с помощью уравнения Клапейрона—Менделеева: $p_1 V = \frac{m_1}{\mu_1} R T_0$, где V — объём контейнера; T_0 — абсолютная температура в нём; m_1 и μ_1 — соответственно масса и молярная масса гелия.

К определённому моменту времени t число атомов гелия N_1 равно числу распавшихся атомов полония и может быть определено с помощью закона радиоактивного распада:

$N_1 = N_0 - N$ и $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$, где $N_0 = \frac{m}{\mu} N_A$ — начальное число атомов полония; m и μ —

соответственно начальная масса полония и его молярная масса (0,210 кг/моль); N — оставшееся к моменту времени t число атомов полония; T — период полураспада полония.

Число молей получившегося в результате распада гелия равно числу молей распавшегося полония:

$$\frac{m_1}{\mu_1} = \frac{m}{\mu} = \frac{N_1}{N_A}; \text{ следовательно, } \frac{m_1}{\mu_1} = \frac{N_0}{N_A} \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right) = \frac{m}{\mu} \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right).$$

В результате математических преобразований (в решении они должны быть представлены) получаем:

$$m = \frac{(p - p_0) V \mu}{R T_0 \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right)} = \frac{(1,3 \cdot 10^5 - 10^5) \cdot 80 \cdot 10^{-6} \cdot 0,21}{8,3 \cdot 318 \cdot \left(1 - 2^{-\frac{7,5}{140}}\right)} = \frac{(1,3 \cdot 10^5 - 10^5) \cdot 80 \cdot 10^{-6} \cdot 0,21}{8,3 \cdot 318 \cdot \left(1 - 2^{-\frac{1}{4}}\right)} \approx 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \approx 1,2 \text{ г.}$$

Ответ: $m \approx 1,2$ г.

Вариант 9

28. Поршень сдвинется вверх. Температура газа в сосуде понизится.

Пусть масса поршня M , а площадь его основания S . Атмосферное давление над поршнем равно $p_{\text{атм}}$, первоначальное давление газа в сосуде равно p_1 . Поскольку поршень первоначально находится в равновесии, $p_1 = p_{\text{атм}} + \frac{Mg}{S}$.

При движении лифта с ускорением \vec{a} , направленным вниз, поршень сдвинется и займёт относительно сосуда новое положение равновесия, в котором давление газа в сосуде станет равным $p_2 = p_{\text{атм}} + \frac{M(g - a)}{S} < p_1$.

Поскольку сосуд теплоизолирован и изменения числа частиц нет, уменьшение давления возможно только за счёт расширения газа. При этом газ совершает работу $A > 0$.

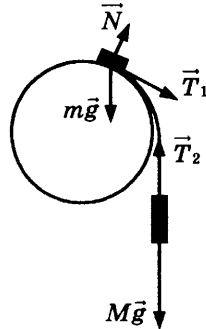
Поскольку сосуд теплоизолированный, газ, находящийся под поршнем, участвует в адиабатическом процессе. В этом случае, по первому закону термодинамики, газ совершает работу за счёт уменьшения внутренней энергии.

Уменьшение внутренней энергии газа повлечёт за собой понижение его температуры $\left(\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T\right)$.

29. Будем считать систему отсчёта, связанную с Землёй, инерциальной.

На рисунке показан момент, когда груз m ещё скользит по сфере. Из числа сил, действующих на грузы, силы тяжести $m\vec{g}$ и $M\vec{g}$ потенциальны, а силы натяжения нити \vec{T}_1 и \vec{T}_2 , а также сила реакции опоры \vec{N} — непотенциальны. Поскольку нить лёгкая и тре-

ния нет, $|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T$. Сила \vec{T}_1 направлена по скорости \vec{v}_1 груза m , а сила \vec{T}_2 — противоположно скорости \vec{v}_2 груза M . Модули скоростей грузов в один и тот же момент времени одинаковы, поскольку нить нерастяжима. По этим причинам суммарная работа сил \vec{T}_1 и \vec{T}_2 при переходе в данное состояние из начального равна нулю. Работа силы \vec{N} также равна нулю, так как из-за отсутствия трения $\vec{N} \perp \vec{v}_1$.

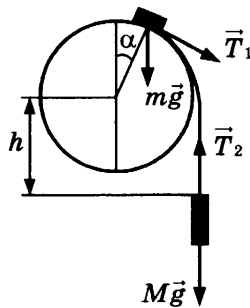


Таким образом, сумма работ всех непотенциальных сил, действующих на грузы m и M , равна нулю. Поэтому в инерциальной системе отсчёта, связанной с Землёй, механическая энергия системы этих грузов сохраняется.

Найдём модуль скорости груза m в точке его отрыва от поверхности сферы. Для этого приравняем друг к другу значения механической энергии системы грузов в начальном состоянии и в состоянии, когда груз m находится в точке отрыва (потенциальную энергию грузов в поле тяжести отсчитываем от уровня центра сферы, в начальном состоянии груз M находится ниже центра сферы на величину h_0):

$$mgR - Mgh_0 = \frac{mv^2}{2} + mgR \cos \alpha + \frac{Mv^2}{2} + Mg(-h), \text{ где } R \text{ — радиус трубы, } h - h_0 = R \frac{\pi}{6}.$$

$$\text{Отсюда } v = \sqrt{\frac{2gR \left[m(1 - \cos \alpha) + M \frac{\pi}{6} \right]}{m + M}}.$$



Груз m в точке отрыва ещё движется по окружности радиусом R , но уже не давит на сферу. Поэтому его центростремительное ускорение вызвано только силой тяжести, так как сила \vec{T}_1 направлена по касательной к сфере (см. рисунок): $m \frac{v^2}{R} = mg \cos \alpha$.

$$\text{Подставляя сюда значение } v, \text{ получим } \frac{2}{m + M} \left[m(1 - \cos \alpha) + M \frac{\pi}{6} \right] = \cos \alpha.$$

$$\text{Отсюда } M = \frac{m(3 \cos \alpha - 2)}{\frac{\pi}{3} - \cos \alpha} = 100 \text{ г} \cdot \frac{3 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 2}{\frac{\pi}{3} - \frac{\sqrt{3}}{2}} \approx 330 \text{ г}.$$

$$\text{Ответ: } M = \frac{m(3 \cos \alpha - 2)}{\frac{\pi}{3} - \cos \alpha} \approx 330 \text{ г}.$$

30. При $t = 100^\circ\text{C}$ давление насыщенного водяного пара равно нормальному атмосферному давлению: $p_0 = 10^5$ Па.

При изотермическом сжатии произведение pV для влажного воздуха под поршнем уменьшилось, так как $n < k$. Значит, количество вещества влажного воздуха в сосуде уменьшилось за счёт конденсации части водяного пара в воду. При этом водяной пар стал насыщенным.

Пусть p_2 — давление влажного воздуха в сосуде в конечном состоянии, $p_{1\text{сух}}$ — давление сухого воздуха в сосуде в начальном состоянии.

Пользуясь законом Дальтона, запишем выражения для давления влажного воздуха в сосуде в начальном и конечном состояниях:

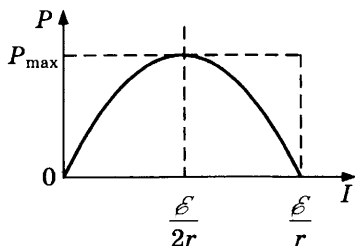
$$\begin{cases} p_1 = p_{1\text{сух}} + \varphi p_0, \\ p_2 = np_1 = kp_{1\text{сух}} + p_0. \end{cases}$$

Исключая из этих уравнений величину $p_{1\text{сух}}$, получим уравнение $np_1 = k(p_1 - \varphi p_0) + p_0$,

откуда: $\varphi = \frac{(k-n)p_1 + p_0}{kp_0} = \frac{(4-3) \cdot 1,8 \cdot 10^5 + 10^5}{4 \cdot 10^5} = \frac{2,8}{4} = 0,7$.

Ответ: $\varphi = 70\%$.

31.



Мощность, выделяемая на реостате, $P = IU = I(\varepsilon - Ir)$.

График $P(I)$ — парабола ветвями вниз. Корни уравнения $I(\varepsilon - Ir) = 0$:

$$I_1 = 0; I_2 = \frac{\varepsilon}{r}.$$

Поэтому максимум функции $P(I)$ достигается при $I = \frac{\varepsilon}{2r}$ и равен

$$P_{\text{max}} = \frac{\varepsilon^2}{4r} = 4,5 \text{ Вт. Отсюда: } r = \frac{\varepsilon^2}{4P_{\text{max}}} = 2 \text{ Ом.}$$

Ответ: $r = 2$ Ом.

32. Запишем выражение для энергии фотона: $E_1 = \frac{hc}{\lambda}$.

Найдём энергию всех фотонов, излучаемых за время t :

$$E = \frac{hc}{\lambda} \cdot N \cdot \frac{t}{\tau}, \text{ где } N \text{ — число фотонов, излучаемых за } \tau = 1 \text{ с.}$$

Найдём количество теплоты, которое требуется для плавления льда и нагревания воды:
 $Q = mL + cm\Delta t$, где L — удельная теплота плавления льда, c — удельная теплоемкость воды.

Используем закон сохранения энергии с учетом коэффициента поглощения η :

$$\eta \cdot \frac{hc}{\lambda} \cdot N \cdot \frac{t}{\tau} = mL + cm\Delta t.$$

Отсюда получим ответ:

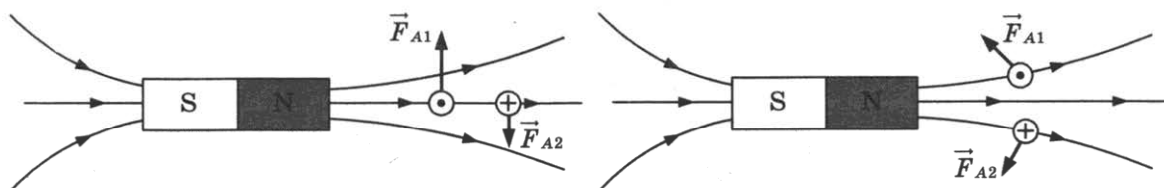
$$N = \frac{m(L + c\Delta t)\lambda\tau}{\eta hct} = \frac{1 \cdot (3,3 \cdot 10^5 + 4200 \cdot 100) \cdot 3,3 \cdot 10^{-7} \cdot 1}{0,5 \cdot 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 1,25 \cdot 10^4} = 2 \cdot 10^{20}.$$

Ответ: $N = 2 \cdot 10^{20}$.

Вариант 10

28. Рассмотрим сечение рамки плоскостью рисунка в условии задачи. В исходном положении в левом звене рамки ток направлен к нам, а в правом — от нас. На левое звено рамки действует сила Ампера \vec{F}_{A1} , направленная вверх, а на правое звено — сила Ампера \vec{F}_{A2} , направленная вниз. Эти силы разворачивают рамку на неподвижной оси MO по часовой стрелке (см. рисунок).

Рамка устанавливается перпендикулярно оси магнита так, что контакт «+» оказывается внизу. При этом силы Ампера \vec{F}_{A1} и \vec{F}_{A2} обеспечивают равновесие рамки на оси MO (см. рисунок).



Ответ: Рамка повернется по часовой стрелке и встанет перпендикулярно оси магнита так, что контакт «+» окажется внизу.

29. С помощью второго закона Ньютона выразим силу натяжения нити T_1 до погружения системы в жидкость:

$$mg - T_1 = 0. \quad (1)$$

То же — для случая, когда система погружена в жидкость, с учетом силы Архимеда:

$$mg - T_2 - \rho Vg = 0. \quad (2)$$

С помощью уравнений (1)–(2) можно найти изменение силы натяжения нити:

$$\Delta T = T_2 - T_1 = -\rho Vg.$$

Ответ: $\Delta T = T_2 - T_1 = -\rho Vg.$

30. Согласно первому началу термодинамики,

$$Q_1 = \Delta U, \quad (1)$$

$$Q_2 = \Delta U + A, \quad (2)$$

где ΔU — приращение внутренней энергии газа (одинаковое в двух опытах), A — работа газа во втором опыте. Работа, совершенная газом в ходе изобарного расширения, равна

$$A = p\Delta V, \quad (3)$$

где ΔV — изменение объема газа.

Выразив эту работу с помощью уравнения Клапейрона—Менделеева через приращение температуры газа, получим:

$$p\Delta V = \frac{m}{\mu} R\Delta T. \quad (4)$$

Решая систему уравнений (1) – (4), определим искомое изменение температуры:

$$\Delta T = \frac{\mu(Q_2 - Q_1)}{mR} \approx 1 \text{ К.}$$

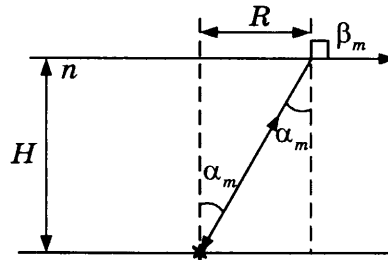
Ответ: $\Delta T = \frac{\mu(Q_2 - Q_1)}{mR} \approx 1 \text{ К.}$

31. Свет переходит из воды в воздух, поэтому угол преломления β больше угла падения света на поверхность воды α . Радиус светлого пятна на поверхности бассейна определяется по максимально возможному углу падения α_m : ему соответствует угол преломления $\beta_m = \frac{\pi}{2}$ (при больших углах падения не существует преломленного луча — наблюдается полное внутреннее отражение, α_m — предельный угол полного внутреннего отражения).

Радиус светлого пятна связан с глубиной бассейна (см. рисунок):

$$R = H \operatorname{tg} \alpha_m = H \frac{\sin \alpha_m}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha_m}}.$$

Чтобы светлого пятна не было видно, минимальный радиус плота должен быть равен радиусу светлого пятна.



По закону преломления $\sin \alpha_m = \frac{1}{n}$.

Окончательно получим:

$$H = R \sqrt{n^2 - 1} = 2,4 \sqrt{\frac{16}{9} - 1} = 0,8 \cdot \sqrt{7} \approx 2,1 \text{ м.}$$

Ответ: $H \approx 2,1 \text{ м.}$

32. Выражение для давления света имеет следующий вид:

$$P = P_{\text{отр.}} + P_{\text{погл.}} = \frac{N_{\text{отр.}} \Delta p_{\text{отр.}} + N_{\text{погл.}} \Delta p_{\text{погл.}}}{S \Delta t} \quad (1)$$

Это соотношение следует из закона изменения импульса $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$, определения давления $P = \frac{F_n}{S}$

(F_n — нормальная компонента силы, действующей на площадь S).

Формулы для изменения импульса фотона при отражении и поглощении лучей $\Delta p_{\text{отр.}} = 2p$, $\Delta p_{\text{погл.}} = p$; число отраженных $N_{\text{отр.}} = 0,4N$ и поглощенных $N_{\text{погл.}} = 0,6N$ фотонов.

Тогда выражение (1) принимает вид $P = \frac{1,4Np}{S \Delta t}$.

Для импульса фотона $p = \frac{h}{\lambda}$.

Выражение для длины волны излучения $\lambda = \frac{1,4Nh}{PS \Delta t}$.

Ответ: $\lambda = \frac{1,4 \cdot 5 \cdot 10^{14} \cdot 6,6 \cdot 10^{-34}}{1,5 \cdot 10^{-5} \cdot 0,7 \cdot 10^{-4} \cdot 8 \cdot 10^{-4}} = 5,5 \cdot 10^{-7} \text{ м.}$

Вариант 11

28. При отодвигании магнита от витка будет уменьшаться магнитный поток поля магнита сквозь виток и в витке возникнет индукционный ток. Согласно правилу Ленца магнитное поле этого тока должно препятствовать движению магнита, поэтому входящие в виток линии индукции этого поля будут сонаправлены с линиями индукции поля магнита. Для создания такого поля согласно правилу буравчика индукционный ток в цепи витка должен быть направлен против часовой стрелки, а в цепи ламп — от А к Б. Ток такого направления пропускает только диод на участке цепи лампочки 1, она и будет гореть.

29. Выберем ось X , сонаправленную со скоростью бруска. По закону сохранения импульса в проекции на ось X :

$$4m\nu_{6p} - m\nu_{пл} = 5mu, \quad (1)$$

где m — масса пластилина, u — скорость слипшихся тел после соударения.

По закону изменения механической энергии при торможении тел:

$$\frac{5mu^2}{2} - \frac{5m(0,7u)^2}{2} = \mu \cdot 5mgL. \quad (2)$$

Объединяя (1) и (2), получим:

$$L = \frac{0,51u^2}{2\mu g} = \frac{0,51}{2\mu g} \left(\frac{4\nu_{6p} - \nu_{пл}}{5} \right)^2 = 0,15 \text{ м.}$$

$$\text{Ответ: } L = \frac{0,51}{2\mu g} \left(\frac{4\nu_{6p} - \nu_{пл}}{5} \right)^2 = 0,15 \text{ м.}$$

30. Так как процесс 1–2 — изохорный $\left(\frac{T}{p} = \text{const} \right)$, то работа на этом участке не совершается:

$$A_{12} = 0, \text{ поэтому } Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R(3T_0 - T_0) = 3\nu RT_0.$$

Так как процесс 2–3 — изотермический, то изменение внутренней энергии $\Delta U_{23} = 0$ и $Q_{23} = A_{23}$.

$$A_{123} = A_{12} + A_{23} = A_{23}, \quad Q_{123} = Q_{12} + Q_{23}.$$

Окончательно получим:

$$\frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{Q_{23} + 3\nu RT_0} \approx 0,5.$$

$$\text{Ответ: } \frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{Q_{23} + 3\nu RT_0} \approx 0,5.$$

31. Конденсатор и резистор соединены параллельно, поэтому напряжения на них одинаковы:

$$U_C = U_R = IR, \quad (1)$$

где I — сила тока, текущего через резистор.

$$\text{По закону Ома для полной цепи } I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}. \quad (2)$$

$$\text{Напряженность поля в плоском конденсаторе равна } E = \frac{U_C}{d}. \quad (3)$$

Объединяя (1), (2) и (3), получим:

$$\mathcal{E} = Ed \left(\frac{R+r}{R} \right) = 4,8 \text{ В.}$$

$$\text{Ответ: } \mathcal{E} = Ed \left(\frac{R+r}{R} \right) = 4,8 \text{ В.}$$

32. Импульс электрона после столкновения $p_1 = \sqrt{2m_e E_1}$, (1)

где $E_1 = E_0 + \Delta E$ — энергия электрона после столкновения, m_e — масса электрона, ΔE — дополнительная энергия, приобретенная при столкновении.

$$\text{Согласно постулатам Бора } \Delta E = E^{(1)} - E^{(0)}. \quad (2)$$

$$\text{Объединяя (1) и (2), получим: } E_0 = \frac{p_1^2}{2m_e} - (E^{(1)} - E^{(0)}) = 2,3 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$$

$$\text{Ответ: } E_0 = \frac{p_1^2}{2m_e} - (E^{(1)} - E^{(0)}) = 2,3 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$$

28. При приближении магнита к витку будет увеличиваться магнитный поток поля магнита сквозь виток и в витке возникнет индукционный ток. Согласно правилу Ленца магнитное поле этого тока должно препятствовать движению магнита, поэтому входящие в виток линии индукции этого поля будут направлены противоположно линиям индукции поля магнита. Для создания такого поля согласно правилу буравчика индукционный ток в цепи витка должен быть направлен по часовой стрелке, а в цепи ламп – от Б к А. Ток такого направления пропускает только диод на участке цепи лампочки 2, она и будет гореть.

29. Выберем ось X , сонаправленную со скоростью пули. По закону сохранения импульса в проекции на ось X :

$$mv_0 = m \frac{v_0}{2} + 10mu, \quad (1)$$

где m — масса пули, u — скорость бруска после соударения с пулей.

По закону изменения механической энергии при торможении тел:

$$\frac{10mu^2}{2} - \frac{10m(0,8u)^2}{2} = \mu \cdot 10mgL. \quad (2)$$

Объединяя (1) и (2), получим: $L = \frac{0,36u^2}{2\mu g} = \frac{0,36}{2\mu g} \left(\frac{v_0}{20}\right)^2 = 4,5$ м.

Ответ: $L = \frac{0,36u^2}{2\mu g} = \frac{0,36}{2\mu g} \left(\frac{v_0}{20}\right)^2 = 4,5$ м.

30. Так как процесс 1–2 — изохорный, то работа на этом участке не совершается: $A_{12} = 0$, поэтому $Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R(3T_0 - T_0) = 3\nu RT_0$.

Так как процесс 2–3 — изотермический, то изменение внутренней энергии $\Delta U_{23} = 0$ и $Q_{23} = A_{23}$.

$$A_{123} = A_{12} + A_{23} = A_{23}, \quad Q_{123} = Q_{12} + Q_{23}.$$

Окончательно получим: $\frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{Q_{23} + 3\nu RT_0} \approx 0,5$.

Ответ: $\frac{A_{123}}{Q_{123}} = \frac{Q_{23}}{Q_{23} + 3\nu RT_0} \approx 0,5$.

31. Конденсатор и резистор соединены параллельно, поэтому напряжения на них одинаковы: $U_C = U_R = IR$,

где I — сила тока, текущего через резистор.

По закону Ома для полной цепи $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$. (2)

Напряженность поля в плоском конденсаторе равна $E = \frac{U_C}{d}$. (3)

Объединяя (1), (2) и (3), получим:

$$E = \frac{\mathcal{E}R}{d(R + r)} = 4 \text{ кВ/м.}$$

Ответ: $E = \frac{\mathcal{E}R}{d(R + r)} = 4 \text{ кВ/м.}$

32. Импульс электрона после столкновения $p_1 = \sqrt{2m_e E_1}$, (1)
 где $E_1 = E_0 + \Delta E$ — энергия электрона после столкновения, m_e — масса электрона, ΔE — дополнительная энергия, приобретенная при столкновении.
 Согласно постулатам Бора $\Delta E = E^{(1)} - E^{(0)}$. (2)

Объединяя (1) и (2), получим:

$$p_1 = \sqrt{2m_e(E_0 + (E^{(1)} - E^{(0)}))} = 1,2 \cdot 10^{-24} \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

Ответ: $p_1 = \sqrt{2m_e(E_0 + (E^{(1)} - E^{(0)}))} = 1,2 \cdot 10^{-24} \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$

Вариант 13

28. Все лучи от любой точки предмета, после прохождения данной линзы давая действительное изображение, пересекаются за линзой в одной точке.
 Пока картон не мешает, построим изображение в линзе предмета АВ, используя лучи, исходящие из точки В (рис. 1).
 Кусок картона К перекрывает верхние лучи, но никак не влияет на ход нижних лучей (рис. 2). Благодаря этим и аналогичным им лучам изображение предмета продолжает существовать на прежнем месте, не меняя формы, но становится темнее, так как часть лучей больше не участвуют в построении изображения.

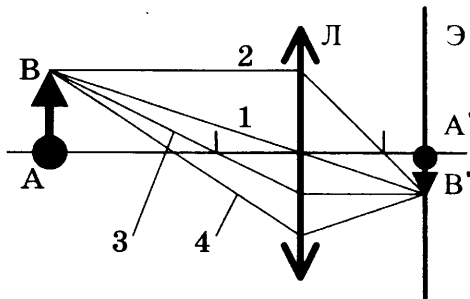


Рис. 1

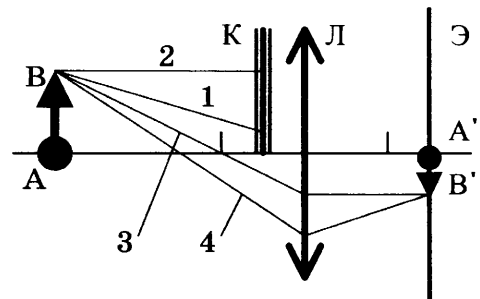


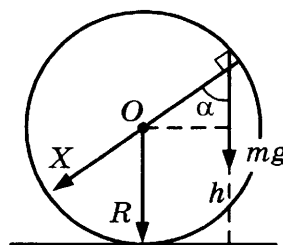
Рис. 2

Ответ: изображение предмета продолжает существовать на прежнем месте, не меняя формы, но становится менее ярким.

29. Согласно закону сохранения энергии:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mu^2}{2} + mgh, \quad (1)$$

где u — скорость шайбы в момент отрыва от кольца на высоте h .



В точке отрыва сила нормальной реакции опоры равна 0: $N = 0$. Центробежное ускорение шайбы $a_{\text{цс}} = \frac{u^2}{R}$ найдем из второго закона Ньютона (см. рис.):

$$ma_{\text{цс}} = mg \cos \alpha. \quad (2)$$

$$\cos \alpha = \frac{h - R}{R}. \quad (3)$$

Объединяя (1), (2) и (3), получим: $h = \frac{R}{3} + \frac{v^2}{3g} \approx 0,18 \text{ м.}$

Ответ: $h = \frac{R}{3} + \frac{v^2}{3g} \approx 0,18 \text{ м.}$

30. За цикл газ получает от нагревателя количество теплоты $Q_{\text{н}}$:

$$\begin{aligned} Q_{\text{н}} &= Q_{12} + Q_{31} = (U_2 - U_3) + A_{12} = \frac{3}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_3) + 2p_0 2V_0 = \\ &= \frac{3}{2}(2p_0 3V_0 - p_0 V_0) + 4p_0 V_0 = \frac{23}{2} p_0 V_0. \end{aligned} \quad (1)$$

$$\text{Работа газа за цикл равна } A_{\text{ц}} = \frac{p_0}{2} \cdot 2V_0 = p_0 V_0. \quad (2)$$

Объединяя (1) и (2), получим: $Q_{\text{н}} = \frac{23}{2} A_{\text{ц}} = 57,5 \text{ кДж.}$

Ответ: $Q_{\text{н}} = \frac{23}{2} A_{\text{ц}} = 57,5 \text{ кДж.}$

31. Когда правый проводник покоится, на левый действует сила Ампера $F = IBl$, где $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$ — индукционный ток, R — сопротивление цепи, l — расстояние между рельсами.

ЭДС индукции $\mathcal{E} = -B \frac{\Delta S}{\Delta t} = -B v_{\text{отн}} l$, где $v_{\text{отн}}$ — относительная скорость движения проводников.

Поскольку силу Ампера надо уменьшить втрое, ЭДС индукции в контуре надо в три раза уменьшить. Отсюда следует, что скорость правого проводника должна быть равна $v = \frac{2}{3} V$.

Ответ: $v = \frac{2}{3} V$.

32. Согласно постулатам Бора энергия фотона равна

$$h\nu = E_2 - E_1. \quad (1)$$

Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = h\nu_{\text{кр}} + \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2}, \quad (2)$$

где учтено, что $A_{\text{вых}} = h\nu_{\text{кр}}$.

Объединяя (1) и (2), получим:

$$v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2}{m_e} [(E_2 - E_1) - h\nu_{\text{кр}}]} \approx 1,65 \cdot 10^6 \text{ м/с.}$$

Ответ: $v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2}{m_e} [(E_2 - E_1) - h\nu_{\text{кр}}]} \approx 1,65 \cdot 10^6 \text{ м/с.}$

Вариант 14

28. Все лучи от любой точки предмета, после прохождения данной линзы давая действительное изображение, пересекаются за линзой в одной точке.

Пока картон не мешает, построим изображение в линзе предмета АВ, используя лучи, исходящие из точки В (рис. 1).

Кусок картона К перекрывает нижние лучи, но никак не влияет на ход верхних лучей (рис. 2). Благодаря этим и аналогичным им лучам изображение предмета продолжает существовать на прежнем месте, не меняя формы, но становится темнее, так как часть лучей больше не участвуют в построении изображения.

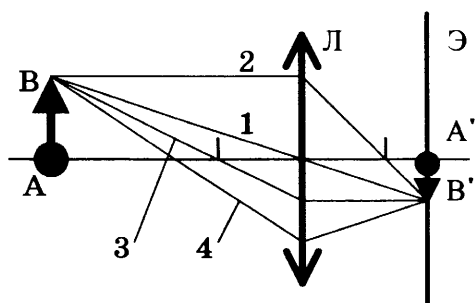


Рис. 1

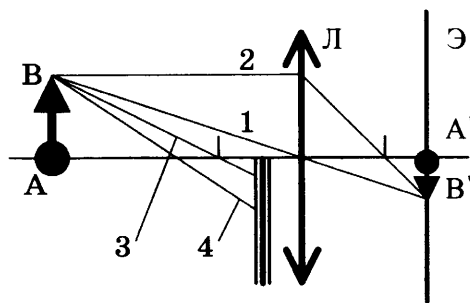


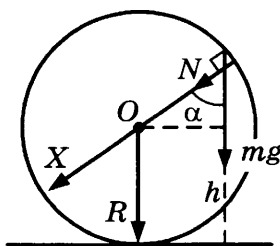
Рис. 2

Ответ: изображение предмета продолжает существовать на прежнем месте, не меняя формы, но становится менее ярким.

29. Согласно закону сохранения энергии:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mu^2}{2} + mgh, \quad (1)$$

где u — скорость шайбы в момент, когда она находится на высоте h от нижней точки кольца.



Центростремительное ускорение шайбы $a_{\text{цс}} = \frac{u^2}{R}$ найдем из второго закона Ньютона (см. рис.):

$$ma_{\text{цс}} = mg \cos \alpha + N, \quad (2)$$

где N — модуль силы нормальной реакции опоры. По третьему закону Ньютона $N = F$.

$$\cos \alpha = \frac{h - R}{R}. \quad (3)$$

Объединяя (1), (2) и (3), получим: $F = \frac{m}{R}(v^2 + g(R - 3h)) \approx 6,3 \text{ Н}$.

Ответ: $F = \frac{m}{R}(v^2 + g(R - 3h)) \approx 6,3 \text{ Н}$.

30. За цикл газ получает от нагревателя количество теплоты $Q_{\text{н}}$:

$$\begin{aligned} Q_{\text{н}} &= Q_{12} + Q_{31} = (U_2 - U_3) + A_{12} = \frac{3}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_3) + 2p_0 2V_0 = \\ &= \frac{3}{2}(2p_0 3V_0 - p_0 V_0) + 4p_0 V_0 = \frac{23}{2} p_0 V_0. \end{aligned} \quad (1)$$

$$\text{Работа газа за цикл равна } A_{\text{ц}} = \frac{p_0}{2} \cdot 2V_0 = p_0 V_0. \quad (2)$$

Объединяя (1) и (2), получим: $A_{\text{ц}} = \frac{2}{23} Q_{\text{н}} = 200 \text{ Дж}$.

Ответ: $A_{\text{ц}} = \frac{2}{23} Q_{\text{н}} = 200 \text{ Дж}$.

31. Когда правый проводник покоится, на левый действует сила Ампера $F = IBl$, где $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$ — индукционный ток, R — сопротивление цепи, l — расстояние между рельсами.

ЭДС индукции $\mathcal{E} = -B \frac{\Delta S}{\Delta t} = -Bv_{\text{отн}}l$, где $v_{\text{отн}}$ — относительная скорость движения проводников. Поскольку силу Ампера надо увеличить в два раза, ЭДС индукции в контуре надо тоже увеличить в два раза. Отсюда следует, что скорость правого проводника должна быть равна $v = 3V$.

Ответ: $v = 3V$.

32. Согласно постулатам Бора энергия фотона равна

$$h\nu = E_3 - E_1. \quad (1)$$

Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = h\nu_{\text{кр}} + \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2}, \text{ где учтено, что } A_{\text{вых}} = h\nu_{\text{кр}}. \quad (2)$$

Учитывая, что максимальный импульс фотоэлектрона равен $p = m_e v_{\text{max}}$, и объединяя (1) и (2), получим:

$$p = \sqrt{2m_e((E_3 - E_1) - h\nu_{\text{кр}})} \approx 1,7 \cdot 10^{-24} \text{ кг} \cdot \text{м/с}.$$

Ответ: $p = \sqrt{2m_e((E_3 - E_1) - h\nu_{\text{кр}})} \approx 1,7 \cdot 10^{-24} \text{ кг} \cdot \text{м/с}$.

Вариант 15

28. Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным.

При вдвигании поршня происходит изотермическое сжатие пара, давление и плотность насыщенного пара в этом процессе не меняются. Следовательно, будет происходить конденсация жидкости. Значит, масса жидкости в сосуде будет увеличиваться.

Ответ: масса жидкости в сосуде будет увеличиваться.

29. Если масса m достаточно велика, но грузы еще покоятся, то сила трения покоя, действующая на груз массой M , направлена вниз вдоль наклонной плоскости.

Запишем второй закон Ньютона для каждого из покоящихся тел в проекциях на оси введенной системы координат:

на первое тело действуют сила тяжести, сила нормальной реакции опоры, сила натяжения нити и сила трения:

$$\begin{cases} T_1 - Mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = 0 \text{ (ось направлена вверх вдоль наклонной плоскости);} \\ N - Mg \cos \alpha = 0 \text{ (ось направлена вверх перпендикулярно наклонной плоскости);} \end{cases}$$

на второе тело действуют сила тяжести и сила натяжения нити:

$$mg - T_2 = 0 \text{ (ось направлена вертикально вниз).}$$

Учтем, что $T_1 = T_2 = T$ (нить легкая, между блоком и нитью трения нет), $F_{\text{тр}} \leq \mu N$ (сила трения покоя).

Получим: $m_{\text{max}} = M(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \approx 0,76 \text{ кг}$.

Ответ: $m_{\text{max}} = M(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \approx 0,76 \text{ кг}$.

30. Шар взлетает, когда сила тяжести, действующая на него, равна силе Архимеда
- $$(m_{\text{об}} + m_r + m)g = \rho g V, \quad (1)$$

где m — масса воздуха в шаре.

Из уравнения Менделеева–Клапейрона

$$m = \frac{\rho V \mu}{RT_1}, \quad p = \frac{\rho RT}{\mu}, \quad (2)$$

где $T = t + 273$; $T_1 = t_1 + 273$, μ — молярная масса воздуха.

Объединяя (1) и (2), получим:

$$T_1 = \frac{\rho V T}{\rho V - m_{\text{об}} - m_r} = 350 \text{ К}, \quad t_1 = 77 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Ответ: $T_1 = \frac{\rho V T}{\rho V - m_{\text{об}} - m_r} = 350 \text{ К}.$

31. ЭДС индукции в проводнике, движущемся в однородном магнитном поле: $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\mathcal{E}}{\Delta t}.$

Изменение магнитного потока за малое время Δt : $\Delta\mathcal{E} = B\Delta S,$

где площадь ΔS определяется произведением длины проводника l на его перемещение Δx за время Δt , т.е. $\Delta\mathcal{E} = Bl\Delta x.$

Следовательно, $|\mathcal{E}| = \frac{Bl\Delta x}{\Delta t} = Blv,$ где v — скорость движения проводника.

В конце пути длиной x скорость проводника $v = \sqrt{2ax}$ (a — ускорение), так что $|\mathcal{E}| = Bl\sqrt{2ax} = 2 \text{ В}.$

Ответ: $|\mathcal{E}| = Bl\sqrt{2ax} = 2 \text{ В}.$

32. Чтобы фототок прекратился, должно выполняться условие $eU = \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2},$ где e — модуль заряда электрона, m_e — масса электрона.

Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2}.$$

Учитывая, что $v = \frac{c}{\lambda},$ $h\nu_0 = A_{\text{вых}},$ получим:

$$U = \frac{hc}{e} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right) \approx 1,4 \text{ В}.$$

Ответ: $U = \frac{hc}{e} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right) \approx 1,4 \text{ В}.$

Вариант 16

28. Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным.

При выдвигании поршня происходит изотермическое расширение пара, давление и плотность насыщенного пара в этом процессе не меняются. Следовательно, будет происходить испарение жидкости. Значит, масса жидкости в сосуде будет уменьшаться.

Ответ: масса жидкости в сосуде будет уменьшаться.

29. Если масса m достаточно мала, но грузы еще покоятся, то сила трения покоя, действующая на груз массой M , направлена вверх вдоль наклонной плоскости.

Запишем второй закон Ньютона для каждого из покоящихся тел в проекциях на оси введенной системы координат.

На первое тело действуют сила тяжести, сила нормальной реакции опоры, сила натяжения нити и сила трения:

$$\begin{cases} Mg \sin \alpha - T_1 - F_{\text{тр}} = 0 \text{ (ось направлена вверх вдоль наклонной плоскости);} \\ Mg \sin \alpha - T_1 - F_{\text{тр}} = 0 \text{ (ось направлена вверх перпендикулярно наклонной плоскости);} \end{cases}$$

На второе тело действуют сила тяжести и сила натяжения нити:

$$mg - T_2 = 0 \text{ (ось направлена вертикально вниз).}$$

Учтем, что $T_1 = T_2 = T$ (нить легкая, между блоком и нитью трения нет), $F_{\text{тр}} \leq \mu N$ (сила трения покоя).

Получим: $m_{\text{min}} = M(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \approx 0,24 \text{ кг.}$

Ответ: $m_{\text{min}} = M(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \approx 0,24 \text{ кг.}$

30. Шар взлетает, когда сила тяжести, действующая на него, равна силе Архимеда $(m_{\text{об}} + m_{\text{г}} + m)g = \rho g V$, (1)

где m — масса воздуха в шаре.

Из уравнения Менделеева-Клапейрона

$$m = \frac{\rho V \mu}{RT_1}, \quad p = \frac{\rho RT}{\mu}, \quad (2)$$

где $T = t + 273$; $T_1 = t_1 + 273$, μ — молярная масса воздуха.

Объединяя (1) и (2), получим:

$$m_{\text{г}} = \rho V - m_{\text{об}} - \frac{\rho V T}{T_1} = 200 \text{ кг.}$$

Ответ: $m_{\text{г}} = \rho V - m_{\text{об}} - \frac{\rho V T}{T_1} = 200 \text{ кг.}$

31. ЭДС индукции в проводнике, движущемся в однородном магнитном поле: $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$.

Изменение магнитного потока за малое время Δt : $\Delta\Phi = B\Delta S$,

где площадь ΔS определяется произведением длины проводника l на его перемещение Δx за время Δt , т.е. $\Delta\Phi = Bl\Delta x$.

Следовательно, $|\mathcal{E}| = \frac{Bl\Delta x}{\Delta t} = Blv$, где v — скорость движения проводника.

В конце пути длиной x скорость проводника $v = \sqrt{2ax}$ (a — ускорение), так что

$$|\mathcal{E}| = Bl\sqrt{2ax}, \text{ откуда } B = \frac{|\mathcal{E}|}{l\sqrt{2ax}} = 0,5 \text{ Тл.}$$

Ответ: $B = \frac{|\mathcal{E}|}{l\sqrt{2ax}} = 0,5 \text{ Тл.}$

32. Чтобы фототок прекратился, должно выполняться условие $eU = \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2}$, где e — модуль заряда электрона, m_e — масса электрона.

Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2}$.

Учитывая, что $v = \frac{c}{\lambda}$, $h\nu_0 = A_{\text{выл}}$, получим:

$$\lambda = \frac{hc}{eU + hc/\lambda_0} \approx 2,98 \cdot 10^{-7} \text{ м.}$$

Ответ: $\lambda = \frac{hc}{eU + hc/\lambda_0} \approx 2,98 \cdot 10^{-7} \text{ м.}$

Вариант 17

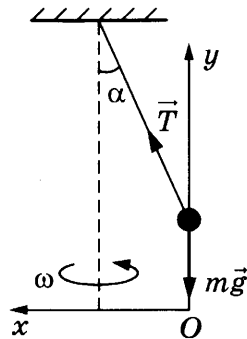
28. Колеблющийся шарик на нити можно считать математическим маятником. Первоначально, когда шарик не заряжен, частота свободных колебаний зависит только от длины нити l и ускорения свободного падения g : $\nu_1 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$.

Протяженная равномерно заряженная пластина создает однородное электрическое поле \vec{E} . Если шарiku сообщить отрицательный заряд, то со стороны электрического поля пластины на него начнет действовать постоянная сила, равная по величине $|q| \cdot E$ и направленная вертикально вниз.

В этом случае равнодействующая сил тяжести и электрической силы поля пластины сообщит шарiku ускорение, которое больше ускорения свободного падения ($a > g$). Возвращающая сила, действующая на шарик, увеличится, шарик быстрее будет возвращаться к положению равновесия, а значит, частота свободных колебаний маятника увеличится, так как $\nu_2 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{a}{l}}$.

Ответ: частота свободных колебаний маятника увеличится.

29. На груз действуют сила натяжения нити \vec{T} и сила тяжести $m\vec{g}$, как указано на рисунке. В инерциальной системе отсчета, связанной с Землей, ускорение тела определяется вторым законом Ньютона: $ma_x = T \sin \alpha$, $0 = T \cos \alpha - mg$.



Здесь $a_x = \frac{v^2}{l \sin \alpha}$ — центростремительное ускорение.

Решая полученную систему, получим: $v = \sqrt{\frac{gl \sin^2 \alpha}{\cos \alpha}} = 1,5 \text{ м/с.}$

Ответ: $v = \sqrt{\frac{gl \sin^2 \alpha}{\cos \alpha}} = 1,5 \text{ м/с.}$

30. Относительная влажность равна $\varphi = \frac{p}{p_{\text{нп}}} 100\%$. В начальном состоянии парциальное давление пара в сосуде было равно $p_1 = \frac{\varphi}{100\%} p_{\text{нп}} = 0,4 p_{\text{нп}}$, где $p_{\text{нп}}$ — давление насыщенного пара.

Согласно уравнению Клапейрона–Менделеева $p_1 = \frac{m_0}{MV} RT$, где T — температура пара, V — объем сосуда, M — молярная масса воды, m_0 — начальная масса водяного пара в сосуде.

После сжатия пар стал насыщенным, а его масса уменьшилась до m_1 :

$$p_2 = p_{\text{нп}} = \frac{m_1}{M(V/5)} RT.$$

$$\text{Получаем } \alpha = \frac{m_0 - m_1}{m_0} = 0,5.$$

Ответ: $\alpha = 0,5$.

31. Согласно закону сохранения энергии:

$$\frac{CU_{\text{max}}^2}{2} = \frac{LI_{\text{max}}^2}{2} \quad (1)$$

(C — емкость конденсатора, U_{max} — максимальное напряжение на конденсаторе.)

Согласно формуле Томсона для периода электромагнитных колебаний в контуре

$$T = 2\pi\sqrt{LC}. \quad (2)$$

Длина волны выражается через период колебаний, как $\lambda = cT$ (3)

(c — скорость света.)

Максимальная напряженность поля конденсатора равна:

$$E_{\text{max}} = \frac{U_{\text{max}}}{d}. \quad (4)$$

Решив систему уравнений (1)–(4), получим $I_{\text{max}} = \frac{\lambda d}{2\pi cL} E_{\text{max}} \approx 0,27$ мА.

Ответ: $I_{\text{max}} = \frac{\lambda d}{2\pi cL} E_{\text{max}} \approx 0,27$ мА.

32. Коэффициент полезного действия электростанции $\eta = \frac{E_1}{E_2}$, (1)

где E_1 — энергия, вырабатываемая электростанцией, E_2 — энергия, выделяющаяся в результате ядерных реакций деления урана.

$$E_1 = Pt, \quad (2)$$

где P — мощность электростанции, t — время ее работы, а $E_2 = NE_0$, где E_0 — энергия, выделяющаяся в результате деления одного ядра урана, N — количество распавшихся ядер урана.

Молярная масса урана-235 равна $\mu = 0,235$ кг/моль, следовательно, число распавшихся

атомов равно $N = \frac{m}{\mu} N_A$. (3)

Объединяя (1), (2) и (3), получаем:

$$\eta = \frac{Pt\mu}{mN_A E_0} = \frac{38 \cdot 10^6 \cdot 7 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 0,235}{1,4 \cdot 6 \cdot 10^{23} \cdot 200 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13}} \approx 0,2 = 20\%.$$

Ответ: $\eta = \frac{Pt\mu}{mN_A E_0} = 20\%$.

Вариант 18

28. Колеблющийся шарик на нити можно считать математическим маятником. Первоначально, когда шарик не заряжен, частота свободных колебаний зависит только от длины

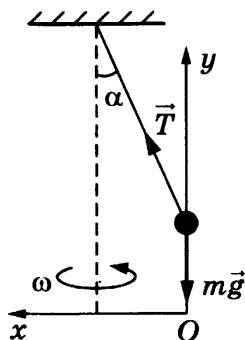
нити l и ускорения свободного падения g : $T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$.

Протяженная равномерно заряженная пластина создает однородное электрическое поле \vec{E} . Если шарик сообщить положительный заряд, то со стороны электрического поля пластины на него начнет действовать постоянная сила, равная по величине и направленная вертикально вниз.

В этом случае равнодействующая сил тяжести и электрической силы поля пластины сообщит шарик ускорение, которое больше ускорения свободного падения ($a > g$). Возвращающая сила, действующая на шарик, увеличится, шарик быстрее будет возвращаться к положению равновесия, а значит, период свободных колебаний маятника уменьшится, так как $T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{a}}$.

Ответ: период свободных колебаний маятника уменьшится.

29. На груз действуют сила натяжения нити \vec{T} и сила тяжести $m\vec{g}$, как указано на рисунке. В инерциальной системе отсчета, связанной с Землей, ускорение тела определяется вторым законом Ньютона: $ma_x = T \sin \alpha$, $0 = T \cos \alpha - mg$.



Здесь $a_x = \omega^2 l \sin \alpha$ — центростремительное ускорение, где $\omega = \frac{2\pi}{\tau}$ — угловая скорость груза. Решая полученную систему, получим: $\tau = 2\pi\sqrt{\frac{l \cos \alpha}{g}} \approx 0,83$ с.

Ответ: $\tau = 2\pi\sqrt{\frac{l \cos \alpha}{g}} \approx 0,83$ с.

30. Относительная влажность равна $\varphi = \frac{p}{p_{\text{нп}}} 100\%$. В начальном состоянии парциальное давление пара в сосуде было — равно $p_1 = \frac{\varphi}{100\%} p_{\text{нп}} = 0,8 p_{\text{нп}}$, где $p_{\text{нп}}$ — давление насыщенного пара. Согласно уравнению Клапейрона–Менделеева $p_1 = \frac{m_0}{MV} RT$, где T — температура пара, V — объем сосуда, M — молярная масса воды.

После сжатия пар стал насыщенным, а его масса уменьшилась $p_2 = p_{\text{нп}} = \frac{m_1}{M(V/3)} RT$.

Получаем $m_0 = 2,4 m_1 = 24$ г.

Ответ: $m_0 = 2,4 m_1 = 24$ г.

31. Согласно закону сохранения энергии:

$$\frac{CU_{\text{max}}^2}{2} = \frac{LI_{\text{max}}^2}{2}, \quad (1)$$

где C — емкость конденсатора, U_{\max} — максимальное напряжение на конденсаторе. Согласно формуле Томсона для периода электромагнитных колебаний в контуре $T = 2\pi\sqrt{LC}$.

$$v = \frac{1}{T}. \quad (2)$$

Максимальная напряженность поля конденсатора равна:

$$E_{\max} = \frac{U_{\max}}{d}. \quad (3)$$

Решив систему уравнений (1)–(3), получим

$$E_{\max} = \frac{1}{2\pi\nu Cd} I_{\max} \approx 80 \text{ В/м.}$$

Ответ: $E_{\max} = \frac{1}{2\pi\nu Cd} I_{\max} \approx 80 \text{ В/м.}$

32. Коэффициент полезного действия электростанции

$$\eta = \frac{E_1}{E_2},$$

где E_1 — энергия, вырабатываемая электростанцией, E_2 — энергия, выделяющаяся в результате ядерных реакций деления урана.

$E_1 = Pt$, где P — мощность электростанции, t — время ее работы, а $E_2 = NE_0$, где E_0 — энергия, выделяющаяся в результате деления одного ядра урана, N — количество распавшихся ядер урана.

Молярная масса урана-235 равна $\mu = 0,235$ кг/моль, следовательно, число распавшихся

атомов равно $N = \frac{m}{\mu} N_A$.

Объединяя вышеизложенное, получаем:

$$m = \frac{Pt\mu}{\eta E_0 N_A} = 1,1 \text{ кг.}$$

Ответ: $m = \frac{Pt\mu}{\eta E_0 N_A} = 1,1 \text{ кг.}$

Вариант 19

28. По проводнику течет постоянный ток, поэтому по закону Ома для участка цепи $U = IR$.

Сопротивление любой части проводника R определяется соотношением $R = \rho \frac{x}{S}$, где x — длина той части проводника, на которой определяется напряжение; ρ — удельное сопротивление этой части проводника; S — площадь поперечного сечения проводника.

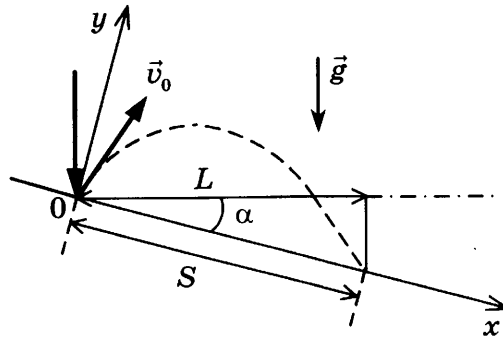
При $0 < x < l_1$ напряжение пропорционально длине участка; значит, удельное сопротивление проводника постоянно.

При $l_1 < x < l_2$ напряжение также линейно зависит от длины участка; значит, удельное сопротивление проводника на этом участке тоже постоянно. Однако показания вольтметра на этом участке проводника увеличиваются быстрее, чем на первом, поэтому удельное сопротивление проводника на втором участке больше, чем на первом.

Ответ: удельное сопротивление проводника на втором участке больше, чем на первом.

29. Законы движения шарика имеют вид:

$$x = v_0 \sin \alpha \cdot t + \frac{g \sin \alpha \cdot t^2}{2}, \quad y = v_0 \cos \alpha \cdot t - \frac{g \cos \alpha \cdot t^2}{2}.$$



В момент второго соударения шарика с плоскостью $x = S$, $y = 0$, следовательно,

$$\begin{cases} S = v_0 \sin \alpha \cdot t + \frac{g \sin \alpha \cdot t^2}{2}, & (1) \\ 0 = v_0 \cos \alpha \cdot t - \frac{g \cos \alpha \cdot t^2}{2}. & (2) \end{cases}$$

Совместное решение (1) и (2) приводит к $t = \frac{2v_0}{g}$ и $S = \frac{4v_0^2 \sin \alpha}{g}$.

Из рисунка видно, что $L = S \cos \alpha = \frac{2v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \approx 0,173$ м.

Ответ: $L \approx 0,173$ м.

30. Запишем уравнения состояния газа для верхней и нижней частей:

$p_1 V_1 = \nu RT$, $p_2 V_2 = \nu RT$, где V_1 и V_2 — объемы верхней и нижней частей.

$V_1 = S(H - h)$, $V_2 = Sh$, где S — сечение поршня, H — высота сосуда, h — высота, на которой находится поршень.

Условие равновесия поршня $p_1 S + mg - p_2 S = 0$, где m — масса поршня.

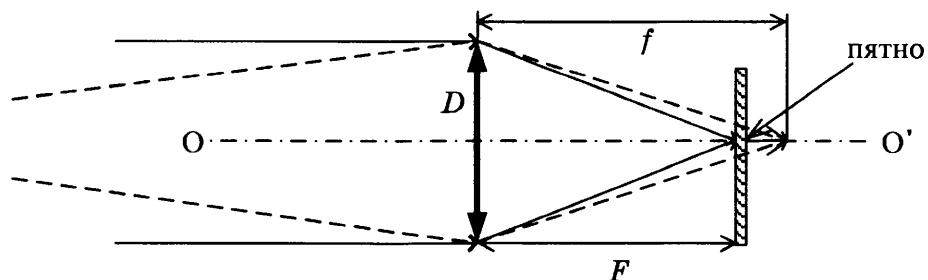
Получим соотношение для количества молей газа:

$$\nu = \frac{mg}{RT \left(\frac{1}{h} - \frac{1}{H-h} \right)} \approx 0,022 \text{ моль.}$$

Ответ: $\nu = \frac{mg}{RT \left(\frac{1}{h} - \frac{1}{H-h} \right)} \approx 0,022$ моль.

31. Лучи, идущие от предмета на расстоянии d , собираются на расстоянии f , которое больше фокусного расстояния, и поэтому образуют на пленке пятно диаметром δ . Из подобия треугольников получаем соотношение:

$$\frac{\delta}{D} = \frac{f - F}{f}. \quad (1)$$



Из формулы тонкой линзы $\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$ находим: $\frac{f-F}{f} = \frac{F}{d}$. (2)

Объединяя (1) и (2), получаем окончательно: $\delta = \frac{FD}{d} = 0,05$ мм.

Ответ: $\delta = \frac{FD}{d} = 0,05$ мм.

32. Количество теплоты, выделяющееся на резисторе после размыкания ключа:

$$Q = W_c = \frac{CU^2}{2} = \frac{qU}{2}. \quad (1)$$

Напряжение на конденсаторе равно падению напряжения на резисторе.

С учетом закона Ома для полной цепи $U = IR = \varepsilon R / (r + R)$. (2)

Объединяя (1) и (2), находим: $Q = \frac{q\varepsilon R}{2(R+r)} = 20$ мкДж.

Ответ: $Q = \frac{q\varepsilon R}{2(R+r)} = 20$ мкДж.

Вариант 20

28. По проводнику течет постоянный ток, поэтому по закону Ома для участка цепи $U = IR$.

Сопrotивление любой части проводника R определяется соотношением $R = \rho \frac{x}{S}$, где x — длина той части проводника, на которой определяется напряжение; ρ — удельное сопротивление проводника; S — площадь поперечного сечения этой части проводника.

При $0 < x < l_1$ напряжение пропорционально длине участка; значит, площадь поперечного сечения проводника постоянна.

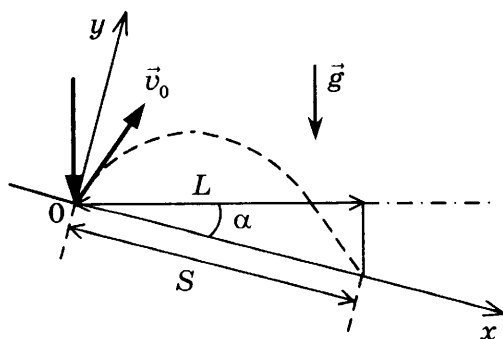
При $l_1 < x < l_2$ напряжение также линейно зависит от длины участка; значит, площадь поперечного сечения проводника на этом участке тоже постоянна. Однако показания вольтметра на этом участке проводника увеличиваются медленнее, чем на первом, поэтому площадь поперечного сечения проводника на втором участке больше, чем на первом.

Ответ: площадь поперечного сечения проводника на втором участке больше, чем на первом.

29. Законы движения шарика имеют вид:

$$x = v_0 \sin \alpha \cdot t + \frac{g \sin \alpha \cdot t^2}{2},$$

$$y = v_0 \cos \alpha \cdot t - \frac{g \cos \alpha \cdot t^2}{2}.$$



В момент второго соударения шарика с плоскостью $x = S, y = 0$, следовательно,

$$\begin{cases} S = v_0 \sin \alpha \cdot t + \frac{g \sin \alpha \cdot t^2}{2}, & (1) \\ 0 = v_0 \cos \alpha \cdot t - \frac{g \cos \alpha \cdot t^2}{2}. & (2) \end{cases}$$

Совместное решение (1) и (2) приводит к $t = \frac{2v_0}{g}$ и $S = \frac{4v_0^2 \sin \alpha}{g}$.

Из рисунка видно, что $H = S \sin \alpha = \frac{4v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} = 0,8$ м.

Ответ: $H = \frac{4v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} = 0,8$ м.

30. Условие равновесия столбика ртути определяет давление воздуха в вертикальной трубке: $p = p_0 + \rho g d$, где $p_0 = \rho g H$ — атмосферное давление. Здесь $H = 750$ мм, ρ — плотность ртути.

Поскольку нагрев воздуха в трубке происходит до температуры $T = T_0 + \Delta T$ и объем, занимаемый воздухом, не изменился, то, согласно уравнению Клапейрона–Менделеева:

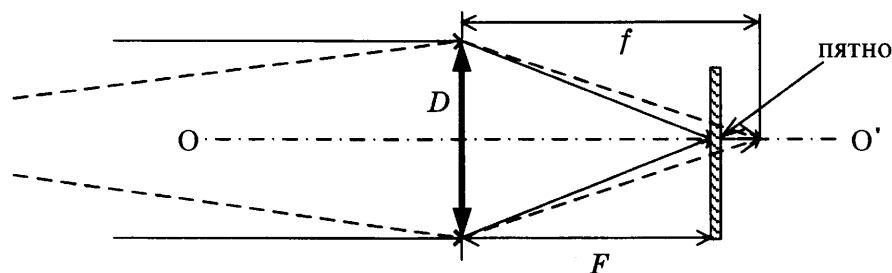
$$\frac{T}{T_0} = \frac{p}{p_0} = 1 + \frac{d}{H}.$$

Окончательно получим: $T_0 = \Delta T \frac{H}{d} = 300$ К.

Ответ: $T_0 = \Delta T \frac{H}{d} = 300$ К.

31. Лучи, идущие от предмета на расстоянии d , собираются на расстоянии f , которое больше фокусного расстояния, и поэтому образуют на пленке пятно диаметром δ . Из подобия треугольников получаем соотношение:

$$\frac{\delta}{D} = \frac{f - F}{f}. \quad (1)$$



Из формулы тонкой линзы $\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$ находим: $\frac{f - F}{f} = \frac{F}{d}$. (2)

Объединяя (1) и (2), получаем окончательно: $D = \frac{\delta d}{F} = 1$ см.

Ответ: $D = \frac{\delta d}{F} = 1$ см.

32. Пока ключ замкнут, через катушку течет ток I , определяемый сопротивлением резистора: $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$, конденсатор заряжен до напряжения: $U = \mathcal{E}$.

Энергия магнитного поля катушки равна $\frac{LI^2}{2}$, энергия электрического поля конденсатора равна $\frac{C\mathcal{E}^2}{2}$.

После размыкания ключа начинаются электромагнитные колебания и вся энергия, запасенная в конденсаторе и катушке, выделится в лампе и резисторе:

$$E = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{C\mathcal{E}^2}{2} + \frac{\mathcal{E}^2}{2R^2} L.$$

Согласно закону Джоуля–Ленца выделяемая в резисторе мощность пропорциональна его сопротивлению. Следовательно, энергия E распределится в лампе и резисторе пропорционально их сопротивлениям, и на лампу приходится

$$Q = \frac{r}{R+r} E = \frac{r\mathcal{E}^2(C + L/R^2)}{2(R+r)} = 0,115 \text{ Дж.}$$

$$\text{Ответ: } Q = \frac{r\mathcal{E}^2(C + L/R^2)}{2(R+r)} = 0,115 \text{ Дж.}$$

Вариант 21

28. Сопротивление идеального вольтметра считается бесконечно большим, поэтому ток через реостат при любом положении его движка равен нулю и, следовательно, напряжение на выводах реостата равно 0. Таким образом, показания вольтметра при любом положении движка реостата равны напряжению на резисторе R .

Ток через резистор R определяется законом Ома для полной цепи: $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$, а напряжение на резисторе — законом Ома для участка цепи: $U_R = IR$. Учитывая, что $r = 0$, получаем: $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$, $U_R = \mathcal{E}$.

Таким образом, при любом положении движка реостата показания вольтметра равны ЭДС источника \mathcal{E} .

Ответ: показания идеального вольтметра при перемещении движка реостата остаются неизменными.

29. На систему тел «шайба + горка» действуют внешние силы (тяжести и реакции стола), направленные по вертикали, поэтому проекция импульса системы на горизонтальную ось Ox системы отсчета, связанной со столом, сохраняется.

$$\text{Из закона сохранения импульса: } Mu - mv = 0, \quad (1)$$

где m — масса шайбы, M — масса горки, u — скорость горки в тот момент, когда скорость шайбы равна v .

Из закона сохранения механической энергии:

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{Mu^2}{2} + mgh = \frac{5}{2} mgh. \quad (2)$$

$$\text{Объединяя (1) и (2), получим: } \frac{m}{M} = \frac{3gh}{v^2} - 1.$$

$$\text{Ответ: } \frac{m}{M} = \frac{3gh}{v^2} - 1.$$

30. Количество теплоты, полученное при нагревании льда, находящегося в калориметре, до температуры 0°C :

$$Q_1 = c_1 m_1 (0 - t_1). \quad (1)$$

Количество теплоты, полученное льдом при его таянии при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$:
 $Q_2 = \lambda m_1.$ (2)

Количество теплоты, отданное водой при охлаждении ее до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$:
 $Q = c_2 m_2 (t_2 - 0).$ (3)

Уравнение теплового баланса:
 $Q = Q_1 + Q_2.$ (4)

Объединяя (1)–(4), получим: $m_1 = \frac{m_2 c_2 (t_2 - 0)}{c_1 (0 - t_1) + \lambda} \approx 1\text{ кг.}$

Ответ: $m_1 = \frac{m_2 c_2 (t_2 - 0)}{c_1 (0 - t_1) + \lambda} \approx 1\text{ кг.}$

31. Как следует из рис. 1, при силе тока $I = 0,15\text{ А}$ напряжение на светодиоде $U_D = 3\text{ В}$.

По закону Ома для участка цепи напряжение на резисторе, по которому течет этот ток (последовательное включение), $U = IR$.

По закону Ома для полной (замкнутой) цепи $\mathcal{E} = U + U_D$.

Решение системы дает: $U = IR = \mathcal{E} - U_D$.

Сопротивление резистора $R = \frac{\mathcal{E} - U_D}{I} = 20\text{ Ом.}$

Ответ: $R = 20\text{ Ом}$

32. Минимальная длина волны соответствует максимальной частоте и энергии фотона.

$$\lambda_0 = \lambda_{41}, \text{ и } \nu_{14} = \frac{c}{\lambda_0}.$$

$$\nu_{24} = \frac{c}{\lambda_{24}}; \nu_{32} = \frac{c}{\lambda_{32}}.$$

Частота фотона, испускаемого атомом при переходе с одного уровня энергии на другой, пропорциональна разности энергий этих уровней.

$$\text{Поэтому } \nu_{13} = \nu_{14} - \nu_{24} + \nu_{32} = c \left(\frac{1}{\lambda_{14}} - \frac{1}{\lambda_{24}} + \frac{1}{\lambda_{32}} \right)$$

$$\lambda_{13} = \frac{c}{\nu_{13}} = \frac{\lambda_{14} \lambda_{24} \lambda_{32}}{\lambda_{24} \lambda_{32} - \lambda_{14} \lambda_{32} + \lambda_{14} \lambda_{24}} \approx 3 \cdot 10^{-7}\text{ м.}$$

$$\text{Ответ: } \lambda_{13} = \frac{\lambda_{14} \lambda_{24} \lambda_{32}}{\lambda_{24} \lambda_{32} - \lambda_{14} \lambda_{32} + \lambda_{14} \lambda_{24}} \approx 300\text{ нм.}$$

Вариант 22

28. Сопротивление идеального вольтметра считается бесконечно большим, поэтому ток через реостат при любом положении его движка равен нулю и, следовательно, напряжение на выводах реостата равно 0. Таким образом, показания вольтметра при любом положении движка реостата равны напряжению на резисторе R .

Ток через резистор R определяется законом Ома для полной цепи: $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$, а напряжение на резисторе — законом Ома для участка цепи: $U_R = IR$. Учитывая, что $r = 0$, получаем: $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$, $U_R = \mathcal{E}$.

Таким образом, при любом положении движка реостата показания вольтметра равны ЭДС источника \mathcal{E} .

Ответ: показания идеального вольтметра при перемещении движка реостата остаются неизменными.

29. На систему тел «шайба + горка» действуют внешние силы (тяжести и реакции стола), направленные по вертикали, поэтому проекция импульса системы на горизонтальную ось Ox системы отсчета, связанной со столом, сохраняется.

Из закона сохранения импульса: $Mu - mv = 0$, (1)

где m — масса шайбы, $M = 12m$ — масса горки, v — скорость шайбы на левой вершине горки.

Согласно закону сохранения механической энергии:

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{12mu^2}{2} + mgh = 3mgh. \quad (2)$$

Объединяя (1) и (2), получим $u = \sqrt{\frac{gh}{39}}$.

Ответ: $u = \sqrt{\frac{gh}{39}}$.

29. Количество теплоты, необходимое для нагревания льда, находящегося в калориметре, до температуры t : $Q_1 = c_1 m_1 (t - t_1)$.

Количество теплоты, отдаваемое водой при охлаждении ее до 0°C : $Q_1 = c_2 m_2 (t_2 - 0)$.

Количество теплоты, выделяющейся при отвердевании воды при 0°C : $Q_2 = \lambda m_2$.

Количество теплоты, выделяющейся при охлаждении льда, полученного из воды, до температуры t : $Q_3 = c_1 m_2 (0 - t)$.

Уравнение теплового баланса: $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$.

$$\text{Получим: } t_1 = \frac{m_1 c_1 t - m_2 (c_2 (t_2 - 0) + \lambda + c_1 (0 - t))}{m_1 c_1} \approx -5^\circ\text{C}.$$

$$\text{Ответ: } t_1 = \frac{m_1 c_1 t - m_2 (c_2 (t_2 - 0) + \lambda + c_1 (0 - t))}{m_1 c_1} \approx -5^\circ\text{C}.$$

30. По закону Ома для участка цепи напряжение на резисторе, по которому течет этот ток (последовательное включение), $U_1 = I_1 R$.

По закону Ома для полной (замкнутой) цепи $\mathcal{E}_1 = U_1 + U_D$.

Решение системы дает: $U_1 = I_1 R = \mathcal{E}_1 - U_D$, сопротивление резистора $R = \frac{\mathcal{E}_1 - U_D}{I_1} = 30 \text{ Ом}$.

Напряжение на диоде не зависит от силы тока через него в интервале значений $0,05 \text{ А} \leq I \leq 0,2 \text{ А}$, поэтому $U_2 = \mathcal{E}_2 - U_D$ для любой силы тока из этого интервала, следовательно, сила тока в цепи при изменении ЭДС источника

$$I_2 = \frac{U_2}{R} = \frac{\mathcal{E}_2 - U_D}{R} = I_1 \frac{\mathcal{E}_2 - U_D}{\mathcal{E}_1 - U_D} = 0,1 \frac{1,5}{3} = 0,05 \text{ А}.$$

Полученное значение укладывается в интервал применимости выбранной модели, когда сила тока не зависит от приложенного напряжения.

Ответ: $I_2 = 0,05 \text{ А}$.

31. Минимальная длина волны соответствует максимальной частоте и энергии фотона.

$$\lambda_0 = \lambda_{41}, \text{ и } \nu_{14} = \frac{c}{\lambda_0}.$$

$$\text{Имеем: } \nu_{13} = \frac{c}{\lambda_{13}}; \nu_{32} = \frac{c}{\lambda_{32}}.$$

Частота фотона, испускаемого атомом при переходе с одного уровня энергии на другой, пропорциональна разности энергий этих уровней.

$$\text{Поэтому } \nu_{24} = \nu_{14} - \nu_{13} + \nu_{32} = c \left(\frac{1}{\lambda_{14}} - \frac{1}{\lambda_{13}} + \frac{1}{\lambda_{32}} \right)$$

$$\lambda_{24} = \frac{\lambda_{13}\lambda_{14}\lambda_{32}}{\lambda_{13}\lambda_{32} - \lambda_{14}\lambda_{32} + \lambda_{14}\lambda_{13}} \approx 333 \cdot 10^{-9} \text{ м.}$$

$$\text{Ответ: } \lambda_{24} = \frac{\lambda_{13}\lambda_{14}\lambda_{32}}{\lambda_{13}\lambda_{32} - \lambda_{14}\lambda_{32} + \lambda_{14}\lambda_{13}} \approx 333 \text{ нм.}$$

Вариант 23

28. Для описания изобарного расширения идеального газа используем уравнение Менделеева–Клапейрона: $pV = \nu RT$, где ν — число молей газа. Отсюда следует, что при одинаковых давлении и объеме $\frac{T_1}{T_2} = \frac{\nu_2}{\nu_1}$.

Как следует из рисунка, $T_1 > T_2$ (при одинаковых давлении и объеме). Поэтому $\nu_1 < \nu_2$.

Ответ: количество вещества в первой порции газа меньше, чем во второй.

29. Запишем закон сохранения импульса и закон изменения механической энергии:

$$\begin{cases} 2m\nu_0 = m\nu_1 - m\nu_2; \\ m\nu_0^2 + \Delta E = \frac{m\nu_1^2}{2} + \frac{m\nu_2^2}{2}, \end{cases}$$

где ν_2 — модуль скорости летящего назад осколка снаряда.

Решая систему уравнений, получим: $\nu_1^2 - 2\nu_0\nu_1 + \nu_0^2 - \frac{\Delta E}{m} = 0$,

откуда искомая масса равна: $m = \frac{\Delta E}{(\nu_1 - \nu_0)^2}$.

$$\text{Ответ: } m = \frac{\Delta E}{(\nu_1 - \nu_0)^2}.$$

30. Аргон является идеальным одноатомным газом, внутренняя энергия которого пропорциональна температуре $U_1 = \frac{3}{2}\nu RT_1$, $U_2 = \frac{3}{2}\nu RT_2$.

С помощью уравнения Клапейрона–Менделеева и условия расширения $p_1 V_1^2 = p_2 V_2^2$ определяем конечную температуру $T_2 = T_1 \sqrt{\frac{p_2}{p_1}}$.

Уменьшение внутренней энергии равно $\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{3}{2}\nu RT_1 \left(\sqrt{\frac{p_2}{p_1}} - 1 \right)$.

В соответствии с первым началом термодинамики:

$$|Q| = |\Delta U + A| = \left| \frac{3}{2}\nu RT_1 \left(\sqrt{\frac{p_2}{p_1}} - 1 \right) + A \right| \approx 1247 \text{ Дж.}$$

$$\text{Ответ: } |Q| = \left| \frac{3}{2}\nu RT_1 \left(\sqrt{\frac{p_2}{p_1}} - 1 \right) + A \right| \approx 1247 \text{ Дж.}$$

31. При ускорении в электрическом поле ион приобретает кинетическую энергию $\frac{m\nu^2}{2} = qU$,

где m , ν и q — соответственно масса, скорость и заряд иона.

В магнитном поле на ион действует сила Лоренца $F_{\text{л}} = q\nu B$, сообщающая ему центростремительное ускорение $a = \frac{\nu^2}{R}$. По второму закону Ньютона: $q\nu B = m \frac{\nu^2}{R}$.

Решая систему уравнений, находим: $B = \frac{1}{R} \sqrt{2U \frac{m}{q}} = \frac{1}{0,2} \sqrt{2 \cdot 10^4 \cdot 5 \cdot 10^{-7}} = 0,5$ Тл.

Ответ: $B = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{2mU}{q}} = 0,5$ Тл.

32. Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта энергия поглощаемого фотона равна сумме работы выхода фотоэлектрона из металла и максимальной кинетической энергии фотоэлектрона:

$$h\nu = A + \frac{m\nu^2}{2}. \quad (1)$$

Электрическое поле ускоряет электроны, увеличивая их кинетическую энергию на $\Delta E = eU = eEL$, (2)

где U — разность потенциалов между поверхностью пластины и эквипотенциальной поверхностью на расстоянии $L = 10$ см от нее.

Объединяя (1) и (2), получим искомую кинетическую энергию

$$\varepsilon = h\nu - A + eEL = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 1,6 \cdot 10^{15}}{1,6 \cdot 10^{-19}} - 3,7 + 130 \cdot 0,1 = 15,9 \text{ эВ.}$$

Ответ: $\varepsilon = h\nu - A + eEL = 15,9$ эВ.

Вариант 24

28. Для описания изохорного нагревания идеального газа используем уравнение Менделеева-Клапейрона: $p = \nu RT/V$, где ν — число молей газа. Отсюда следует, что при одинаковых

давлении и объеме $\frac{p_1}{p_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$.

Как следует из рисунка, $p_1 > p_2$ (при одинаковых температуре и объеме). Поэтому $\nu_1 > \nu_2$.

Ответ: количество вещества в первой порции газа больше, чем во второй.

29. Запишем закон сохранения импульса и закон изменения механической энергии:

$$\begin{cases} 2m\nu_0 = m\nu_1 - m\nu_2; \\ m\nu_0^2 + \Delta E = \frac{m\nu_1^2}{2} + \frac{m\nu_2^2}{2}. \end{cases}$$

Решая систему уравнений, получим: $\frac{4\Delta E}{m} = (\nu_1 + \nu_2)^2$.

Откуда найдем $\Delta E = \frac{m}{4} (\nu_1 + \nu_2)^2$.

Ответ: $\Delta E = \frac{m}{4} (\nu_1 + \nu_2)^2$.

30. Аргон является идеальным одноатомным газом, внутренняя энергия которого пропорциональна температуре $U_1 = \frac{3}{2} \nu RT_1$, $U_2 = \frac{3}{2} \nu RT_2$.

С помощью уравнения Клапейрона–Менделеева и условия расширения $p_1 V_1^2 = p_2 V_2^2$ определяем конечную температуру $T_2 = T_1 \sqrt{\frac{p_2}{p_1}}$.

Уменьшение внутренней энергии равно $\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{3}{2} \nu R T_1 \left(\sqrt{\frac{p_2}{p_1}} - 1 \right)$.

В соответствии с первым началом термодинамики: $-Q = \Delta U + A = \frac{3}{2} \nu R T_1 \left(\sqrt{\frac{p_2}{p_1}} - 1 \right) + A$,

откуда получим: $A = -\frac{3}{2} \nu R T_1 \left(\sqrt{\frac{p_2}{p_1}} - 1 \right) - Q = 3486$ Дж.

Ответ: $A = -\frac{3}{2} \nu R T_1 \left(\sqrt{\frac{p_2}{p_1}} - 1 \right) - Q = 3486$ Дж.

31. При ускорении в электрическом поле ион приобретает кинетическую энергию $\frac{m v^2}{2} = q U$,

где m , v и q — соответственно масса, скорость и заряд иона.

В магнитном поле на ион действует сила Лоренца $F_L = q v B$, сообщающая ему центростремительное ускорение $a = \frac{v^2}{R}$. По второму закону Ньютона:

$$q v B = m \frac{v^2}{R}.$$

Решая систему уравнений, находим:

$$\frac{m}{q} = \frac{R^2 B^2}{2U} = \frac{4 \cdot 10^{-2} \cdot 25 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^4} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ кг/Кл.}$$

Ответ: $\frac{m}{q} = \frac{R^2 B^2}{2U} = 5 \cdot 10^{-7}$ кг/Кл.

32. Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта энергия поглощаемого фотона равна сумме работы выхода фотоэлектрона из металла и максимальной кинетической энергии фотоэлектрона:

$$h\nu = A + \frac{m v^2}{2}. \quad (1)$$

Электрическое поле ускоряет электроны, увеличивая их кинетическую энергию на $\Delta E = eU = eEL$, (2)

где U — разность потенциалов между поверхностью пластины и эквипотенциальной поверхностью на расстоянии L от нее.

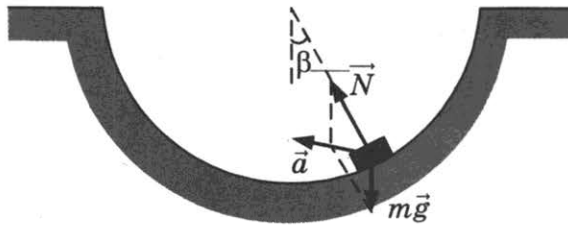
Объединяя (1) и (2), получим искомую работу выхода фотоэлектронов:

$$A = h\nu - \varepsilon + eEL = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 1,6 \cdot 10^{15}}{1,6 \cdot 10^{-19}} - 15,9 + 130 \cdot 0,1 = 3,7 \text{ эВ.}$$

Ответ: $A = h\nu - \varepsilon + eEL = 3,7$ эВ.

Вариант 25

28. К шайбе приложены сила тяжести $m\vec{g}$, направленная вертикально вниз, и сила реакции опоры \vec{N} , направленная по радиусу вверх. Ускорение шайбы \vec{a} направлено внутрь траектории левее направления силы \vec{N} (см. рисунок).

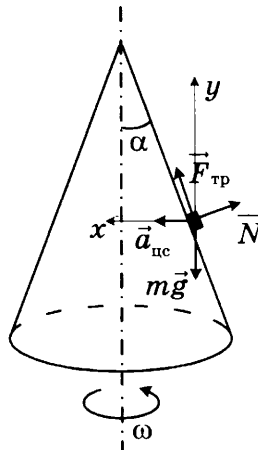


В промежуточной точке скорость шайбы $\vec{v} \neq 0$, поэтому у шайбы есть центростремительное ускорение $\vec{a}_n \neq 0$, направленное к центру окружности, по которой движется шайба. Проекция ускорения шайбы на касательную к окружности равна по модулю $g \sin \beta$. Поэтому у шайбы есть касательная составляющая ускорения $\vec{a}_t \neq 0$, направленная в сторону нижней точки сферы.

Ускорение шарика $\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_t$ направлено внутрь сферической поверхности левее направления силы \vec{N} .

Ответ: ускорение шарика направлено внутрь сферической поверхности левее направления силы \vec{N} .

29. На шайбу действуют силы: трения, тяжести, нормальной реакции опоры (см. рисунок).



Запишем проекции уравнения движения шайбы на оси X и Y :

$F_{\text{тр}} \sin \alpha - N \cos \alpha = ma_{\text{цс}}$, где $a_{\text{цс}} = \omega^2 L \sin \alpha$ — центростремительное ускорение шайбы.

$$F_{\text{тр}} \cos \alpha + N \sin \alpha - mg = 0,$$

$F_{\text{тр}} = \mu N$ — максимальная сила трения покоя.

$$\text{Получаем: } L = \frac{g(\mu - \text{ctg } \alpha)}{\omega^2(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}.$$

$$\text{Ответ: } L = \frac{g(\mu - \text{ctg } \alpha)}{\omega^2(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}.$$

30. Так как процесс 1–2 адиабатический, то $Q_{12} = 0 = \Delta U_{12} + A_{12}$,

$$\text{откуда } A_{12} = -\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_2).$$

$$\text{Учитывая, что } T_3 = T_1, \text{ получим } T_3 - T_2 = \frac{2}{3} \frac{A_{12}}{\nu R}.$$

$$\text{Работа газа в процессе 2–3 равна } A_{23} = p (V_3 - V_2) = \nu R (T_3 - T_2) = \frac{2}{3} A_{12}.$$

Работа газа A_{123} за весь процесс равна $A_{123} = A_{12} + A_{23} = \frac{5}{3}A_{12} = 5$ кДж.

Ответ: $A_{123} = \frac{5}{3}A_{12} = 5$ кДж.

31. Модуль напряженности поля точечного заряда равен $E = k \frac{q}{r^2}$, где r — расстояние от заряда до рассматриваемой точки. Тогда $E_1 = k \frac{q}{r_A^2}$, $E_2 = k \frac{q}{r_C^2}$. (1)

Из (1) получим: $E_2 = E_1 \frac{r_A^2}{r_C^2}$.

Из рисунка получим, что $\frac{r_A^2}{r_C^2} = \frac{5}{13}$, тогда $E_2 = \frac{5}{13}E_1 = 25$ В/м.

Ответ: $E_2 = \frac{5}{13}E_1 = 25$ В/м.

32. Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта $h \frac{c}{\lambda} = A + \frac{m\nu^2}{2}$.

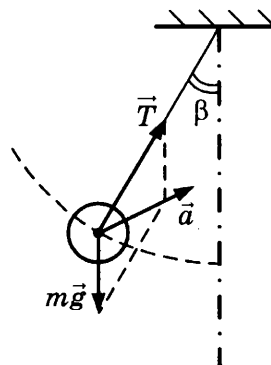
В магнитном поле на электрон действует сила Лоренца, которая сообщает ему центростремительное ускорение: $e\nu B = \frac{m\nu^2}{R}$.

Получим $R = \frac{\sqrt{2m \left(h \frac{c}{\lambda} - A \right)}}{eB} \approx 4,7 \cdot 10^{-3}$ м.

Ответ: $R = \frac{\sqrt{2m \left(h \frac{c}{\lambda} - A \right)}}{eB} \approx 4,7 \cdot 10^{-3}$ м.

Вариант 26

28. К шарiku приложены сила тяжести $m\vec{g}$, направленная вертикально вниз, и сила натяжения нити \vec{T} , направленная по нити вверх. Ускорение шарика \vec{a} направлено внутрь траектории правее направления силы \vec{T} (см. рисунок.).



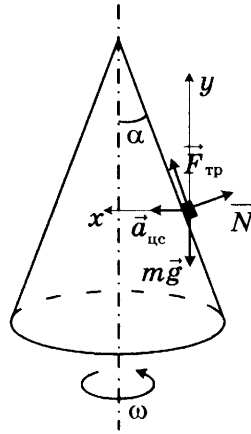
В промежуточной точке скорость шарика $\vec{v} \neq 0$, поэтому у шарика есть центростремительное ускорение $\vec{a}_n \neq 0$, направленное к центру окружности, по которой движется шарик.

Проекция ускорения шарика на касательную к окружности равна по модулю $g \sin \beta$. Поэтому у шарика есть касательная составляющая ускорения $\vec{a}_\tau \neq 0$, направленная в сторону положения равновесия.

Ускорение шарика $\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_\tau$ направлено внутрь траектории правее направления силы \vec{T} .

Ответ: ускорение шарика направлено внутрь траектории правее направления силы \vec{T} .

29. На шайбу действуют силы: трения, тяжести, нормальной реакции опоры (см. рис.).



Запишем проекции уравнения движения шайбы на оси X и Y :

$F_{\text{тр}} \sin \alpha - N \cos \alpha = ma_{\text{цс}}$, где $a_{\text{цс}} = \omega^2 L \sin \alpha$ — центростремительное ускорение шайбы.

$$F_{\text{тр}} \cos \alpha + N \sin \alpha - mg = 0,$$

$F_{\text{тр}} = \mu N$ — максимальная сила трения покоя.

Объединяя вышеизложенное, получаем: $\omega = \sqrt{\frac{g(\mu - \text{ctg } \alpha)}{L(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}}$.

Ответ: $\omega = \sqrt{\frac{g(\mu - \text{ctg } \alpha)}{L(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}}$.

30. Так как процесс 1–2 адиабатический, то $Q_{12} = 0 = \Delta U_{12} + A_{12}$,

откуда $A_{12} = -\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R(T_1 - T_2)$.

Учитывая, что $T_3 = T_1$, получим $T_3 - T_2 = \frac{2}{3} \frac{A_{12}}{\nu R}$.

Работа газа в процессе 2–3 равна $A_{23} = p(V_3 - V_2) = \nu R(T_3 - T_2) = \frac{2}{3} A_{12}$.

Работа газа A_{123} за весь процесс равна $A_{123} = A_{12} + A_{23} = \frac{5}{3} A_{12}$, откуда получим

$$A_{12} = \frac{3}{5} A_{123} = 1,8 \text{ кДж.}$$

Ответ: $A_{12} = \frac{3}{5} A_{123} = 1,8 \text{ кДж.}$

31. Модуль напряженности поля точечного заряда равен $E = k \frac{|q|}{r^2}$, где r — расстояние от

заряда q до рассматриваемой точки. Тогда $E_1 = k \frac{|q_1|}{(2L)^2}$, $E_2 = k \frac{|q_2|}{L^2}$, $E_3 = k \frac{|q_3|}{L^2}$.

Выберем ось X , направленную от A к D . Учитывая направления векторов напряженности в точке C , получим: $E_{12} = k \frac{|q_1|}{(2L)^2} - k \frac{|q_2|}{L^2}$.

Чтобы напряженность поля в точке C равнялась нулю, нужно, чтобы напряженность поля третьего заряда была равна по модулю E_{12} и направлена в противоположную сторону.

Тогда $q_3 = \left(\frac{|q_1|}{4} - |q_2| \right) = -3 \cdot 10^{-12}$ Кл.

Ответ: $q_3 = \left(\frac{|q_1|}{4} - |q_2| \right) = -3 \cdot 10^{-12}$ Кл.

32. Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта

$$h \frac{c}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}. \quad (1)$$

В магнитном поле на электрон действует сила Лоренца, которая сообщает ему центростремительное ускорение: $evB = \frac{mv^2}{R}$. (2)

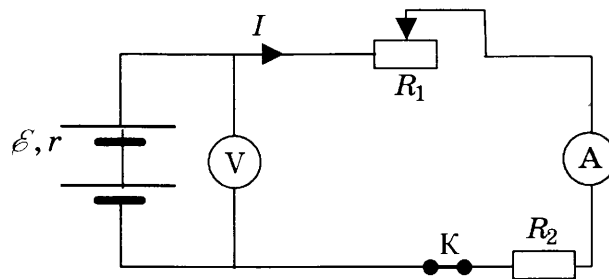
Объединяя (1) и (2), получим $B = \frac{\sqrt{2m \left(h \frac{c}{\lambda} - A \right)}}{eR} \approx 1,1 \cdot 10^{-3}$ Тл.

Ответ: $B = \frac{\sqrt{2m \left(h \frac{c}{\lambda} - A \right)}}{eR} \approx 1,1 \cdot 10^{-3}$ Тл.

Вариант 27

28. Эквивалентная электрическая схема цепи, учитывающая внутреннее сопротивление батареи, изображена на рисунке, где I — сила тока в цепи.

Ток через вольтметр практически не течет, а сопротивление амперметра пренебрежимо мало.



Сила тока в цепи определяется законом Ома для замкнутой (полной) цепи:

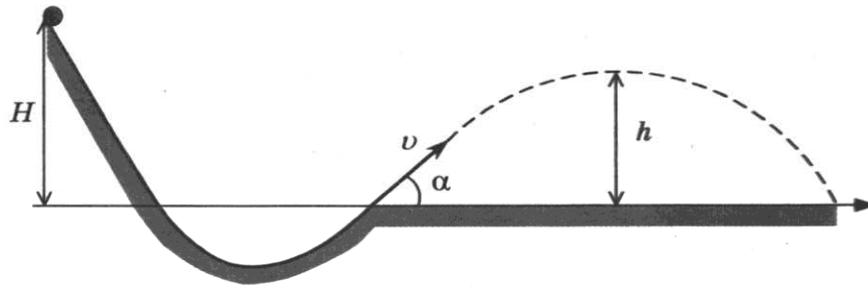
$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2 + r}.$$

В соответствии с законом Ома для участка цепи напряжение, измеряемое вольтметром:

$$U = I(R_1 + R_2) = \mathcal{E} - Ir.$$

При перемещении движка реостата вправо его сопротивление увеличивается, что приводит к увеличению полного сопротивления цепи. Сила тока в цепи при этом уменьшается, а напряжение на батарее растет.

29.



Модель гонщика — материальная точка. Считаем полет свободным падением с начальной скоростью \vec{v} , направленной под углом α к горизонту. Дальность полета определяется из выражения $S = \frac{v^2}{g} \sin 2\alpha$. А высота полета $h = \frac{v^2}{2g} \sin^2 \alpha$. Модуль начальной скорости

определяется из закона сохранения энергии $\frac{mv^2}{2} = mgH$, так что $\frac{v^2}{2g} = H$.

При $\alpha = 30^\circ$ получаем $h = H \sin^2 \alpha = \frac{H}{4}$.

Ответ: высота подъема $h = \frac{H}{4}$.

30. Согласно первому началу термодинамики $Q_1 = \Delta U$, (1)

$$Q_2 = \Delta U + A, \quad (2)$$

где ΔU — приращение внутренней энергии газа (одинаковое в двух опытах), A — работа газа во втором опыте. Работа A совершалась газом в ходе изобарного расширения, так что $A = p\Delta V$ (3)

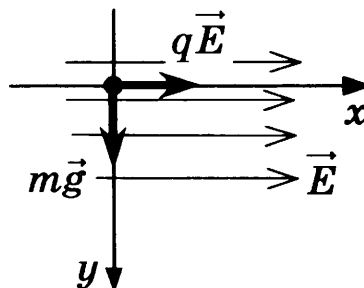
(ΔV — изменение объема газа).

С помощью уравнения Клапейрона–Менделеева эту работу можно выразить через приращение температуры газа: $p\Delta V = \frac{m}{\mu} R\Delta T$. (4)

Решая систему уравнений (1) – (4), будем иметь: $\Delta T = \frac{\mu(Q_2 - Q_1)}{mR}$.

Ответ: $\Delta T \approx 1\text{К}$.

31. На тело действуют сила тяжести $\vec{F}_1 = m\vec{g}$ и сила со стороны электрического поля $\vec{F}_2 = q\vec{E}$.



В инерциальной системе отсчета, связанной с Землей, в соответствии со вторым законом Ньютона, вектор ускорения тела пропорционален вектору суммы сил, действующих на него: $m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$.

При движении из состояния покоя тело движется по прямой в направлении вектора ускорения, т.е. в направлении равнодействующей приложенных сил. Прямая, вдоль которой направлен вектор ускорения, образует угол $\alpha = 45^\circ$ с вертикалью, следовательно,

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a_x}{a_y} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{qE}{mg} = 1.$$

Отсюда $E = \frac{mg}{q}$.

Ответ: $E = 0,5 \cdot 10^6 \text{ В/м} = 500 \text{ кВ/м}$.

32. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}. \quad (1)$$

Условие связи красной границы фотоэффекта и работы выхода:

$$\frac{hc}{\lambda_0} = A. \quad (2)$$

Выражение для запирающего напряжения — условие равенства максимальной кинетической энергии электрона и изменения его потенциальной энергии при перемещении в электростатическом поле:

$$\frac{mv^2}{2} = eU. \quad (3)$$

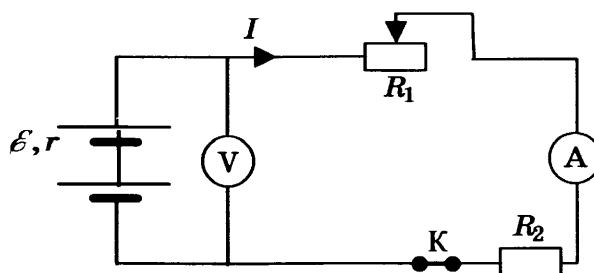
Решая систему уравнений (1), (2) и (3), получаем: $\lambda = \frac{hc\lambda_0}{hc + eU\lambda_0}$.

Ответ: $\lambda \approx 215 \text{ нм}$.

Вариант 28

28. Эквивалентная электрическая схема цепи, учитывающая внутреннее сопротивление батареи, изображена на рисунке, где I — сила тока в цепи.

Ток через вольтметр практически не течет, а сопротивление амперметра пренебрежимо мало.



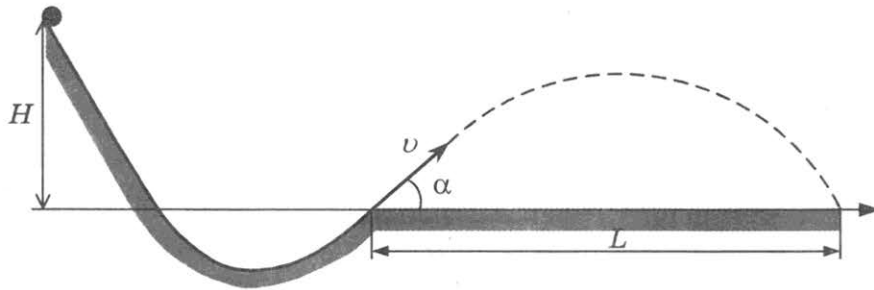
Сила тока в цепи определяется законом Ома для замкнутой (полной) цепи:

$$I = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2 + r}.$$

В соответствии с законом Ома для участка цепи напряжение, измеряемое вольтметром: $U = I(R_1 + R_2) = \varepsilon - Ir$.

При перемещении движка реостата влево его сопротивление уменьшается, что приводит к уменьшению полного сопротивления цепи. Сила тока в цепи при этом возрастает, а напряжение на батарее уменьшается.

29.



Модель гонщика — материальная точка. Считаем полет свободным падением с начальной скоростью \vec{v} , направленной под углом α к горизонту. Дальность полета определяется из выражения $L = \frac{v^2}{g} \sin 2\alpha$. Модуль начальной скорости определяется из закона сохранения энергии: $\frac{mv^2}{2} = mgH$, так что $\frac{v^2}{g} = 2H$.

При $\alpha = 30^\circ$ получаем $L = 2H \sin 2\alpha = H\sqrt{3}$.

Ответ: дальность полета $L = H\sqrt{3}$.

30. Согласно первому началу термодинамики $Q_1 = \Delta U$, (1)

$$Q_2 = \Delta U + A, \quad (2)$$

где ΔU — приращение внутренней энергии газа (одинаковое в двух опытах), A — работа газа во втором опыте. Работа A совершалась газом в ходе изобарного расширения, так что $A = p\Delta V$, (3)

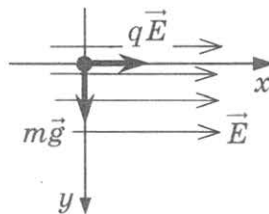
ΔV — изменение объема газа.

С помощью уравнения Клапейрона–Менделеева эту работу можно выразить через приращение температуры газа: $p\Delta V = \frac{m}{\mu} R\Delta T$. (4)

Решая систему уравнений (1)–(4), будем иметь: $m = \frac{\mu(Q_2 - Q_1)}{R\Delta T}$.

Ответ: $m = 1$ кг.

31. На тело действуют сила тяжести $\vec{F}_1 = m\vec{g}$ и сила со стороны электрического поля $\vec{F}_2 = q\vec{E}$.



В инерциальной системе отсчета, связанной с Землей, в соответствии со вторым законом Ньютона вектор ускорения тела пропорционален вектору суммы сил, действующих на него: $m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$.

При движении из состояния покоя тело движется по прямой в направлении вектора ускорения, т.е. в направлении равнодействующей приложенных сил. Прямая, вдоль кото-

рой направлен вектор ускорения, образует угол $\alpha = 45^\circ$ с вертикалью, следовательно,

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a_x}{a_y} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{qE}{mg} = 1.$$

Отсюда $q = \frac{mg}{E}$.

Ответ: $q = 8 \cdot 10^{-9}$ Кл = 8 нКл.

32. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}$. (1)

Условие связи красной границы фотоэффекта и работы выхода:

$$\frac{hc}{\lambda_0} = A. \quad (2)$$

Выражение для запирающего напряжения — условие равенства максимальной кинетической энергии электрона и изменения его потенциальной энергии при перемещении в электростатическом поле:

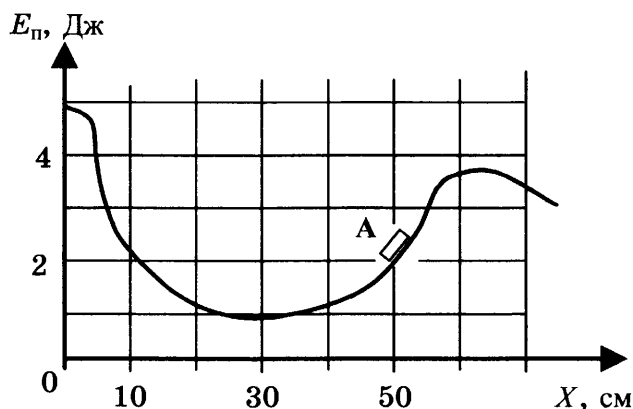
$$\frac{mv^2}{2} = eU. \quad (3)$$

Решая систему уравнений (1), (2) и (3), получаем: $U = \frac{hc}{e} \cdot \frac{\lambda_0 - \lambda}{\lambda \lambda_0} \approx 1,36$ В.

Ответ: $U \approx 1,36$ В.

Вариант 29

28.



Льдинка сможет выскользнуть из ямы через ее правый край.

Трения при движении льдинки нет, поэтому ее механическая энергия сохраняется. Запас кинетической энергии льдинки в точке А позволяет ей подняться до уровня, где ее потенциальная энергия немного больше 4 Дж.

Левый край ямы поднят до большей высоты. Следовательно, этого края льдинка не достигнет и заскользит вправо. Правый же край ямы ниже: на верху этого края потенциальная энергия льдинки меньше 4 Дж. Поэтому льдинка выскользнет из ямы через правый край.

29. Кинетическая энергия брусков после столкновения $E = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2}$, где v — скорость системы после удара, определяемая из закона сохранения импульса на горизонтальном участке: $m_1 v_1 = (m_1 + m_2)v$.

Исключая из системы уравнений скорость v , получим:

$$E = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{m_1 v_1^2}{2}.$$

Кинетическая энергия первого бруска перед столкновением определяется из закона сохранения механической энергии при скольжении по наклонной плоскости: $\frac{m_1 v_1^2}{2} = m_1 g h$,

что дает выражение $E = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot m_1 g h$.

Следовательно, $h = \frac{E(m_1 + m_2)}{g m_1^2}$. Подставляя значения, получим $h = 0,8$ м.

Ответ: $h = 0,8$ м.

30. Шар с грузом удерживается в равновесии при условии, что сумма сил, действующих на него, равна нулю: $(M + m)g + m_{\Gamma}g - m_{\text{в}}g = 0$, где M и m — массы оболочки шара и груза, m_{Γ} — масса гелия, а $F = m_{\text{в}}g$ — сила Архимеда, действующая на шар. Из условия равновесия следует: $M + m = m_{\text{в}} - m_{\Gamma}$.

Давление p гелия и его температура T равны давлению и температуре окружающего воздуха.

Следовательно, согласно уравнению Клапейрона–Менделеева, $pV = \frac{m_{\Gamma}}{\mu_{\Gamma}} RT = \frac{m_{\text{в}}}{\mu_{\text{в}}} RT$, где

μ_{Γ} — молярная масса гелия, $\mu_{\text{в}}$ — средняя молярная масса воздуха, V — объем шара.

Отсюда: $m_{\text{в}} = m_{\Gamma} \frac{\mu_{\text{в}}}{\mu_{\Gamma}}$; $m_{\text{в}} - m_{\Gamma} = m_{\Gamma} \left(\frac{\mu_{\text{в}}}{\mu_{\Gamma}} - 1 \right) = m_{\Gamma} \left(\frac{29}{4} - 1 \right) = 6,25 m_{\Gamma}$; $M + m = 6,25 m_{\Gamma}$.

Следовательно, $m_{\Gamma} = 100$ (кг).

Ответ: 100 кг.

31. Количество теплоты, согласно закону Джоуля—Ленца:

$$Q = (U^2/R) \cdot t. \tag{1}$$

Это количество теплоты затратится на нагревание проводника:

$$Q = ct \Delta T, \tag{2}$$

где масса проводника $m = \rho l S$ (3)

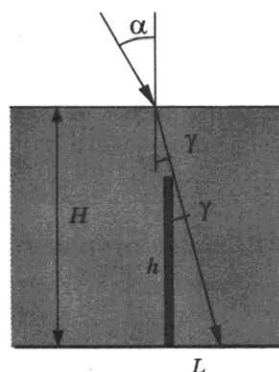
(S — площадь поперечного сечения проводника.)

Сопrotивление проводника: $R = (\rho_{\text{эл}} l)/S$. (4)

Из (1)–(4) получаем: $\Delta T = U^2 t / (c \rho l^2 \rho_{\text{эл}}) \approx 16$ К.

Ответ: 16 К.

- 32.



Согласно рисунку длина тени L определяется высотой сваи h и углом γ между сваей и скользящим по ее вершине лучом света: $L = h \cdot \operatorname{tg} \gamma$. Этот угол является и углом преломления солнечных лучей на поверхности воды. Согласно закону преломления $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n$,

$$\sin \gamma = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{1}{2n}, \quad \operatorname{tg} \gamma = \frac{\sin \gamma}{\sqrt{1 - \sin^2 \gamma}} = \frac{1}{\sqrt{4n^2 - 1}}.$$

Следовательно, $L = h \frac{1}{\sqrt{4n^2 - 1}}$, а высота сваи $h = L \sqrt{(4n^2 - 1)}$.

Ответ: $h \approx 2$ м.

Вариант 30

28. Лыдинка сможет выскользнуть из ямы через ее правый край.

Трения при движении лыдинки нет, поэтому ее механическая энергия сохраняется. Запас кинетической энергии лыдинки в точке А позволяет ей подняться до уровня, где ее потенциальная энергия немного больше 4 Дж.

Левый край ямы поднят до большей высоты. Следовательно, этого края лыдинка не достигнет и заскользит вправо. Правый же край ямы ниже: на верху этого края потенциальная энергия лыдинки меньше 4 Дж. Поэтому лыдинка выскользнет из ямы через правый край.

29. Кинетическая энергия брусков после столкновения $E = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2}$, где v — скорость системы после удара, определяемая из закона сохранения импульса на горизонтальном участке: $m_1 v_1 = (m_1 + m_2)v$.

Исключая из системы уравнений скорость v , получим:

$$E = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{m_1 v_1^2}{2}.$$

Кинетическая энергия первого бруска перед столкновением определяется из закона сохранения механической энергии при скольжении по наклонной плоскости: $\frac{m_1 v_1^2}{2} = m_1 g h$,

что дает выражение $E = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot m_1 g h$.

Подставляя значения масс и высоты из условия, получим численное значение $E_k = 2,5$ Дж.
 Ответ: 2,5 Дж.

30. Шар с грузом удерживается в равновесии при условии, что сумма сил, действующих на него, равна нулю: $(M + m)g + m_{\Gamma}g - m_{\text{В}}g = 0$, где M и m — массы оболочки шара и груза, m_{Γ} — масса гелия, а $F = m_{\text{В}}g$ — сила Архимеда, действующая на шар. Из условия равновесия следует: $M + m = m_{\text{В}} - m_{\Gamma}$.

Давление p гелия и его температура T равны давлению и температуре окружающего воздуха.

Следовательно, согласно уравнению Клапейрона–Менделеева, $pV = \frac{m_{\Gamma}}{\mu_{\Gamma}} RT = \frac{m_{\text{В}}}{\mu_{\text{В}}} RT$, где

μ_{Γ} — молярная масса гелия, $\mu_{\text{В}}$ — средняя молярная масса воздуха, V — объем шара.

Отсюда: $m_B = m_\Gamma \frac{\mu_B}{\mu_\Gamma}$; $m_B - m_\Gamma = m_\Gamma \left(\frac{\mu_B}{\mu_\Gamma} - 1 \right) = m_\Gamma \left(\frac{29}{4} - 1 \right) = 6,25m_\Gamma$; $M + m = 6,25m_\Gamma$.

Следовательно, $m = 6,25m_\Gamma - M = 6,25 \cdot 100 - 400 = 225$ кг.

Ответ : 225 кг.

31. Количество теплоты, согласно закону Джоуля—Ленца:

$$Q = (U^2/R) \cdot t. \quad (1)$$

Это количество теплоты затратится на нагревание проводника:

$$Q = cm \Delta T, \quad (2)$$

$$\text{где масса проводника } m = \rho l S \quad (3)$$

(S — площадь поперечного сечения проводника).

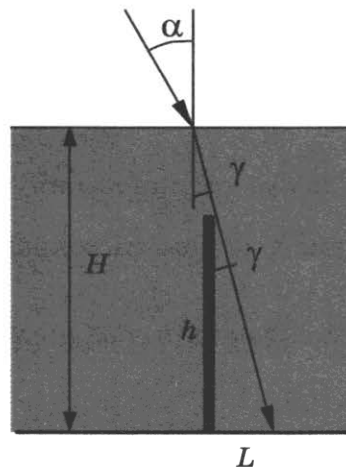
$$\text{Сопротивление проводника: } R = (\rho_{\text{эл}} l)/S. \quad (4)$$

$$\text{Из (1)–(4) получаем: } U = \sqrt{\frac{c\rho\rho_{\text{эл}} l^2 \Delta T}{t}}.$$

$$U \approx 10 \text{ В.}$$

Ответ: 10 В.

32.



Согласно рисунку длина тени L определяется высотой сваи h и углом γ между свай и скользящим по ее вершине лучом света: $L = h \cdot \operatorname{tg} \gamma$. Этот угол является и углом преломления солнечных лучей на поверхности воды.

Согласно закону преломления $\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n$,

$$\sin \gamma = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{1}{2n}, \quad \operatorname{tg} \gamma = \frac{\sin \gamma}{\sqrt{1 - \sin^2 \gamma}} = \frac{1}{\sqrt{4n^2 - 1}}.$$

$$\text{Следовательно, } L = h \frac{1}{\sqrt{4n^2 - 1}} = \frac{2}{\sqrt{4 \cdot \frac{16}{9} - 1}} = \frac{6}{\sqrt{55}} \approx 0,8 \text{ (м).}$$

Ответ: $L \approx 0,8$ м.

Вариант 31

28. 1. Траектория протона будет криволинейной, отклоняющейся от пунктирной прямой влево.

2. На протон действуют магнитное поле силой $F_M = qvB$ и электрическое поле силой $F_e = qE$. Поскольку заряд протона положительный, \vec{F}_e сонаправлена с \vec{E} , а по правилу левой руки \vec{F}_M направлена противоположно силе \vec{F}_e .

Поскольку первоначально протон двигался прямолинейно, то согласно второму закону Ньютона по модулю эти силы были равны.

3. Сила действия электрического поля не зависит от скорости протона, а сила действия магнитного поля с увеличением его скорости возрастает. Поскольку приращение \vec{F}_M , а также вызываемое им ускорение направлены влево, траектория протона будет криволинейной, отклоняющейся от первоначального направления движения протона влево.

29. Шарик и жидкости неподвижны в ИСО, связанной с Землей. В этом случае, как следует из второго закона Ньютона, сила Архимеда, действующая на шарик, уравнивает действующую на него силу тяжести: $\rho_1 V_1 g + \rho_2 V_2 g = \rho (V_1 + V_2) g$ (здесь V_1 и V_2 — соответственно объемы шарика, находящиеся выше и ниже границы раздела).

$$\text{Отсюда: } \rho_1 \frac{V_1}{V_1 + V_2} + \rho_2 \frac{V_2}{V_1 + V_2} = \rho. \quad (1)$$

Доли объема шарика, находящиеся выше и ниже границы раздела жидкостей, связаны соотношением

$$\frac{V_1}{V_1 + V_2} + \frac{V_2}{V_1 + V_2} = 1. \quad (2)$$

Решая систему уравнений (1)–(2), получаем: $\frac{V_1}{V_1 + V_2} = \frac{\rho_2 - \rho}{\rho_2 - \rho_1}$.

По условию задачи $\frac{V_1}{V_1 + V_2} = \frac{1}{4}$, так что $\frac{\rho_2 - \rho}{\rho_2 - \rho_1} = \frac{1}{4}$, откуда

$$\rho = \frac{1}{4}(\rho_1 + 3\rho_2) = \frac{7}{4}\rho_1 = 700 \text{ кг/м}^3.$$

Ответ: $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$.

30. Пусть p_0 — давление азота в камере;

p_1 — давление в сосуде в ситуации на рис. 2;

p_2 — давление в сосуде при температуре T_0 в конце опыта;

S — площадь горизонтального сечения сосуда.

Параметры азота в сосуде в первоначальном состоянии и при температуре T_1 связаны равенством, следующим из уравнения Клапейрона–Менделеева:

$$\frac{p_1 h S}{T_1} = \frac{p_0 L S}{T_0}, \text{ откуда } p_1 = p_0 \cdot \frac{L}{h} \cdot \frac{T_1}{T_0}.$$

Условие равновесия пробки при температуре T_1 :

$$p_0 S - F_{\text{тр1}} - p_1 S = 0, \text{ откуда } F_{\text{тр1}} = (p_0 - p_1) S.$$

Параметры азота в сосуде в первоначальном и конечном состояниях тоже связаны равенством, следующим из уравнения Клапейрона–Менделеева:

$$\frac{p_2 H S}{T_0} = \frac{p_0 L S}{T_0}, \text{ откуда } p_2 = p_0 \cdot \frac{L}{H}.$$

Условие равновесия пробки в конечном состоянии: $p_2 S - p_0 S - F_{\text{тр1}} = 0$,

$$\text{откуда } p_2 = p_0 + \frac{F_{\text{тр1}}}{S} = p_0 + p_0 - p_1 = 2p_0 - p_1 = 2p_0 - p_0 \cdot \frac{L}{h} \cdot \frac{T_1}{T_0}.$$

Приравнивая друг к другу два выражения для p_2 , получаем равенство $\frac{L}{H} = 2 - \frac{L}{h} \cdot \frac{T_1}{T_0}$.

Отсюда: $T_1 = T_0 \cdot \frac{h}{L} \cdot \left(2 - \frac{L}{H}\right) \approx 219 \text{ К}$.

Ответ: $T_1 \approx 219 \text{ К}$.

31. Конденсатор заряжен, поэтому ток через него не течет. Согласно закону Ома для замкнутой цепи через источник течет ток силы, где $I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_0}$, где $R_0 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ — сопротивление внешней цепи (параллельно соединенных резисторов R_1 и R_2).

Так как конденсатор подключен параллельно с резисторами R_1 и R_2 , то напряжение на конденсаторе $U = IR_0 = \frac{\mathcal{E}R_0}{r + R_0} = \frac{\mathcal{E}R_1 R_2}{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2}$.

Определим энергию электрического поля конденсатора:

$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{C}{2} \left(\frac{\mathcal{E}R_1 R_2}{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2} \right)^2$, откуда найдем емкость конденсатора C :

$$C = 2W \left(\frac{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2}{\mathcal{E}R_1 R_2} \right)^2 = 120 \cdot 10^{-6} \cdot \left(\frac{0,4 \cdot 10 + 24}{24 \cdot 10} \right)^2 \approx 1,6 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}.$$

Ответ: $C \approx 1,6 \text{ мкФ}$.

32. В герметично закрытом контейнере первоначально находятся полоний и атмосферный воздух. В процессе радиоактивного распада полония в контейнере будут образовываться атомы свинца и гелия, в результате чего искомое давление в контейнере будет складываться из парциальных давлений воздуха p_0 и гелия p_1 , т.е. $p = p_0 + p_1$.

Парциальное давление гелия можно определить с помощью уравнения Клапейрона–

Менделеева: $p_1 V = \frac{m_1}{\mu_1} RT_0$, где V — объем контейнера; T_0 — абсолютная температура в

нем, m_1 и μ_1 — соответственно масса и молярная масса гелия.

К определенному моменту времени t число атомов гелия N_1 равно числу распавшихся атомов полония и может быть определено с помощью закона радиоактивного распада:

$N_1 = N_0 - N$ и $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$, где $N_0 = \frac{m}{\mu} N_A$ — начальное число атомов полония; m и μ —

соответственно начальная масса полония и его молярная масса (0,210 кг/моль); N — оставшееся к моменту времени t число атомов полония; T — период полураспада полония.

Число молей получившегося в результате распада гелия равно числу молей распавшегося

полония: $\frac{m_1}{\mu_1} = \frac{m}{\mu} = \frac{N_1}{N_A}$, следовательно, $\frac{m_1}{\mu_1} = \frac{N_0}{N_A} \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right) = \frac{m}{\mu} \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right)$.

В результате математических преобразований получаем:

$$V = \frac{mRT_0 \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right)}{(p - p_0)\mu} = \frac{1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 8,3 \cdot 318 \cdot \left(1 - 2^{-\frac{7,5}{140}}\right)}{(1,4 \cdot 10^5 - 10^5) \cdot 0,21} =$$

$$= \frac{1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 8,3 \cdot 318 \cdot \left(1 - 2^{-\frac{1}{4}}\right)}{(1,4 \cdot 10^5 - 10^5) \cdot 0,21} \approx 75 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 \approx 75 \text{ см}^3.$$

Ответ: $\approx 75 \text{ см}^3$.

28. 1. Траектория протона будет криволинейной, отклоняющейся от пунктирной прямой вправо.

2. На протон действуют магнитное поле силой $F_M = qvB$ и электрическое поле силой $F_e = qE$. Поскольку заряд протона положительный, \vec{F}_e сонаправлена с \vec{E} , а по правилу левой руки \vec{F}_M направлена противоположно силе \vec{F}_e .

Поскольку первоначально протон двигался прямолинейно, то согласно второму закону Ньютона по модулю эти силы были равны.

3. Сила действия электрического поля увеличивается при увеличении модуля напряженности поля, а сила действия магнитного поля не меняется. Поскольку приращение \vec{F}_M , а также вызываемое им ускорение направлены вправо, траектория протона будет криволинейной, отклоняющейся от первоначального направления движения протона вправо.

29. Шарик и жидкости неподвижны в ИСО, связанной с Землей. В этом случае, как следует из второго закона Ньютона, сила Архимеда, действующая на шарик, уравнивает действующую на него силу тяжести:

$\rho_1 V_1 g + \rho_2 V_2 g = \rho (V_1 + V_2) g$ (здесь V_1 и V_2 — соответственно объемы шарика, находящиеся выше и ниже границы раздела). Отсюда:

$$\rho_1 \frac{V_1}{V_1 + V_2} + \rho_2 \frac{V_2}{V_1 + V_2} = \rho. \quad (1)$$

Доли объема шарика, находящиеся выше и ниже границы раздела жидкостей, связаны соотношением

$$\frac{V_1}{V_1 + V_2} + \frac{V_2}{V_1 + V_2} = 1. \quad (2)$$

Решая систему уравнений (1)–(2), получаем:

$$\frac{V_1}{V_1 + V_2} = \frac{\rho_2 - \rho}{\rho_2 - \rho_1}.$$

По условию задачи $\frac{V_1}{V_1 + V_2} = \frac{1}{3}$, так что $\frac{\rho_2 - \rho}{\rho_2 - \rho_1} = \frac{1}{3}$, откуда

$$\rho = \frac{1}{3}(\rho_1 + 2\rho_2) = \frac{7}{3}\rho_1 = 2100 \text{ кг/м}^3.$$

Ответ: $\rho = 2100 \text{ кг/м}^3$.

30. Пусть p_0 — давление азота в камере;

p_1 — давление в сосуде в ситуации на рис. 2;

p_2 — давление в сосуде при температуре T_0 в конце опыта;

S — площадь горизонтального сечения сосуда.

Параметры газа в сосуде в первоначальном состоянии и при температуре T_1 связаны равенством, следующим из уравнения Клапейрона–Менделеева:

$$\frac{p_1 h S}{T_1} = \frac{p_0 L S}{T_0} \text{ откуда } p_1 = p_0 \cdot \frac{L}{h} \cdot \frac{T_1}{T_0}.$$

Условие равновесия пробки при температуре T_1 :

$$p_0 S - F_{\text{тр1}} - p_1 S = 0, \text{ откуда } F_{\text{тр1}} = (p_0 - p_1) S.$$

Параметры газа в сосуде в первоначальном и конечном состояниях тоже связаны равенством, следующим из уравнения Клапейрона–Менделеева:

$$\frac{p_2 HS}{T_0} = \frac{p_0 LS}{T_0}, \text{ откуда } p_2 = p_0 \cdot \frac{L}{H}.$$

Условие равновесия пробки в конечном состоянии: $p_2 S - p_0 S - F_{\text{тр1}} = 0$,

$$\text{откуда } p_2 = p_0 + \frac{F_{\text{тр1}}}{S} = p_0 + p_0 - p_1 = 2p_0 - p_0 \cdot \frac{L}{h} \cdot \frac{T_1}{T_0}.$$

Приравнивая друг к другу два выражения для p_2 , получаем равенство $\frac{L}{H} = 2 - \frac{L}{h} \cdot \frac{T_1}{T_0}$.

$$\text{Отсюда } h = \frac{L \cdot \frac{T_1}{T_0}}{2 - \frac{L}{H}} \approx 43,8 \text{ см.}$$

Ответ: $h \approx 43,8$ см.

31. Конденсатор заряжен, поэтому ток через него не течет. Согласно закону Ома для замкнутой цепи через источник течет ток силы $I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_0}$, где $R_0 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ — сопротивление внешней цепи (параллельно соединенных резисторов R_1 и R_2).

Так как конденсатор подключен параллельно с резисторами R_1 и R_2 , то напряжение на конденсаторе $U = IR_0 = \frac{\mathcal{E} R_0}{r + R_0} = \frac{\mathcal{E} R_1 R_2}{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2}$.

Определим энергию электрического поля конденсатора:

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{C}{2} \left(\frac{\mathcal{E} R_1 R_2}{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2} \right)^2, \text{ откуда найдем ЭДС источника:}$$

$$\mathcal{E} = \sqrt{\frac{2W}{C}} \cdot \frac{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2}{R_1 R_2} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-5}}{5 \cdot 10^{-6}}} \cdot \frac{0,4 \cdot 12 + 20}{20} = 2,48 \text{ В.}$$

Ответ: $\mathcal{E} = 2,48$ В.

32. В герметично закрытом контейнере первоначально находятся полоний и атмосферный воздух. В процессе радиоактивного распада полония в контейнере будут образовываться атомы свинца и гелия, в результате чего искомое давление в контейнере будет складываться из парциальных давлений воздуха p_0 и гелия p_1 , т.е. $p = p_0 + p_1$.

Парциальное давление гелия можно определить с помощью уравнения Клапейрона–Менделеева: $p_1 V = \frac{m_1}{\mu_1} RT_0$, где V — объем контейнера; T_0 — абсолютная температура в нем; m_1 и μ_1 — соответственно масса и молярная масса гелия.

К определенному моменту времени t число атомов гелия N_1 равно числу распавшихся атомов полония и может быть определено с помощью закона радиоактивного распада:

$$N_1 = N_0 - N \text{ и } N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}, \text{ где } N_0 = \frac{m}{\mu} N_A \text{ — начальное число атомов полония; } m \text{ и } \mu \text{ —}$$

соответственно начальная масса полония и его молярная масса (0,210 кг/моль); N — оставшееся к моменту времени t число атомов полония; T — период полураспада полония.

Число молей получившегося в результате распада гелия равно числу молей распавшегося полония: $\frac{m_1}{\mu_1} = \frac{m}{\mu} = \frac{N_1}{N_A}$, следовательно, $\frac{m_1}{\mu_1} = \frac{N_1}{N_A} \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right) = \frac{m}{\mu} \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right)$.

В результате математических преобразований (в решении они должны быть представлены) получаем:

$$m = \frac{(p - p_0) V \mu}{RT_0 \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right)} = \frac{(1,3 \cdot 10^5 - 10^5) \cdot 80 \cdot 10^{-6} \cdot 0,21}{8,3 \cdot 318 \cdot \left(1 - 2^{-\frac{7,5}{140}}\right)} =$$

$$= \frac{(1,3 \cdot 10^5 - 10^5) \cdot 80 \cdot 10^{-6} \cdot 0,21}{8,3 \cdot 318 \cdot \left(1 - 2^{-\frac{1}{4}}\right)} \approx 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \approx 1,2 \text{ г.}$$

Ответ: $m \approx 1,2 \text{ г.}$

Вариант 33

28. Сила давления света во втором опыте больше, чем в первом.

В обоих опытах происходит поглощение световой волны. Этот процесс можно рассматривать как поглощение за время t большого числа $N \gg 1$ квантов света — фотонов. Каждый фотон при поглощении передает пластинке импульс $p_\phi = \frac{h\nu}{c}$, поэтому пластинка

получает импульс, равный сумме импульсов поглощенных фотонов: $p_\Sigma = N p_\phi = N \frac{h\nu}{c}$.

В результате поглощения света пластинкой, покрытой сажой, она приобретает за время t импульс p_Σ в направлении распространения света от лазера. В соответствии с законом изменения импульса тела в инерциальной системе отсчета скорость изменения импульса тела равна силе, действующей на него со стороны других тел или полей:

$$F_1 = \frac{p_\Sigma}{t} = \frac{N}{t} \cdot \frac{h\nu}{c}.$$

В результате отражения света от зеркальной пластины отраженный квант имеет импульс, противоположный по знаку импульсу кванта падающей волны: $p'_\phi = -p_\phi$, поэтому

отраженная волна имеет импульс $p'_\Sigma = -N' p_\phi = -N' \frac{h\nu}{c}$. В итоге за время t импульс волны

под действием зеркальной пластинки изменился. Это изменение

$$\Delta p_\Sigma = (-p'_\Sigma) - p_\Sigma = -(N + N') p_\phi.$$

Импульс системы «световая волна + зеркальная пластинка» сохраняется:

$$\Delta(p_\Sigma + p_{пл}) = 0, \text{ поэтому } \Delta p_{пл} = -\Delta p_\Sigma.$$

Но изменение импульса тела в инерциальной системе отсчета происходит только под действием других тел или полей и характеризуется силой

$$F_2 = \frac{p_{пл}}{t} = \frac{N + N'}{t} \cdot \frac{h\nu}{c}.$$

Для хорошего зеркала $N \approx N'$, поэтому $F_2 \approx 2F_1$.

Сравнивая выражения для силы F_1 , действующей на пластинку, покрытую сажой, и силы F_2 , действующей на зеркало, приходим к выводу, что $F_1 < F_2$.

29. Скорость шайбы v в точке В найдем из баланса энергии шайбы в точках А и В с учетом потерь на трение: $\frac{mv^2}{2} = mgH - \Delta E$.

Отсюда: $v^2 = 2gH - \frac{2\Delta E}{m}$.

Определим время полета t шайбы из точки В в точку D из соотношения

$y = v \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} = 0$, где y — вертикальная координата шайбы в системе отсчета с началом координат в точке В. Отсюда: $t = \frac{2v \sin \alpha}{g}$.

Дальность полета BD определим, подставляя это значение t в выражение для горизонтальной координаты x шайбы в той же системе отсчета: $BD = v \cos \alpha \cdot t = \frac{v^2}{g} \sin 2\alpha$.

Подставляя в выражение для BD значение v^2 , получаем

$BD = 2 \left(H - \frac{\Delta E}{mg} \right) \sin 2\alpha$. Отсюда: $\Delta E = mg \left(H - \frac{BD}{2 \sin 2\alpha} \right)$.

Ответ: $\Delta E = 2$ Дж. Допускается ответ $\Delta E = -2$ Дж, если из текста решения следует, что речь идет об изменении механической энергии.

30. При изобарном расширении на участке 1–2 газ получает от нагревателя количество теплоты Q_{12} , а на участке 3–4 отдает холодильнику в изохорном процессе количество теплоты Q_{34} . На других участках теплообмен отсутствует. В соответствии с первым началом термодинамики работа газа за цикл A равна разности количества теплоты, полученной от нагревателя и отданной холодильнику: $A = Q_{12} - Q_{34}$.

По определению КПД теплового двигателя $\eta = \frac{A}{Q_{12}} = 1 - \frac{Q_{34}}{Q_{12}}$, что позволяет найти теплоту, полученную от нагревателя: $Q_{12} = \frac{Q_{34}}{1 - \eta}$, если известно Q_{34} . Количество теплоты Q_{34} ,

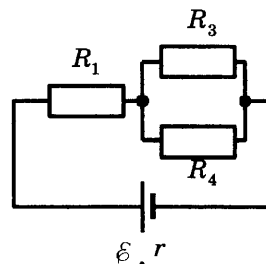
отданное при изохорном охлаждении на участке 3–4, равно уменьшению внутренней энергии газа на этом участке: $Q_{34} = | \Delta U_{34} |$. Внутренняя энергия идеального газа пропорциональна абсолютной температуре, и для 1 моль одноатомного газа $U = \frac{3}{2} RT$.

В итоге получим: $Q_{12} = \frac{Q_{34}}{1 - \eta} = \frac{3}{2} \frac{R(t_{\max} - t_{\min})}{1 - \eta}$.

Подставляя значения физических величин, получим: $Q_{12} = \frac{3}{2} \cdot \frac{8,31 \cdot 265}{0,85} \approx 3886$ Дж.

Ответ: $Q_{12} \approx 3886$ Дж.

31.



После перегорания резистора R_2 данную электрическую схему можно заменить эквивалентной схемой (см. рисунок). Тогда сопротивление внешней цепи $R_0 = R + \frac{R}{2} = 1,5R$.

По закону Ома для полной цепи сила тока, текущего через источник в схеме, $I = \frac{\varepsilon}{1,5R + r}$.

Сила тока, текущего через резистор R_1 , равна силе тока, текущего через источник. По закону Джоуля–Ленца мощность, выделяющаяся на нем,

$$P = I^2 R = \frac{\mathcal{E}^2 R}{(1,5R + r)^2} = \frac{12100 \cdot 20}{1024} \approx 236 \text{ Вт.}$$

Ответ: $P \approx 236$ Вт.

32. При изменении магнитного поля поток вектора магнитной индукции $\Phi(t) = B(t)S$ через рамку площадью $S = l^2$ изменяется, что создает в ней ЭДС индукции \mathcal{E} . В соответствии с законом индукции Фарадея $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{\Delta B_n}{\Delta t} S$.

Эта ЭДС вызывает в рамке ток, сила которого определяется законом Ома для замкнутой цепи: $I = \frac{\mathcal{E}}{R} = -\frac{\Delta B_n}{\Delta t} \frac{S}{R}$.

За время Δt по рамке пройдет заряд $q = I\Delta t$ и ЭДС индукции совершит работу

$$A = \mathcal{E}q = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} I\Delta t = -I\Delta\Phi, \text{ которая перейдет в тепло.}$$

Подставляя сюда выражения для силы тока и изменения потока: $\Delta\Phi = S\Delta B$, получим работу ЭДС индукции:

$$A = \frac{S^2 (\Delta B_n)^2}{R \Delta t} = \frac{l^4 (\Delta B_n)^2}{R \Delta t}.$$

За время $\Delta t_1 = t_1 = 2$ с на первом участке $\Delta B_1 = B_1 - B_0 = 0,6$ Тл, а на втором участке $\Delta t_2 = t_2 - t_1 = 8$ с и $\Delta B_2 = B_2 - B_1 = -1,0$ Тл, поэтому суммарное количество выделившейся теплоты

$$Q = A = A_1 + A_2 = \frac{l^4}{R} \left[\frac{(\Delta B_1)^2}{\Delta t_1} + \frac{(\Delta B_2)^2}{\Delta t_2} \right].$$

Отсюда находим сопротивление рамки: $R = \frac{l^4}{Q} \left[\frac{(\Delta B_1)^2}{\Delta t_1} + \frac{(\Delta B_2)^2}{\Delta t_2} \right].$

Подставляя значения физических величин, получим:

$$R = \frac{(0,1)^4}{10^{-4}} \left[\frac{0,36}{2} + \frac{1}{8} \right] = 0,18 + 0,125 \approx 0,3 \text{ Ом.}$$

Ответ: $R \approx 0,3$ Ом.

Вариант 34

28. Увеличивается.

Свет, падающий на предмет, можно представить как поток фотонов с энергией $E_\phi = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$. Известно, что длина волны зеленого света меньше длины волны красного света; следовательно, частота зеленого света больше, чем красного. Так как энергия фотона $E = h\nu$, то энергия фотонов зеленого света больше, чем красного.

Мощность светового излучения, падающего на площадку, $P = E_\phi \cdot \frac{\Delta N}{\Delta t}$, где Δt — интервал времени измерения (например, $\Delta t = 1$ с); ΔN — число фотонов, упавших на площадку за это время. В данном случае $P_1 = P_2$, $E_{\phi 1} > E_{\phi 2}$,

откуда $\frac{\Delta N_2}{\Delta N_1} = \frac{E_{\text{фот.зел.}}}{E_{\text{фот.кр.}}} > 1$.

Следовательно, число фотонов увеличится.

29. Скорость шайбы v в точке В найдем из баланса энергии шайбы в точках А и В с учетом потерь на трение: $\frac{mv^2}{2} = mgH - \Delta E$.

$$\text{Отсюда: } v^2 = 2gH - \frac{2\Delta E}{m}.$$

Время t полета шайбы из точки В в точку D определим из зависимости:

$$y = v \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} = 0,$$

где y — вертикальная координата шайбы в системе отсчета с началом координат в точке В. Отсюда $t = \frac{2v \sin \alpha}{g}$.

$$\text{Отсюда } t = \frac{2v \sin \alpha}{g}.$$

Дальность полета BD определяется из выражения для горизонтальной координаты x шайбы в той же системе отсчета:

$$BD = v \cos \alpha \cdot t = \frac{v^2}{g} \sin 2\alpha.$$

Подставляя в выражение для BD значение v^2 , получаем:

$$BD = 2 \left(H - \frac{\Delta E}{mg} \right) \sin 2\alpha.$$

Отсюда находим массу шайбы: $m = \frac{2\Delta E \sin 2\alpha}{g(2H \sin 2\alpha - BD)} = 0,05$ кг.

Ответ: $m = 0,05$ кг.

30. При изобарном расширении на участке 1–2 газ получает от нагревателя количество теплоты Q_{12} , а на участке 3–4 отдает холодильнику в изохорном процессе количество теплоты Q_{34} . На других участках теплообмен отсутствует. В соответствии с первым началом термодинамики работа газа за цикл A равна разности количества теплоты, полученной от нагревателя и отданной холодильнику $A = Q_{12} - Q_{34}$, а КПД теплового двигателя

$$\eta = \frac{A}{Q_{12}} = 1 - \frac{Q_{34}}{Q_{12}}.$$

Количество теплоты Q_{12} , полученное при изобарном расширении на участке 1–2, равно сумме увеличения внутренней энергии газа при увеличении его температуры и работы газа на этом участке: $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$. Внутренняя энергия идеального газа пропорциональна абсолютной температуре, и для 1 моль одноатомного газа $U = \frac{3}{2} RT$, а

$$\text{ее изменение } \Delta U_{12} = \frac{3}{2} R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2} R\Delta T_{12}.$$

Работа газа при изобарном расширении $A_{12} = p_1(V_2 - V_1)$. Выражая ее через изменение температуры с помощью уравнения Клапейрона–Менделеева $pV = RT$, получим:

$$A_{12} = p_1(V_2 - V_1) = R\Delta T_{12}.$$

$$\text{Отсюда } Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{5}{2} R\Delta T_{12}.$$

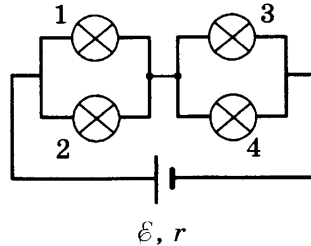
Количество теплоты Q_{34} , отданное при изохорном охлаждении на участке 3–4, равно уменьшению внутренней энергии газа на этом участке: $Q_{34} = |\Delta U_{34}| = \frac{3}{2} R|\Delta T_{34}|$.

$$\text{В итоге получим: } \eta = 1 - \frac{Q_{34}}{Q_{12}} = 1 - \frac{3|\Delta T_{34}|}{5\Delta T_{12}}.$$

Отсюда находим: $\frac{\Delta T_{12}}{|\Delta T_{34}|} = 1, 2.$

Ответ: $\frac{\Delta T_{12}}{|\Delta T_{34}|} = 1, 2.$

31. Сопротивление внешней цепи $R_0 = \frac{R_1}{2} + \frac{R_2}{2} = \frac{R_1 + R_2}{2}.$



По закону Ома для полной цепи ток, текущий через источник в цепи,

$$I = \frac{\varepsilon}{R_0 + r} = \frac{2\varepsilon}{R_1 + R_2 + 2r}.$$

Сила тока, текущего через лампу 4, равна половине силы тока, текущего через источник. По закону Джоуля–Ленца мощность, выделяющаяся на лампе 4,

$$P = \left(\frac{I}{2}\right)^2 R_2 = \frac{\varepsilon^2 R_2}{(R_1 + R_2 + 2r)^2} = \frac{10000 \cdot 10}{1600} = 62,5 \text{ Вт.}$$

Ответ: $P = 62,5 \text{ Вт.}$

32. При изменении магнитного поля поток вектора магнитной индукции $\Phi(t) = B(t)S$ через рамку площадью S изменяется, что создает в ней ЭДС индукции \mathcal{E} . В соответствии с законом индукции Фарадея $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{\Delta B_n}{\Delta t} S.$

Эта ЭДС вызывает в рамке ток, сила которого определяется законом Ома для замкнутой цепи: $I = \frac{\mathcal{E}}{R} = -\frac{\Delta B_n}{\Delta t} \frac{S}{R}.$

За время Δt по рамке пройдет заряд $q = I\Delta t$ и ЭДС индукции совершит работу $A = \mathcal{E}q = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} I\Delta t = -I\Delta\Phi$, которая перейдет в тепло.

Подставляя сюда выражения для силы тока и изменения потока $\Delta\Phi = S\Delta B_n$, получим

$$\text{работу ЭДС индукции: } A = \frac{S^2}{R} \frac{(\Delta B_n)^2}{\Delta t}.$$

За время $\Delta t_1 = t_1 = 4$ с на участке графика ab изменение $\Delta B_1 = B_1 - B_0 = 1, 2$ Тл. На участке bc индукционный ток не возникает. На третьем участке cd — $\Delta t_3 = t_3 - t_1 = \Delta t_1 = 4$ с и $\Delta B_3 = B_2 - B_1 = -1, 4$ Тл, поэтому суммарное количество теплоты

$$Q = A = A_1 + A_2 = \frac{S^2}{R} \left[\frac{(\Delta B_1)^2}{\Delta t_1} + \frac{(\Delta B_3)^2}{\Delta t_3} \right].$$

$$\text{Отсюда } S = \sqrt{\frac{QR\Delta t_1}{(\Delta B_1)^2 + (\Delta B_3)^2}}.$$

Подставляя значения физических величин, получим:

$$S = \sqrt{\frac{4,1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,2 \cdot 4}{1,2^2 + 1,4^2}} = \sqrt{\frac{32,8}{3,4}} \cdot 10^{-2} \approx 3,1 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2.$$

Ответ: $S \approx 3,1 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$.

Вариант 35

28. До замыкания ключа ток в цепи не течет, поэтому показания амперметра равны нулю, а показания вольтметра равны ЭДС источника.

Замыкание ключа вызовет появление тока в цепи, поэтому показания вольтметра уменьшатся на величину напряжения на внутреннем сопротивлении источника. По закону Ома для полной цепи $U = \varepsilon - Ir$

Показания амперметра станут отличными от нуля, а показания вольтметра уменьшатся.

29. Полная механическая энергия системы, равная сумме кинетической и потенциальной энергии, сохраняется, так как выемка гладкая и работа сил реакции стенок, в любой момент времени перпендикулярных скоростям шариков, равна нулю:

$$E = E_{\text{кин}} + E_{\text{пот}} = \text{const.}$$

В начальный момент и момент подъема на максимальную высоту H кинетическая энергия системы равна нулю, поэтому ее потенциальная энергия в эти моменты времени одинакова: $E_{\text{пот}}^{\text{нач}} = E_{\text{пот}}^{\text{конеч}}$.

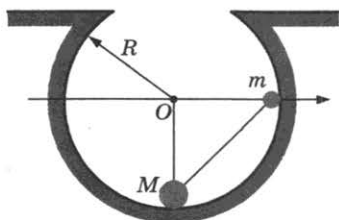


Рис. 1

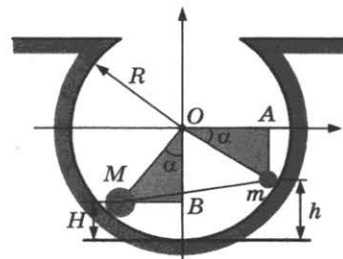


Рис. 2

Начальное положение системы изображено на рис. 1, а конечное — на рис. 2.

Если отсчитывать потенциальную энергию от нижней точки выемки, то начальная потенциальная энергия системы $E_{\text{пот}}^{\text{нач}} = mgR$, а ее конечная потенциальная энергия

$E_{\text{пот}}^{\text{конеч}} = mgh + MgH$. Закон сохранения энергии приводит к уравнению, из которого сле-

дует, что $(R - h) = \frac{M}{m} H$.

При движении гантели по поверхности выемки высота подъема большого и малого грузов связаны. Заметим, что в прямоугольных треугольниках OmA и OMB

$MB = mA = R - h$, $OA = OB = R - H$, $OM = Om = R$,

и воспользуемся теоремой Пифагора:

$$(R - h)^2 = R^2 - (OA)^2 = R^2 - (R - H)^2.$$

Отсюда следует: $(R - h)^2 = H(2R - H)$.

Подставим сюда выражение $(R - h) = \frac{M}{m} H$, полученное из закона сохранения энергии, и

$$\text{получим: } R = \frac{H}{2} \left(1 + \frac{M^2}{m^2} \right).$$

Подставляя сюда значения физических величин, получим: $R = 6(1 + 4) = 30 \text{ см}$.

Ответ: $R = 30 \text{ см}$.

30. Из анализа графика цикла работа газа при переходе из состояния 1 в состояние 2:

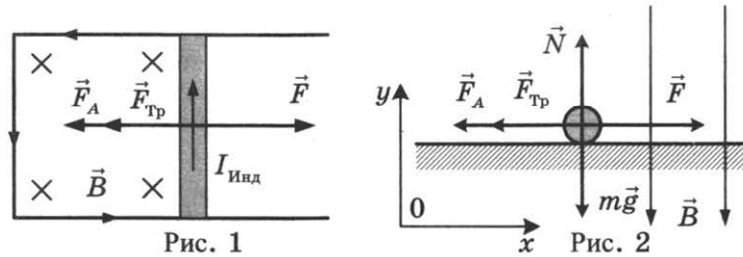
$$A_{12} = 2p_0 \cdot 2V_0 = 4p_0V_0.$$

Количество теплоты, переданное газом за цикл холодильнику, согласно первому началу термодинамики:

$$\begin{aligned} |Q_x| = |Q_{23}| &= (U_2 - U_3) + A_{32} = \frac{3}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_3) + 3p_0V_0 = \\ &= \frac{3}{2}(2p_0 \cdot 3V_0 - p_0V_0) + 3p_0V_0 = \frac{21}{2}p_0V_0 = \frac{21}{8}A_{21}. \end{aligned}$$

Ответ: $|Q_x| \approx 13$ кДж.

- 31.



При движении перемычки в однородном магнитном поле на ее концах возникает ЭДС электромагнитной индукции: $\mathcal{E} = BVl$, где B — индукция магнитного поля; V и l — соответственно скорость и длина перемычки. Согласно закону Ома для полной цепи в замкнутом контуре возникает индукционный ток: $I_{\text{инд}} = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{BVl}{R}$, где R — сопротивление перемычки.

Поскольку скорость перемычки постоянна, то ЭДС и индукционный ток также будут постоянными. Согласно правилу Ленца индукционный ток, возникающий в контуре, будет направлен так, чтобы своим магнитным полем препятствовать увеличению магнитного потока при движении перемычки, т.е. против часовой стрелки (см. рисунок 1). Благодаря появлению индукционного тока на перемычку со стороны магнитного поля начнет действовать сила Ампера, направленная согласно правилу левой руки в противоположную движению сторону: $F_A = BI_{\text{инд}}l = \frac{B^2l^2V}{R}$.

На перемычку действуют пять сил: сила тяжести $m\vec{g}$, сила реакции опоры \vec{N} , сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$, сила Ампера \vec{F}_A и сила \vec{F} , приложенная к перемычке (см. рисунок 2). Перемычка движется с постоянной скоростью, поэтому ее ускорение равно нулю. Проекция второго закона Ньютона имеют вид: $Ox: 0 = F - F_{\text{тр}} - F_A$; $Oy: 0 = N - mg$.

Сила трения скольжения $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg$.

$$\text{В итоге получаем: } V = \frac{(F - \mu mg)R}{(Bl)^2} = \frac{(1,13 - 0,25 \cdot 0,092 \cdot 10) \cdot 0,1}{(0,15 \cdot 1)^2} = 4 \text{ м/с.}$$

Ответ: $V = 4$ м/с.

32. В серии Бальмера энергия фотона равна $E_n - E_2$, где $n = 3, 4, \dots$. Аналогично в серии Пашена энергия фотона равна $E_n - E_3$, где $n = 4, 5, \dots$. Частота фотона связана с его энергией равенством $h\nu = E$, где h — постоянная Планка.

$$\text{Поэтому } \beta = \frac{E_3 - E_2}{E_\infty - E_3} = \frac{\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}}{\frac{1}{3^2} - 0} = 1,25.$$

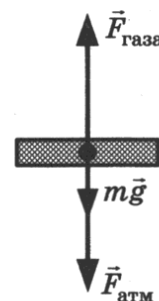
Ответ: $\beta = 1,25$.

Вариант 36

28. Определим температуру T_2 конечного состояния газа. Запишем уравнение Клапейрона—

Менделеева для газа в состояниях 1 и 2: $\begin{cases} p_0 V_0 = \nu R T_0, \\ 2p_0 \cdot 2V_0 = \nu R T_2, \end{cases}$, откуда $T_2 = 4T_0$.

Покажем силы, приложенные к поршню, когда он уже не опирается на выступы на стенках цилиндра. Сила тяжести $m\vec{g}$ и сила давления на поршень со стороны атмосферы $\vec{F}_{\text{атм}}$ постоянны. Поскольку поршень перемещается медленно, сумму приложенных к нему сил считаем равной нулю. Отсюда следует, что сила давления на поршень со стороны газа $\vec{F}_{\text{газа}}$ тоже постоянна. Значит, ее модуль $F_{\text{газа}} = pS = \text{const}$ (S — площадь горизонтального сечения поршня) при любом положении поршня выше первоначального. Таким образом, $p = 2p_0 = \text{const}$ при $V_0 < V \leq 2V_0$, процесс нагревания газа изобарный ($\frac{V}{T} = \text{const}$).



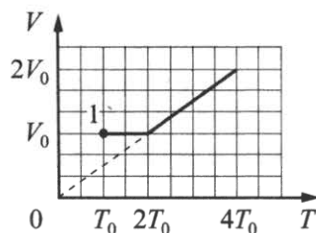
Определим температуру начала этого процесса T_H : $\begin{cases} p_0 V_0 = \nu R T_0, \\ 2p_0 \cdot V_0 = \nu R T_H, \end{cases}$ откуда $T_H = 2T_0$.

На отрезке температур $T_0 \leq T \leq 2T_0$ процесс нагревания газа изохорный ($V = V_0$), давление газа с ростом его температуры при нагревании увеличивается от p_0 до $2p_0$.

Ответ: а) при $T_0 \leq T \leq 2T_0$ $V = V_0 = \text{const}$;

б) при $2T_0 \leq T \leq 4T_0$ объем газа меняется от V_0 до $2V_0$ по закону $\frac{V}{T} = \text{const}$.

График представляет собой ломаную линию.



29. Закон сохранения механической энергии до удара:

$$mgl = \frac{mv^2}{2}. \tag{1}$$

Закон сохранения импульса при ударе:

$$mv = (m + M)V. \tag{2}$$

Количество теплоты, выделившееся при ударе:

$$Q = \frac{mv^2}{2} - \frac{(m + M)V^2}{2}. \tag{3}$$

Решая систему уравнений 1–3, получаем: $Q = \frac{mMgl}{m + M} = 1$ Дж.

Ответ: $Q = 1$ Дж.

30. Пусть m — масса льда, λ — удельная теплота плавления льда, c — удельная теплоемкость воды.

Тогда $\begin{cases} Q = \lambda m + cm(t_2 - t_1), \\ \frac{Q}{2} = \lambda(km). \end{cases}$

Выразив Q из второго уравнения и подставив этот результат в первое уравнение, получим: $(2k - 1)\lambda = c(t_2 - t_1)$,

$$\text{откуда } k = \frac{1}{2} \left[\frac{c}{\lambda} (t_2 - t_1) + 1 \right] \approx 0,63.$$

Ответ: $k \approx 0,63$.

31. При протекании тока по стержню, находящемуся в магнитном поле, на него действует сила Ампера $F = IBl = 0,1$ Н, направленная горизонтально.

В соответствии со вторым законом Ньютона сила вызывает горизонтальное ускорение стержня, которое в начальный момент равно $a = \frac{F}{m} = \frac{IBl}{m} = 10$ м/с².

За время действия силы Ампера $t = 0,1$ с стержень переместится на малое расстояние. Горизонтальная составляющая суммы сил натяжения нитей R при этом не влияет на движение стержня в горизонтальном направлении, и это движение можно считать равноускоренным. Следовательно, скорость стержня в момент выключения тока можно вычислить по формуле $v = at = \frac{IBl}{m} t$.

Ответ: $v = 1$ м/с.

32. В герметично закрытом контейнере первоначально находятся полоний и атмосферный воздух. В процессе радиоактивного распада полония в контейнере будут образовываться атомы свинца и гелия, в результате чего искомое давление в контейнере будет складываться из парциальных давлений воздуха p_0 и гелия p_1 , т.е. $p = p_0 + p_1$.

Парциальное давление гелия можно определить с помощью уравнения Клапейрона—

Менделеева: $p_1 V = \frac{m_1}{\mu_1} RT_0$, где V — объем контейнера; T_0 — абсолютная температура в

нем; m_1 и μ_1 — соответственно, масса и молярная масса гелия.

К определенному моменту времени t число атомов гелия N_1 равно числу распавшихся атомов полония и может быть определено с помощью закона радиоактивного распада:

$N_1 = N_0 - N$ и $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$, где $N_0 = \frac{m}{\mu} N_A$ — начальное число атомов полония; m и μ —

соответственно, начальная масса полония и его молярная масса (0,210 кг/моль); N — оставшееся к моменту времени t число атомов полония; T — период полураспада полония.

Число молей получившегося в результате распада гелия равно числу молей распавшегося

полония: $\frac{m_1}{\mu_1} = \frac{m}{\mu} = \frac{N_1}{N_A}$; следовательно, $\frac{m_1}{\mu_1} = \frac{N_0}{N_A} \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}} \right) = \frac{m}{\mu} \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}} \right)$.

В результате математических преобразований (в решении они должны быть представлены) получаем:

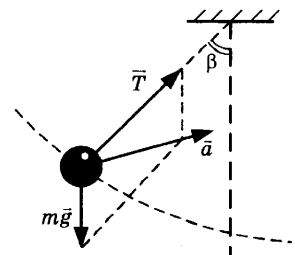
$$m = \frac{(p - p_0) V \mu}{RT_0 \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}} \right)} = \frac{(1,3 \cdot 10^5 - 10^5) \cdot 80 \cdot 10^{-6} \cdot 0,21}{8,3 \cdot 318 \cdot \left(1 - 2^{-\frac{7,5}{140}} \right)} = \frac{(1,3 \cdot 10^5 - 10^5) \cdot 80 \cdot 10^{-6} \cdot 0,21}{8,3 \cdot 318 \cdot \left(1 - 2^{-\frac{1}{4}} \right)} \approx$$

$$\approx 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \approx 1,2 \text{ г.}$$

Ответ: $m \approx 1,2$ г.

Вариант 37

28. К шарiku приложены сила тяжести $m\vec{g}$, направленная вертикально вниз, и сила натяжения нити \vec{T} , направленная по нити вверх. Ускорение шарика \vec{a} направлено внутрь траектории правее направления силы \vec{T} (см. рисунок).

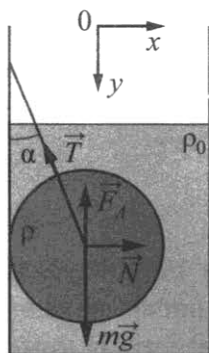


В промежуточной точке скорость шарика $\vec{v} \neq 0$, поэтому у шарика есть центростремительное ускорение $\vec{a}_{ц} \neq 0$, направленное к центру окружности, по которой движется шарик.

Проекция ускорения шарика на касательную к окружности равна по модулю $g \sin \beta$. Поэтому у шарика есть касательная составляющая ускорения $\vec{a}_{\tau} \neq 0$, направленная в сторону положения равновесия.

Ускорение шарика $\vec{a} = \vec{a}_{ц} + \vec{a}_{\tau}$ направлено внутрь траектории правее направления силы \vec{T} .

29. Систему отсчета, связанную с Землей, считаем инерциальной. Запишем второй закон Ньютона: $\vec{T} + m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_A = 0$.



Поскольку трение шара о стенку отсутствует, линия действия силы натяжения нити будет проходить через центр шара.

В проекциях на оси Ox и Oy второй закон Ньютона запишем в виде:

$$Ox : N - T \sin \alpha = 0; \quad (1)$$

$$Oy : mg - T \cos \alpha - F_A = 0. \quad (2)$$

$$\text{Объем шара } V = \frac{m}{\rho}.$$

Величина выталкивающей силы F_A определяется по закону Архимеда:

$$F_A = \rho_0 g V = mg \frac{\rho_0}{\rho}, \quad (3)$$

где ρ_0 — плотность воды.

Выполняя математические преобразования с формулами (2) и (3), получим:

$$T = \frac{mg(\rho - \rho_0)}{\rho \cos \alpha} = \frac{4 \cdot 10 \cdot (11\,300 - 1000)}{11\,300 \cdot 0,866} \approx 42 \text{ Н.}$$

Ответ: $T \approx 42 \text{ Н.}$

30. Пусть p_0 — давление азота в камере;

p_1 — давление в сосуде в ситуации на рисунке 2;

p_2 — давление в сосуде при температуре T_0 в конце опыта;

S — площадь горизонтального сечения сосуда.

Параметры газа в сосуде в первоначальном состоянии и при температуре T_1 связаны равенством, следующим из уравнения Клапейрона—Менделеева: $\frac{p_1 h S}{T_1} = \frac{p_0 L S}{T_0}$,

$$\text{откуда } p_1 = p_0 \cdot \frac{L}{h} \cdot \frac{T_1}{T_0}.$$

Условие равновесия пробки при температуре T_1 :

$$p_0 S - F_{\text{тр1}} - p_1 S = 0, \text{ откуда } F_{\text{тр1}} = (p_0 - p_1) S.$$

Параметры газа в сосуде в первоначальном и конечном состояниях тоже связаны равенством, следующим из уравнения Клапейрона—Менделеева:

$$\frac{p_2 HS}{T_0} = \frac{p_0 LS}{T_0}, \text{ откуда } p_2 = p_0 \cdot \frac{L}{H}.$$

Условие равновесия пробки в конечном состоянии: $p_2 S - p_0 S - F_{\text{тр1}} = 0$,

$$\text{откуда } p_2 = p_0 + \frac{F_{\text{тр1}}}{S} = p_0 + p_0 - p_1 = 2p_0 - p_0 \cdot \frac{L}{h} \cdot \frac{T_1}{T_0}.$$

Приравнивая друг к другу два выражения для p_2 , получаем равенство $\frac{L}{H} = 2 - \frac{L}{h} \cdot \frac{T_1}{T_0}$.

$$\text{Отсюда } h = \frac{L \cdot \frac{T_1}{T_0}}{2 - \frac{L}{H}} \approx 43,8 \text{ см.}$$

Ответ: $h \approx 43,8$ см.

31. Конденсатор заряжен, поэтому ток через него не течет. Согласно закону Ома для замкнутой цепи через источник течет ток силы $I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_0}$, где $R_0 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ — сопротивление

внешней цепи (параллельно соединенных резисторов R_1 и R_2).

Так как конденсатор подключен параллельно с резисторами R_1 и R_2 , то напряжение на конденсаторе $U = IR_0 = \frac{\mathcal{E} R_0}{r + R_0} = \frac{\mathcal{E} R_1 R_2}{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2}$.

Определим энергию электрического поля конденсатора:

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{C}{2} \left(\frac{\mathcal{E} R_1 R_2}{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2} \right)^2, \text{ откуда найдем ЭДС источника:}$$

$$\mathcal{E} = \sqrt{\frac{2W}{C}} \cdot \frac{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2}{R_1 R_2} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-5}}{5 \cdot 10^{-6}}} \cdot \frac{0,4 \cdot 12 + 20}{20} = 2,48 \text{ В.}$$

Ответ: $\mathcal{E} = 2,48$ В.

32. Максимальная кинетическая энергия электронов, создающих фототок, определяется из уравнения Эйнштейна для фотоэффекта: $\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}$.

Фототок прекращается при условии равенства максимальной кинетической энергии электрона и изменения его потенциальной энергии при перемещении в электростатическом поле: $\frac{mv^2}{2} = eU$, где U — напряжение между обкладками конденсатора.

Разность потенциалов связана с зарядом конденсатора: $q = CU$.

Решив полученную систему уравнений, находим:

$$C = \frac{eq}{\frac{hc}{\lambda} - A} \approx 3,6 \cdot 10^{-9} \text{ Ф.}$$

Ответ: $C \approx 3,6$ нФ.

Вариант 38

28. По проводнику течет постоянный ток, поэтому по закону Ома для участка цепи $U = IR$. Сопротивление любой части проводника R определяется соотношением $R = \rho \frac{x}{S}$, где x —

длина той части проводника, на которой определяется напряжение; ρ — удельное сопротивление этой части проводника; S — площадь поперечного сечения проводника.

При $0 < x < l_1$ напряжение пропорционально длине участка; значит, удельное сопротивление проводника постоянно.

При $l_1 < x < l_2$ напряжение также линейно зависит от длины участка; значит, удельное сопротивление проводника на этом участке тоже постоянно. Однако показания вольтметра на этом участке проводника увеличиваются быстрее, чем на первом, поэтому удельное сопротивление проводника на втором участке больше, чем на первом.

29. В соответствии с законом сохранения импульса

$$Mv = (m + M)V. \quad (1)$$

Время полета тела массой $(m + M)$, падающего с высоты h :

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}. \quad (2)$$

За это время тело массой $(m + M)$ сместится по горизонтали на расстояние

$$L = Vt. \quad (3)$$

Решая систему уравнений (1)–(3), будем иметь: $M = \frac{m}{\left(\frac{v}{L} \sqrt{\frac{2h}{g}} - 1\right)}$,

откуда получаем искомый результат: $M > \frac{m}{\left(\frac{v}{L} \sqrt{\frac{2h}{g}} - 1\right)} = 200 \text{ г.}$

Ответ: $M > 200 \text{ г.}$

30. В данном цикле рабочее тело на участке 1–2 получает положительное количество теплоты от нагревателя: $Q_{\text{нагр.}} = Q_{12} = (U_2 - U_1) + A_{12}$.

На участке 2–3 (изохора) рабочее тело отдает холодильнику количество теплоты

$$|Q_{\text{хол.}}| = U_2 - U_3.$$

Наконец, на участке 3–1 (адиабата) внешние силы сжимают газ, совершая работу

$$|A_{31}| = U_1 - U_3.$$

Поэтому количество теплоты $|Q_{\text{хол.}}|$, отданное газом за цикл холодильнику, можно представить в виде: $|Q_{\text{хол.}}| = (U_2 - U_1) + (U_1 - U_3) = (U_2 - U_1) + |A_{31}|$.

Модель одноатомного идеального газа:
$$\begin{cases} pV = \nu RT; \\ U = \frac{3}{2} \nu RT. \end{cases}$$

Судя по рисунку в условии, $\frac{p_2}{p_1} = \frac{V_2}{V_1}$, откуда $p_2 = p_1 \frac{V_2}{V_1} = 2p_0$.

Поэтому

$$U_2 - U_1 = \frac{3}{2} p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1 = \frac{3}{2} (2p_0 \cdot 2V_0 - p_0 V_0) = \frac{9}{2} p_0 V_0,$$

$$A_{12} = \frac{1}{2} p_2 V_2 - \frac{1}{2} p_1 V_1 = \frac{1}{2} (2p_0 \cdot 2V_0 - p_0 V_0) = \frac{3}{2} p_0 V_0,$$

откуда получаем: $U_2 - U_1 = 3A_{12}$.

В результате

$$|Q_{\text{хол.}}| = (U_2 - U_1) + |A_{31}| = 3A_{12} + |A_{31}| = 3370 \text{ Дж.}$$

Ответ: $|Q_{\text{хол.}}| = 3A_{12} + |A_{31}| = 3370 \text{ Дж.}$

31. При последовательном включении ламп напряжение источника равно сумме напряжений на всех лампах: $U = 2U_L$.

Напряжение на одной лампе $U_L = 110$ В определяется по графику при силе тока в цепи $I = 0,35$ А.

Отсюда: напряжение источника $U = 2U_L = 220$ В.

Ответ: $U = 220$ В.

32. Модуль силы, действующей на электрон со стороны электрического поля \vec{E} , не зависит от скорости:

$$|F_s| = |e| \cdot E, \quad (1)$$

а модуль силы Лоренца прямо пропорционален скорости электрона:

$$|F_L| = |e| \cdot v B. \quad (2)$$

Для того чтобы электроны отклонялись в сторону, противоположную оси Oy , должно быть $F_s > F_L$ или $E > vB$. (3)

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта определяет максимальную скорость фотоэлектрона:

$$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{mv^2}{2}. \quad (4)$$

Из (1)–(4) получаем: $v < \frac{1}{h} \left(\frac{mE^2}{2B^2} + A_{\text{вых}} \right) < 6,4 \cdot 10^{14}$ Гц.

Ответ: $v < 6,4 \cdot 10^{14}$ Гц.

Вариант 39

28. Конденсатор, подключенный к источнику постоянного напряжения, будет заряжаться. В результате этого он накапливает энергию $W = \frac{CU^2}{2}$.

Емкость плоского воздушного конденсатора определяется формулой $C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$. У конденсатора на рисунке б площадь пластин S больше, чем у конденсатора на рисунке а, следовательно, его емкость больше: $C_2 > C_1$, а значит, и энергия, накопленная в нем, будет больше: $W_2 > W_1$.

При переводе ключей из положения 1 в положение 2 конденсаторы отключают от источников и соединяют с лампами, в результате чего через лампы кратковременно будет протекать электрический ток. Энергия электрического поля, накопленная конденсатором, выделится в лампе в виде световой энергии, что приведет к кратковременной вспышке лампы. Энергия, накопленная конденсатором C_2 , больше, следовательно, при переключении ключа лампа в схеме на рисунке б вспыхнет ярче.

Ответ: Лампа в схеме на рисунке б вспыхнет ярче.

29. Скорость шайбы v в точке В найдем из баланса энергии шайбы в точках А и В с учетом потерь на трение: $\frac{mv^2}{2} = mgH - \Delta E$.

$$\text{Отсюда: } v^2 = 2gH - \frac{2\Delta E}{m}.$$

Время t полета шайбы из точки В в точку D определим из зависимости:

$$y = v \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} = 0,$$

где y — вертикальная координата шайбы в системе отсчета с началом координат в точке В. Отсюда: $t = \frac{2v \sin \alpha}{g}$.

Дальность полета BD определяется из выражения для горизонтальной координаты x шайбы в той же системе отсчета:

$$BD = v \cos \alpha \cdot t = \frac{v^2}{g} \sin 2\alpha.$$

Подставляя в выражение для BD значение v^2 , получаем:

$$BD = 2 \left(H - \frac{\Delta E}{mg} \right) \sin 2\alpha.$$

Отсюда находим массу шайбы: $m = \frac{2\Delta E \sin 2\alpha}{g(2H \sin 2\alpha - BD)} = 0,05$ кг.

Ответ: $m = 0,05$ кг.

30. При изобарном расширении на участке 1–2 газ получает от нагревателя количество теплоты Q_{12} , а на участке 3–4 отдает холодильнику в изохорном процессе количество теплоты Q_{34} . На других участках теплообмен отсутствует. В соответствии с первым началом термодинамики работа газа за цикл A равна разности количества теплоты, полученной от нагревателя и отданной холодильнику $A = Q_{12} - Q_{34}$, а КПД теплового двигателя $\eta = \frac{A}{Q_{12}} = 1 - \frac{Q_{34}}{Q_{12}}$.

Количество теплоты Q_{12} , полученное при изобарном расширении на участке 1–2, равно сумме увеличения внутренней энергии газа при увеличении его температуры и работы газа на этом участке: $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$. Внутренняя энергия идеального газа пропорциональна абсолютной температуре, и для 1 моль одноатомного газа $U = \frac{3}{2}RT$, а ее изменение $\Delta U_{12} = \frac{3}{2}R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}R\Delta T_{12}$.

Работа газа при изобарном расширении $A_{12} = p_1(V_2 - V_1)$. Выражая ее через изменение температуры с помощью уравнения Клапейрона—Менделеева $pV = RT$, получим:

$$A_{12} = p_1(V_2 - V_1) = R\Delta T_{12}.$$

Отсюда: $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{5}{2}R\Delta T_{12}$.

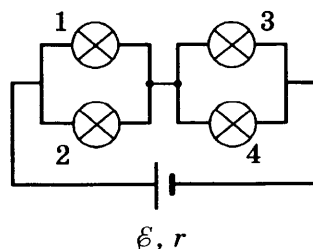
Количество теплоты Q_{34} , отданное при изохорном охлаждении на участке 3–4, равно уменьшению внутренней энергии газа на этом участке: $Q_{34} = |\Delta U_{34}| = \frac{3}{2}R|\Delta T_{34}|$.

В итоге получим: $\eta = 1 - \frac{Q_{34}}{Q_{12}} = 1 - \frac{3|\Delta T_{34}|}{5\Delta T_{12}}$.

Отсюда находим: $\frac{\Delta T_{12}}{|\Delta T_{34}|} = 1,2$.

Ответ: $\frac{\Delta T_{12}}{|\Delta T_{34}|} = 1,2$.

31. Сопротивление внешней цепи $R_0 = \frac{R_1}{2} + \frac{R_2}{2} = \frac{R_1 + R_2}{2}$.



По закону Ома для полной цепи ток, текущий через источник в цепи,

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_0 + r} = \frac{2\mathcal{E}}{R_1 + R_2 + 2r}.$$

Сила тока, текущего через лампу 4, равна половине силы тока, текущего через источник. По закону Джоуля—Ленца мощность, выделяющаяся на лампе 4,

$$P = \left(\frac{I}{2}\right)^2 R_2 = \frac{\mathcal{E}^2 R_2}{(R_1 + R_2 + 2r)^2} = \frac{10000 \cdot 10}{1600} = 62,5 \text{ Вт}.$$

Ответ: $P = 62,5 \text{ Вт}$.

32. Для энергии одного фотона запишем:

$$E_{\text{фот}} = h\nu = h \frac{c}{\lambda}, \text{ где } c \text{ — скорость света в вакууме.}$$

Мощность излучения указки: $P = \frac{N \cdot E_{\text{фот}}}{t}$, где $\frac{N}{t}$ — число фотонов в единицу времени.

Число излученных фотонов в единицу времени:

$$\frac{N}{t} = \frac{P}{E_{\text{фот}}} = \frac{P \cdot \lambda}{h \cdot c} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 600 \cdot 10^{-9}}{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} \approx 6 \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1}.$$

Ответ: $\frac{N}{t} \approx 6 \cdot 10^{15} \text{ с}^{-1}$.

Вариант 40

28. Уровень ртути в закрытом колене трубки понизится, а в открытом повысится.

Сначала давление атмосферного воздуха над поверхностями ртути в трубке одинаково, поэтому уровни жидкости в коленах одинаковы (следствие условия равновесия).

Изначально под пробкой находится воздух при атмосферном давлении. При увеличении температуры в комнате воздух в закрытом колене начнет прогреваться, его температура увеличится, и его давление также увеличится. При этом давление атмосферного воздуха в комнате практически не изменится.

Увеличение давления на жидкость в закрытом колене приведет к тому, что уровень ртути в нем по сравнению с первоначальным положением понизится на Δh . В свою очередь, уровень ртути в открытом колене повысится на величину Δh . Давление воздуха в закрытом колене станет равным сумме атмосферного давления и давления столба ртути: $p = p_{\text{атм}} + \rho g 2\Delta h$; в сосуде установится новое положение равновесия столба ртути.

29. Пока грузы M и m_1 движутся как одно целое, будем считать их одним телом $M + m$ сложной формы. На рисунке показаны внешние силы, действующие на это тело и на груз m_2 .

Будем считать систему отсчета, связанную со столом, инерциальной. Запишем второй закон Ньютона для каждого из тел в проекциях на оси Ox и Oy введенной системы координат:

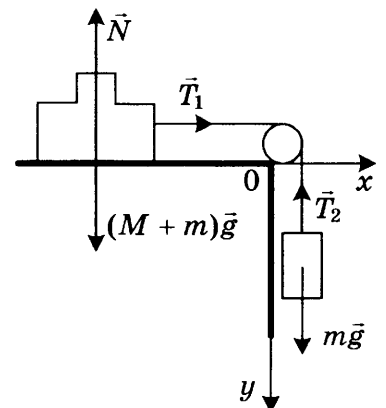
$$\left. \begin{aligned} Ox: (M + m)a_1 &= T_1 \\ Oy: ma_2 &= mg - T_2 \end{aligned} \right\}$$

Учтем, что

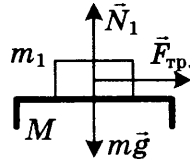
$T_1 = T_2 = T$ (нить легкая, скользит по блоку без трения),

$a_1 = a_2 = a$ (нить нерастяжима), и сложим уравнения.

Получим: $(M + 2m)a = mg$, откуда $a = g \frac{m}{M + 2m}$.



Рассмотрим груз m_1 отдельно. Запишем для него второй закон Ньютона в проекциях на оси Ox и Oy и учтем, что груз m_1 покоится относительно груза M :



$$\left. \begin{array}{l} Ox: \quad ma = F_{\text{тр}} \\ Oy: \quad mg - N_1 = 0 \\ F_{\text{тр}} \leq \mu N_1 \end{array} \right\}$$

Получим: $ma \leq \mu N_1 = \mu mg$, откуда $a = g \frac{m}{M + 2m} \leq \mu g$.

Решая неравенство $\frac{m}{M + 2m} \leq \mu$ относительно m , получим: $m \leq \frac{\mu M}{1 - 2\mu} = 1,8 \text{ кг}$.

Ответ: $m \leq 1,8 \text{ кг}$.

30. По условию задачи при установлении термодинамического равновесия газ в сосуде не обменивается теплом с внешним миром и не совершает работы. Поэтому внутренняя энергия газа сохраняется, вследствие чего температура газа в конечном состоянии такая же, как и в начальном.

После установления равновесия в системе гелий равномерно распределится по всему сосуду, температура газов не изменится.

В результате количество газа в той части сосуда, где первоначально находился неон, окажется $\nu_1 = \frac{\nu}{2} = 0,5$ моль гелия и $\nu_2 = \nu = 1$ моль неона.

Внутренняя энергия газа пропорциональна температуре и количеству молей вещества.

Следовательно, внутренняя энергия смеси газов равна: $U = \frac{3}{2} \nu RT$, где $\nu = \nu_1 + \nu_2$.

Окончательно получим: $U = \frac{3}{2} \left(\frac{\nu}{2} + \nu \right) RT = \frac{9}{4} \nu RT = \frac{9}{4} \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 400 \approx 7480 \text{ Дж}$.

Ответ: $U \approx 7480 \text{ Дж}$.

31. Пусть R_A — сопротивление амперметра, R_V — сопротивление вольтметра, \mathcal{E} — ЭДС источника.

В схеме 1 ток через амперметр определяется с помощью закона Ома для замкнутой цепи: $I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_A + R_1}$, где $R_1 = \frac{RR_V}{R + R_V} = 0,9R$ — сопротивление участка цепи, содержащего вольтметр.

Отсюда $I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_A + R_1} = \frac{\mathcal{E}}{0,01R + 0,9R} = \frac{100}{91} \frac{\mathcal{E}}{R}$.

В схеме 2 ток через амперметр не зависит от сопротивления вольтметра, так как внутреннее сопротивление источника тока пренебрежимо мало:

$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R_A + R} = \frac{\mathcal{E}}{1,01R} = \frac{100}{101} \frac{\mathcal{E}}{R}$.

Отношение мощностей $\frac{P_2}{P_1} = \frac{I_2^2 R}{I_1^2 R} \approx 0,81$.

Ответ: $\frac{P_2}{P_1} \approx 0,81$.

31. В электрическом поле электрон приобретает энергию $E = e\Delta\phi = 15\,000$ эВ.

Начальная энергия фотоэлектронов $E_k = \frac{hc}{\lambda_1} - A_{\text{вых.}} \approx 0,5$ эВ. Она много меньше E , и ею можно пренебречь.

Энергия одного падающего фотона $E_\phi = \frac{hc}{\lambda_1} \approx 1,5$ эВ.

На выбивание 1 электрона тратится: $10 E_\phi \approx 15$ эВ.

Следовательно, $N \approx \frac{15\,000 \text{ эВ}}{15 \text{ эВ}} = 1000$.

Ответ: $N = 1000$.

Вариант 41

28. Под действием электрического поля пластин изменится распределение электронов на шарике, и его левая сторона будет иметь отрицательный заряд, а правая сторона — положительный.

Сила взаимодействия заряженных тел конечных размеров уменьшается с ростом расстояния между ними. Поэтому притяжение к левой (ближайшей) пластине будет больше притяжения к правой пластине, и шарик будет двигаться к левой пластине, пока не коснется ее.

В момент касания пластины шарик приобретет заряд того же знака, какой имеется у пластины, оттолкнется от нее и будет двигаться к противоположной пластине. Коснувшись ее, шарик поменяет знак заряда, вернется к первой пластине, и такое движение будет периодически повторяться.

29. Полная механическая энергия системы, равная сумме кинетической и потенциальной энергии, сохраняется, так как выемка гладкая и работа сил реакции стенок, в любой момент времени перпендикулярных скоростям шариков, равна нулю:

$$E = E_{\text{кин.}} + E_{\text{пот.}} = \text{const.}$$

В начальный момент и момент подъема на максимальную высоту H кинетическая энергия системы равна нулю, поэтому ее потенциальная энергия в эти моменты времени одинакова: $E_{\text{пот.}}^{\text{нач.}} = E_{\text{пот.}}^{\text{конеч.}}$.

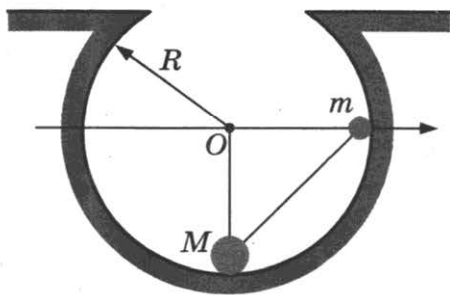


Рис. 1

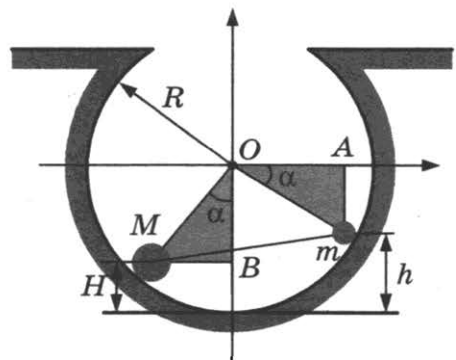


Рис. 2

Начальное положение системы изображено на рисунке 1, а конечное — на рисунке 2.

Если отсчитывать потенциальную энергию от нижней точки выемки, то начальная потенциальная энергия системы $E_{\text{пот.}}^{\text{нач.}} = mgR$, а ее конечная потенциальная энергия

$E_{\text{пот.}}^{\text{конеч.}} = mgh + MgH$. Закон сохранения энергии приводит к уравнению, из которого сле-

дует, что $(R - h) = \frac{M}{m} H$.

(1)

При движении гантели по поверхности выемки высота подъема большого и малого грузов связаны. Заметим, что в прямоугольных треугольниках OmA и OMB $MB = mA = R - h$, $OA = OB = R - H$, $OM = Om = R$, и воспользуемся теоремой Пифагора: $(R - h)^2 = R^2 - (OA)^2 = R^2 - (R - H)^2$.

Отсюда следует: $(R - h)^2 = H(2R - H)$. Из этого уравнения находим, что $H = 8$ см.

Из соотношения (1) можно определить, что отношение масс M и m равно 2.

Ответ: $\frac{M}{m} = 2$.

30. Из анализа графика цикла работа внешних сил над газом при переходе 2–3:

$$A_{23} = 0, 5(p_0 + 2p_0) \cdot 2V_0 = 3p_0V_0.$$

Работа газа при переходе из состояния 1 в состояние 2:

$$A_{12} = 2p_0 \cdot 2V_0 = 4p_0V_0.$$

Количество теплоты, полученное газом за цикл от нагревателя, согласно первому началу термодинамики:

$$Q_H = Q_{12} + Q_{31} = (U_2 - U_3) + A_{12} = \frac{3}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_3) + 4p_0V_0 = \frac{3}{2}(2p_0 \cdot 3V_0 - p_0V_0) + 4p_0V_0 = \frac{23}{2}p_0V_0.$$

$$Q_H = \frac{23}{6}A_{23}.$$

Ответ: $Q_H \approx 19$ кДж.

31. Пользуемся общей формулой для ЭДС индукции в движущемся проводнике:

$$|\mathcal{E}| = \nu BL \sin(90^\circ - \alpha) = \nu BL \cos \alpha, \quad (1)$$

где α — угол между направлением вектора индукции и нормалью к поверхности наклонной плоскости.

Скорость проводника в конечном положении находится из закона сохранения энергии $mv^2/2 = mgh = mgl \sin \alpha$,

$$\text{откуда } \nu = \sqrt{2gh} = \sqrt{2gl \sin \alpha}. \quad (2)$$

Из (1) и (2) находим $|\mathcal{E}| = BL \cos \alpha \sqrt{2gl \sin \alpha} \approx 0,17$ В.

Ответ: 0,17 В.

32. В серии Бальмера энергия фотона равна $E_n - E_1$, где $n = 2, 3, \dots$. Аналогично в серии Бальмера энергия фотона равна $E_n - E_2$, где $n = 3, 4, \dots$.

Частота фотона связана с его энергией равенством $h\nu = E$, где h — постоянная Планка.

$$\text{Поэтому } \beta = \frac{E_x - E_1}{E_x - E_2} = \frac{0 - (-1)}{0 - \left(-\frac{1}{2^2}\right)} = 4.$$

Ответ: $\beta = 4$.

Вариант 42

28. Сила давления света во втором опыте больше, чем в первом.

В обоих опытах происходит поглощение световой волны. Этот процесс можно рассматривать как поглощение за время t большого числа $N \gg 1$ квантов света — фотонов. Каждый фотон при поглощении передает пластинке импульс $p_\phi = \frac{h\nu}{c}$, поэтому пластинка

получает импульс, равный сумме импульсов поглощенных фотонов: $p_\Sigma = Np_\phi = N \frac{h\nu}{c}$.

В результате поглощения света пластинкой, покрытой сажей, она приобретает за время t импульс p_{Σ} в направлении распространения света от лазера. В соответствии с законом изменения импульса тела в инерциальной системе отсчета скорость изменения импульса тела равна силе, действующей на него со стороны других тел или полей:

$$F_1 = \frac{p_{\Sigma}}{t} = \frac{N}{t} \frac{h\nu}{c}.$$

В результате отражения света от зеркальной пластины отраженный квант имеет импульс, противоположный по знаку импульсу кванта падающей волны: $p'_{\Phi} = -p_{\Phi}$, поэтому отраженная волна имеет импульс $p'_{\Sigma} = -N'p_{\Phi} = -N' \frac{h\nu}{c}$. В итоге за время t импульс волны под действием зеркальной пластинки изменился.

Это изменение $\Delta p_{\Sigma} = (-p'_{\Sigma}) - p_{\Sigma} = -(N + N') p_{\Phi}$.

Импульс системы световая волна + зеркальная пластинка сохраняется: $\Delta(p_{\Sigma} + p_{\text{пл}}) = 0$, поэтому $\Delta p_{\text{пл}} = -\Delta p_{\Sigma}$. Но изменение импульса тела в инерциальной системе отсчета происходит только под действием других тел или полей и характеризуется силой

$$F_2 = \frac{p_{\text{пл}}}{t} = \frac{N + N'}{t} \cdot \frac{h\nu}{c}.$$

29. В момент отрыва от кольца на высоте h шайба имела скорость u , определяемую из закона сохранения энергии: $\frac{mv^2}{2} = \frac{mu^2}{2} + mgh$.

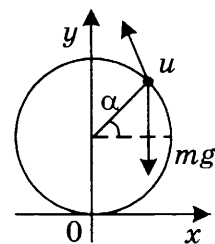
При этой скорости ее центростремительное ускорение $a_{\text{цс}} = \frac{u^2}{R}$ в инерциальной системе отсчета Oxy , связанной с Землей, в соответствии со вторым законом Ньютона обеспечивалось составляющей силы тяжести, действующей на шайбу и направленной к центру кольца: $ma_{\text{цс}} = mg \sin \alpha$.

Учитывая, что $\sin \alpha = \frac{h - R}{R}$, исключим из системы уравнений $a_{\text{цс}}$ и u :

$$v^2 = g(h - R) + 2gh.$$

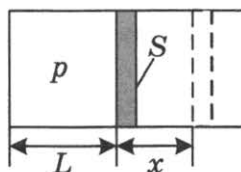
$$\text{Отсюда } h = \frac{R}{3} + \frac{v^2}{3g} \approx 0,18 \text{ м.}$$

Ответ: $h \approx 0,18$ м.



30. Поршень будет медленно двигаться, если сила давления газа на поршень и сила трения со стороны стенок сосуда уравновесят друг друга: $p_2 S = F_{\text{тр}}$,

$$\text{откуда } p_2 = \frac{F_{\text{тр}}}{S} = 12 \cdot 10^5 \text{ Па} > p_1.$$



Поэтому при нагревании газа поршень будет неподвижен, пока давление газа не достигнет значения p_2 . В этом процессе газ получает количество теплоты Q_{12} .

Затем поршень будет сдвигаться, увеличивая объем газа, при постоянном давлении. В этом процессе газ получает количество теплоты Q_{23} .

В процессе нагревания, в соответствии с первым началом термодинамики, газ получит количество теплоты: $Q = Q_{12} + Q_{23} = (U_3 - U_1) + p_2 S x = (U_3 - U_1) + F_{\text{тр}} x.$ (1)

Внутренняя энергия одноатомного идеального газа:

$$U_1 = \frac{3}{2} \nu RT_1 = \frac{3}{2} p_1 SL \text{ в начальном состоянии,} \quad (2)$$

$$U_3 = \frac{3}{2} \nu RT_3 = \frac{3}{2} p_2 S(L+x) = \frac{3}{2} F_{\text{тр}}(L+x) \text{ в конечном состоянии.}$$

$$\text{Из (1), (2) получаем } L = \frac{Q - \frac{5}{2} F_{\text{тр}} x}{\frac{3}{2} (F_{\text{тр}} - p_1 S)}.$$

Ответ: $L = 0,3 \text{ м.}$

31. Согласно закону сохранения энергии

$$\frac{LI_{\text{max}}^2}{2} = \frac{LI^2(t)}{2} + \frac{q^2(t)}{2C}, \text{ где } I(t) \text{ и } q(t) \text{ — соответственно, сила тока в контуре и заряд кон-}$$

денсатора в момент времени t , I_{max} — амплитуда силы тока в контуре.

$$\text{Отсюда: } q^2(t) = LC(I_{\text{max}}^2 - I^2(t)). \quad (1)$$

$$\text{Согласно формуле Томсона период колебаний в контуре } T = 2\pi\sqrt{LC}. \quad (2)$$

$$\text{Объединяя (1) и (2), получим: } q(t) = \frac{T}{2\pi} \sqrt{I_{\text{max}}^2 - I^2(t)}.$$

Из графика находим: период колебаний $T = 8 \text{ мкс}$, амплитуду силы тока в контуре $I_{\text{max}} = 0,6 \text{ А}$ и силу тока и момент времени $t = 3 \text{ мкс}$ $I \approx 0,4 \text{ А}$.

$$\text{Вычисляем искомый заряд: } q = \frac{8 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 3,14} \sqrt{0,36 - 0,16} \approx 0,6 \text{ мкКл.}$$

Ответ: $q \approx 0,6 \text{ мкКл.}$

32. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$\frac{hc}{\lambda} = A + E_{\text{к}}. \quad (1)$$

Выражение, связывающее импульс и кинетическую энергию электрона:

$$p = \sqrt{2mE_{\text{к}}}. \quad (2)$$

Из уравнений (1) и (2) получаем выражение для максимального импульса фотоэлектронов:

$$p = \sqrt{2m\left(\frac{hc}{\lambda} - A\right)} = \sqrt{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \left(\frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{200 \cdot 10^{-9}} - 4,54 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}\right)} \approx 6,9 \cdot 10^{-25} \text{ кг} \cdot \text{м/с.}$$

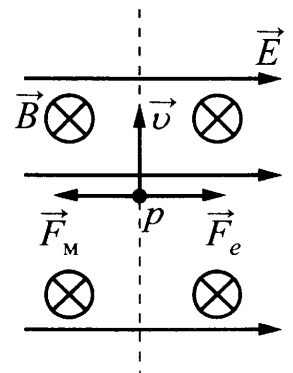
Ответ: $p \approx 6,9 \cdot 10^{-25} \text{ кг} \cdot \text{м/с.}$

Вариант 43

28. Траектория протона будет криволинейной, отклоняющейся от пунктирной прямой влево.

На протон действуют магнитное поле силой $F_{\text{м}} = qvB$ и электрическое поле силой $F_{\text{э}} = qE$. Поскольку заряд протона положительный, $\vec{F}_{\text{э}}$ сонаправлена с \vec{E} , а по правилу левой руки $\vec{F}_{\text{м}}$ направлена противоположно силе $\vec{F}_{\text{э}}$.

Поскольку первоначально протон двигался прямолинейно, то согласно второму закону Ньютона по модулю эти силы были равны.

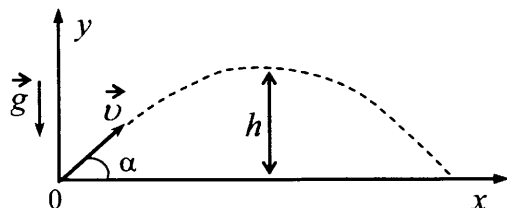


Сила действия электрического поля не зависит от скорости протона, а сила действия магнитного поля с увеличением его скорости возрастает. Поскольку приращение \vec{F}_m , а также вызываемое им ускорение направлены влево, траектория протона будет криволинейной, отклоняющейся от пунктирной прямой влево.

29. Модель гонщика — материальная точка. Считаем полет свободным падением с начальной скоростью \vec{v} , направленной под углом α к горизонту.

Высота полета $h = \frac{gt_{\text{подъема}}^2}{2}$, где $t_{\text{подъема}} = \frac{v \sin \alpha}{g}$.

Отсюда: $h = \frac{v^2}{2g} \sin^2 \alpha$.



Модуль начальной скорости определяется из закона сохранения энергии: $\frac{mv^2}{2} = mgH$,

так что $\frac{v^2}{g} = 2H$.

Отсюда: высота точки старта $H = \frac{4}{3}h$.

Ответ: $H = \frac{4}{3}h$.

30. Аргон является одноатомным газом, подчиняющимся уравнению Клапейрона–Менделеева: $pV = \nu RT$, внутренняя энергия одноатомного идеального газа пропорциональна температуре:

$U = \frac{3}{2} \nu RT$, так что $U_2 = \frac{3}{2} \nu RT_2$.

С помощью уравнения Клапейрона–Менделеева и условия расширения $V_1 T_1 = V_2 T_2$ определим конечную температуру $T_2 = T_1 \sqrt{\frac{p_2}{p_1}}$ и внутреннюю энергию $U_2 = \frac{3}{2} \nu RT_1 \sqrt{\frac{p_2}{p_1}}$.

Уменьшение внутренней энергии при расширении

$\Delta U = U_1 - U_2 = \frac{3}{2} \nu RT_1 (1 - \sqrt{\frac{p_2}{p_1}}) \approx 3740$ Дж.

Ответ: $\Delta U \approx 3740$ Дж.

31. При пересечении рамкой границы области поля со скоростью v изменяющийся магнитный поток создает ЭДС индукции $|\mathcal{E}_{\text{инд.}}| = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = vBb$.

Сила тока в это время $I = \frac{|\mathcal{E}_{\text{инд.}}|}{R} = \frac{vBb}{R}$.

При этом в проволоке выделяется количество теплоты $Q = I^2 R t$, где t — время протекания тока.

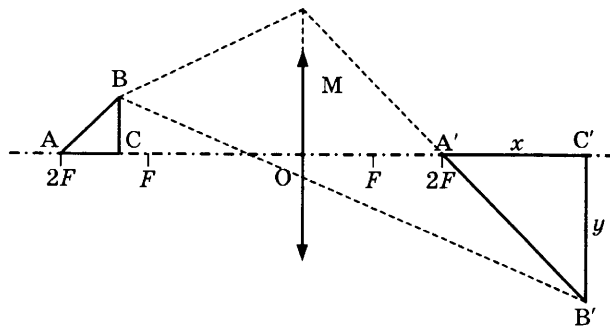
Ток течет в рамке только во время изменения магнитного потока — при входе в пространство между полюсами и при выходе. Это время $t = 2 \frac{b}{v}$.

Подставляя значения тока и времени, получим: $v = \frac{QR}{2B^2 b^3} = \frac{2,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1}{2 \cdot 1 \cdot 125 \cdot 10^{-6}} = 1$ м/с.

Ответ: $v = 1$ м/с.

32. Длину x горизонтального катета $A'C'$ изображения находим по формуле линзы:

$$\frac{1}{2F - a} + \frac{1}{2F + x} = \frac{1}{F}, \text{ откуда } x = \frac{aF}{F - a} = \frac{a}{1 - aD}.$$



Длину y вертикального катета $B'C'$ изображения находим из подобия:

$$y = a \cdot \frac{2F + x}{2F - a} = \frac{aF}{F - a} = \frac{a}{1 - aD} = x.$$

$$\text{Площадь изображения } S_1 = \frac{1}{2} A'C' \cdot B'C' = \frac{a^2}{2(1 - aD)^2} \approx 9,9 \text{ см}^2.$$

Ответ: $S_1 \approx 9,9 \text{ см}^2$.

Вариант 44

28. Объем газа на участке 1–2 увеличивался, на участке 2–3 не изменялся, на участке 3–4 увеличивался.

На участке 1–2 процесс изотермический. По закону Бойля—Мариотта ($pV = \text{const}$) при уменьшении давления объем увеличивается.

На участке 2–3 процесс изохорный, значит, объем остается неизменным. На участке 3–4 процесс изобарный. По закону Гей-Люссака при увеличении температуры объем увеличивается.

29. В инерциальной системе отсчета Oxy , связанной с Землей, доска движется поступательно с постоянной скоростью. Поэтому сумма проекций на ось Ox всех сил, приложенных к доске, равна нулю (рис. а): $F_{\text{тр1}} - F = 0$.

На рис. б показаны все силы, приложенные к стержню. Силы реакции шарнира и доски представлены горизонтальными и вертикальными составляющими: $\vec{T} = \vec{T}_1 + \vec{T}_2$ и $\vec{R} = \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр2}}$ соответственно. По третьему закону Ньютона $\vec{F}_{\text{тр2}} = -\vec{F}_{\text{тр1}}$, поэтому

$$F_{\text{тр2}} = F_{\text{тр1}} = F. \quad (1)$$

По условию задачи стержень покоится, поэтому сумма моментов сил относительно оси шарнира A равна нулю. Обозначив длину стержня через L , запишем это условие:

$$mg \frac{L}{2} \cos \alpha - F_{\text{тр2}} L \sin \alpha - NL \cos \alpha = 0. \quad (2)$$

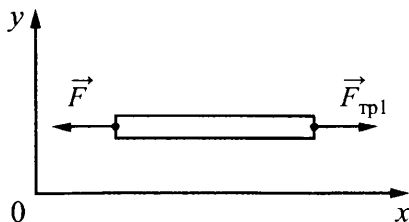


Рис. а

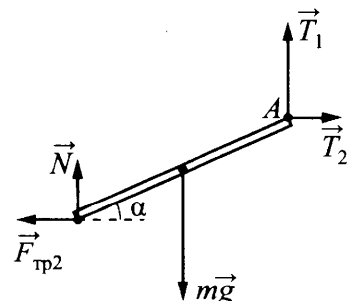


Рис. б

Доска движется относительно стержня, поэтому сила трения является силой трения скольжения

$$F_{\text{тр}2} = \mu N. \quad (3)$$

Подставив (3) в (2), получим уравнение

$$mg \cos \alpha - 2mN \sin \alpha - 2N \cos \alpha = 0,$$

позволяющее найти нормальную составляющую силы реакции доски:

$$N = \frac{mg}{2(1 + \mu \operatorname{tg} \alpha)}.$$

Отсюда:

$$F = F_{\text{тр}2} = \mu N = \frac{\mu mg}{2(1 + \mu \operatorname{tg} \alpha)} = \frac{0,2 \cdot 1 \cdot 10}{2 \left(1 + 0,2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} \right)} \approx 0,9 \text{ Н.}$$

Ответ: $F \approx 0,9 \text{ Н.}$

30. Поршень будет медленно двигаться, если сила давления газа на поршень и сила трения со стороны стенок сосуда уравновесят друг друга: $p_2 S = F_{\text{тр.}}$,

$$\text{откуда } p_2 = \frac{F_{\text{тр.}}}{S} = 12 \cdot 10^5 \text{ Па} > p_1 \text{ (} p_1 = p \text{)}.$$

Поэтому при нагревании газа поршень будет неподвижен, пока давление газа не достигнет значения p_2 . В этом процессе газ получает количество теплоты Q_{12} .

Затем поршень будет сдвигаться, увеличивая объем газа, при постоянном давлении. В этом процессе газ получает количество теплоты Q_{23} .

В процессе нагревания, в соответствии с первым началом термодинамики, газ получит количество теплоты:

$$Q = Q_{12} + Q_{23} = (U_3 - U_1) + p_2 S x = (U_3 - U_1) + F_{\text{тр.}} x. \quad (1)$$

Внутренняя энергия одноатомного идеального газа: $U_1 = \frac{3}{2} \nu R T_1 = \frac{3}{2} p_1 S L$ в начальном состоянии,

$$U_3 = \frac{3}{2} \nu R T_3 = \frac{3}{2} p_2 S (L + x) = \frac{3}{2} F_{\text{тр.}} (L + x) \text{ в конечном состоянии.} \quad (2)$$

$$\text{Из (1), (2) получаем } L = \frac{Q - \frac{5}{2} F_{\text{тр.}} x}{\frac{3}{2} (F_{\text{тр.}} - p_1 S)}.$$

Ответ: $L = 0,3 \text{ м.}$

31. Выражение для модуля ЭДС индукции в случае однородного поля:

$$\mathcal{E} = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \frac{S \Delta B_Z}{\Delta t}, \text{ где } S \text{ — площадь фигуры; } \Delta B_Z = B_{2Z} - B_{1Z}.$$

Закон Ома: $\mathcal{E} = IR$, где R — сопротивление контура; $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ — ток в контуре за время Δt изменения магнитного поля.

Выражение для заряда, протекающего по цепи:

$$\Delta q = I \Delta t = \frac{S}{R} (B_{2Z} - B_{1Z}).$$

$$B_{1Z} = B_{2Z} - \frac{R \Delta q}{S} = 4,7 - \frac{5 \cdot 0,08}{0,1} = 0,7 \text{ Тл.}$$

Ответ: $B_{1Z} = 0,7 \text{ Тл.}$

32. Частота фотона, испускаемого атомом при переходе с одного уровня энергии на другой, пропорциональна разности энергий этих уровней. Поэтому имеем:

$$\nu_{41} = \nu_{31} + \nu_{43}, \quad \nu_{43} = \nu_{42} - \nu_{32}. \quad \text{Отсюда: } \nu_{41} = \nu_{31} + \nu_{42} - \nu_{32}.$$

$$\text{Имеем: } \nu_{31} = \frac{c}{\lambda_{31}} = \frac{3 \cdot 10^8}{4 \cdot 10^{-7}} = 0,75 \cdot 10^{15} (\text{Гц}),$$

$$\nu_{42} = \frac{c}{\lambda_{42}} = \frac{3 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^{-7}} = 0,6 \cdot 10^{15} (\text{Гц}), \quad \nu_{32} = \frac{c}{\lambda_{32}} = \frac{3 \cdot 10^8}{6 \cdot 10^{-7}} = 0,5 \cdot 10^{15} (\text{Гц}).$$

$$\text{Поэтому } \nu_{41} = 0,85 \cdot 10^{15} \text{ Гц},$$

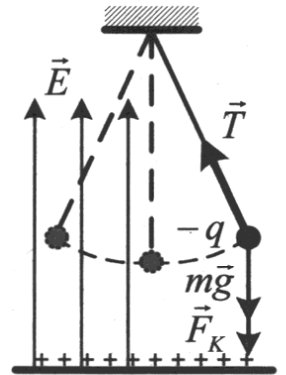
$$\lambda_{41} = \frac{c}{\nu_{41}} = \frac{3 \cdot 10^8}{0,85 \cdot 10^{15}} \approx 350 (\text{нм}).$$

Ответ: 350 нм.

Вариант 45

28. Колеблющийся шарик на нити можно считать математическим маятником. Первоначально, когда шарик не заряжен, электрическое поле пластины не оказывает влияния на колебательное движение, колебания происходят только за счет периодически изменяющейся касательной составляющей силы тяжести. Поэтому частота свободных колебаний $\nu_1 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$ зависит только от длины нити l и ускорения свободного падения g .

Протяженная равномерно заряженная пластина создает однородное электрическое поле \vec{E} . Если шарiku сообщить отрицательный заряд, то со стороны электрического поля пластины на него начнет действовать постоянная сила Кулона, равная по величине $F_K = Eq$ и направленная вертикально вниз (см. рисунок).



В этом случае равнодействующая сил тяжести и Кулона, которая будет определять частоту свободных колебаний маятника, сообщит шарiku ускорение $a = g + F_K / m = g + Eq / m$, которое больше ускорения свободного падения ($a > g$). Возвращающая сила, действующая на шарик, увеличится, шарик быстрее будет возвращаться к положению равновесия, а значит, частота свободных колебаний маятника

$$\nu_2 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{a}{l}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g + Eq / m}{l}} \text{ увеличится, т.е. } \nu_2 > \nu_1.$$

29. Брусок сдвигается с места при условии, что сила, действующая на него со стороны нити, станет больше максимальной силы трения покоя:

$$T > F_{\text{тр. макс}}, \quad T > \mu Mg.$$

Второй закон Ньютона для грузика в нижнем положении:

$$\frac{mv^2}{L} = T - mg. \quad (1)$$

Закон сохранения механической энергии:

$$mgh = \frac{mv^2}{2}, \quad \frac{2mgh}{L} = \frac{mv^2}{L}. \quad (2)$$

Подставляя (2) в (1) получим:

$$T = \frac{mv^2}{L} + mg = \frac{2mgh}{L} + mg = mg \left(\frac{2h}{L} + 1 \right) > \mu Mg, \text{ откуда } m > \frac{\mu M}{\frac{2h}{L} + 1}.$$

$$\text{Ответ: } m > \frac{\mu M}{\frac{2h}{L} + 1}.$$

30. В данном циклическом процессе температура является максимальной в изотермическом процессе, становится минимальной в результате изохорного охлаждения, а затем растет при адиабатическом сжатии.

Коэффициент полезного действия тепловой машины

$$\eta = \frac{A_{\text{ц}}}{Q^+} = 1 - \frac{|Q^-|}{Q^+},$$

где $A_{\text{ц}}$ — работа, совершенная за цикл; Q^+ — количество теплоты, полученное за цикл рабочим веществом тепловой машины от нагревателя; $|Q^-|$ — количество теплоты, отданное за цикл холодильнику.

В рассматриваемом цикле газ получает количество теплоты в изотермическом процессе и отдает в изохорном.

В изотермическом процессе внутренняя энергия идеального газа не изменяется, следовательно, в соответствии с первым законом термодинамики количество теплоты, полученное газом, равно работе газа:

$$Q^+ = A.$$

Поскольку в изохорном процессе газ работу не совершает, количество теплоты, отданное газом (в соответствии с первым законом термодинамики), равно изменению его внутренней энергии:

$$Q^- = -|Q^-| = \frac{3}{2} \nu R(T - T_0).$$

Подставляя второе и третье соотношения в первое, получаем искомую минимальную температуру T .

$$\text{Ответ: } T = T_0 - \frac{2(1 - \eta)A}{3\nu R}.$$

31. При напряжении источника $U_1 = 12$ В сила тока через лампу определяется из графика: $I_1 = 2$ А.

Сопrotивление нити накала при этом определяется законом Ома:

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = 6 \text{ Ом.}$$

При уменьшении напряжения на лампе в 2 раза $U_2 = 6$ В, сила тока через нее станет $I_2 = 1,4$ А (см. вольт-амперную характеристику).

Сопrotивление нити накала при этом напряжении $R_2 = \frac{U_2}{I_2} \approx 4,3$ Ом.

Так как сопротивление нити пропорционально температуре $R = \beta T$,

$$\text{то } \frac{T_2}{T_1} = \frac{R_2}{R_1}$$

$$\text{и } T_2 = T_1 \frac{R_2}{R_1} = T_1 \frac{U_2 I_1}{I_2 U_1} = 3100 \cdot \frac{6 \cdot 2}{1,4 \cdot 12} \approx 2214 \text{ К.}$$

Ответ: $T_2 \approx 2214$ К.

32. Коэффициент полезного действия электростанции $\eta = \frac{E_1}{E_2}$,

где E_1 — энергия, вырабатываемая электростанцией, E_2 — энергия, выделяющаяся в результате ядерных реакций деления урана. В свою очередь, $E_1 = Pt$, где P — мощность электростанции, t — время ее работы, а $E_2 = NE_0$, где E_0 — энергия, выделяющаяся в результате деления одного ядра урана, N — количество распавшихся ядер урана.

Молярная масса урана-235 равна $\mu = 0,235$ кг/моль, следовательно, число распавшихся атомов можно связать с массой урана соотношением:

$$N = \frac{m}{\mu} N_A.$$

В итоге получаем:

$$\eta = \frac{Pt\mu}{mN_A E_0} = \frac{38 \cdot 10^6 \cdot 7 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 0,235}{1,4 \cdot 6 \cdot 10^{23} \cdot 200 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} \approx 0,2 = 20\%.$$

Ответ: $\eta = 20\%$.

Вариант 46

28. Все лучи от любой точки предмета, после прохождения данной линзы давая действительное изображение, пересекаются за линзой в одной точке.

Пока картон не мешает, построим изображение в линзе предмета АВ, используя лучи, исходящие из точки В (рис. 1).

Кусок картона К перекрывает верхние лучи, но никак не влияет на ход нижних лучей (рис. 2). Благодаря этим и аналогичным им лучам изображение предмета продолжает существовать на прежнем месте, не меняя формы, но становится темнее, так как часть лучей больше не участвуют в построении изображения.

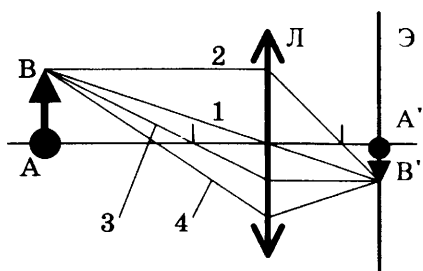


Рис. 1

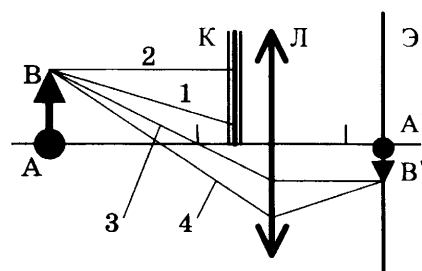


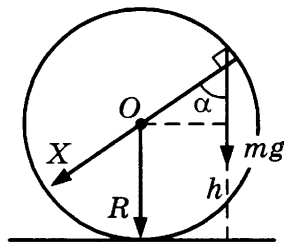
Рис. 2

Ответ: изображение предмета продолжает существовать на прежнем месте, не меняя формы, но становится менее ярким.

29. Согласно закону сохранения энергии:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mu^2}{2} + mgh, \quad (1)$$

где u — скорость шайбы в момент отрыва от кольца на высоте h .



В точке отрыва сила нормальной реакции опоры равна 0: $N = 0$. Центробежное ускорение шайбы $a_{\text{цс}} = \frac{u^2}{R}$ найдем из второго закона Ньютона (см. рисунок):

$$ma_{\text{цс}} = mg \cos \alpha. \quad (2)$$

$$\cos \alpha = \frac{h - R}{R}. \quad (3)$$

Объединяя (1), (2) и (3), получим: $h = \frac{R}{3} + \frac{v^2}{3g} \approx 0,18 \text{ м.}$

Ответ: $h = \frac{R}{3} + \frac{v^2}{3g} \approx 0,18 \text{ м.}$

30. За цикл газ получает от нагревателя количество теплоты Q_H :

$$Q_H = Q_{12} + Q_{31} = (U_2 - U_3) + A_{12} = \frac{3}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_3) + 2p_0 2V_0 = \\ = \frac{3}{2}(2p_0 3V_0 - p_0 V_0) + 4p_0 V_0 = \frac{23}{2} p_0 V_0. \quad (1)$$

$$\text{Работа газа за цикл равна } A_{\text{ц}} = \frac{p_0}{2} \cdot 2V_0 = p_0 V_0. \quad (2)$$

Объединяя (1) и (2), получим: $Q_H = \frac{23}{2} A_{\text{ц}} = 57,5 \text{ кДж.}$

Ответ: $Q_H = \frac{23}{2} A_{\text{ц}} = 57,5 \text{ кДж.}$

31. Когда правый проводник покоится, на левый действует сила Ампера $F = IBl$,

где $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$ — индукционный ток, R — сопротивление цепи, l — расстояние между рельсами.

$$\text{ЭДС индукции } \mathcal{E} = -B \frac{\Delta S}{\Delta t} = -B v_{\text{отн}} l,$$

где $v_{\text{отн}}$ — относительная скорость движения проводников.

Поскольку силу Ампера надо уменьшить втрое, ЭДС индукции в контуре надо в три раза уменьшить. Отсюда следует, что скорость правого проводника должна быть равна

$$v = \frac{2}{3} V.$$

Ответ: $v = \frac{2}{3} V.$

32. Согласно постулатам Бора энергия фотона равна

$$h\nu = E_2 - E_1. \quad (1)$$

Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = h\nu_{\text{кр}} + \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2}, \quad (2)$$

где учтено, что $A_{\text{вых}} = h\nu_{\text{кр}}$.

$$\text{Объединяя (1) и (2), получим: } v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2}{m_e} [(E_2 - E_1) - h\nu_{\text{кр}}]} \approx 1,65 \cdot 10^6 \text{ м/с.}$$

Ответ: $v_{\text{max}} = \sqrt{\frac{2}{m_e} [(E_2 - E_1) - h\nu_{\text{кр}}]} \approx 1,65 \cdot 10^6 \text{ м/с.}$

Вариант 47

28. Все лучи от любой точки предмета, после прохождения данной линзы давая действительное изображение, пересекаются за линзой в одной точке.

Пока картон не мешает, построим изображение в линзе предмета АВ, используя лучи, исходящие из точки В (рис. 1).

Кусок картона К перекрывает нижние лучи, но никак не влияет на ход верхних лучей (рис. 2). Благодаря этим и аналогичным им лучам изображение предмета продолжает существовать на прежнем месте, не меняя формы, но становится темнее, так как часть лучей больше не участвуют в построении изображения.

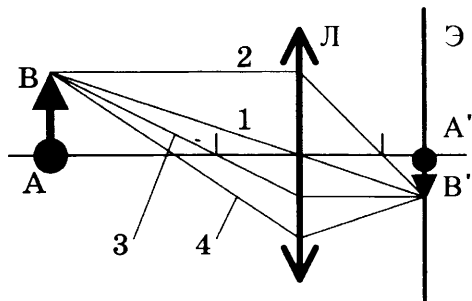


Рис. 1

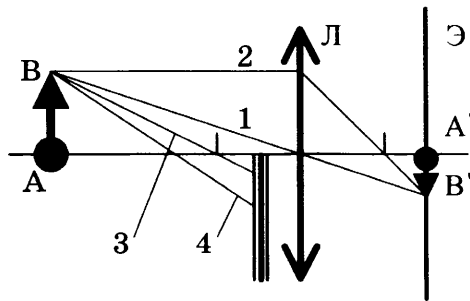


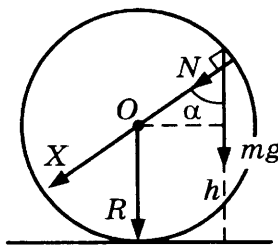
Рис. 2

Ответ: изображение предмета продолжает существовать на прежнем месте, не меняя формы, но становится менее ярким.

29. Согласно закону сохранения энергии:

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mu^2}{2} + mgh, \quad (1)$$

где u — скорость шайбы в момент, когда она находится на высоте h от нижней точки кольца.



Центростремительное ускорение шайбы $a_{\text{цс}} = \frac{u^2}{R}$ найдем из второго закона Ньютона

(см. рис.):

$$ma_{\text{цс}} = mg \cos \alpha + N, \quad (2)$$

где N — модуль силы нормальной реакции опоры. По третьему закону Ньютона $N = F$.

$$\cos \alpha = \frac{h - R}{R}. \quad (3)$$

Объединяя (1), (2) и (3), получим:

$$F = \frac{m}{R}(v^2 + g(R - 3h)) \approx 6,3 \text{ Н.}$$

Ответ: $F = \frac{m}{R}(v^2 + g(R - 3h)) \approx 6,3 \text{ Н.}$

30. За цикл газ получает от нагревателя количество теплоты $Q_{\text{н}}$:

$$\begin{aligned} Q_{\text{н}} &= Q_{12} + Q_{31} = (U_2 - U_3) + A_{12} = \frac{3}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_3) + 2p_0 2V_0 = \\ &= \frac{3}{2}(2p_0 3V_0 - p_0 V_0) + 4p_0 V_0 = \frac{23}{2} p_0 V_0. \end{aligned} \quad (1)$$

$$\text{Работа газа за цикл равна } A_{\text{ц}} = \frac{p_0}{2} \cdot 2V_0 = p_0 V_0. \quad (2)$$

Объединяя (1) и (2), получим:

$$A_{\text{ц}} = \frac{2}{23} Q_{\text{н}} = 200 \text{ Дж.}$$

Ответ: $A_{\text{ц}} = \frac{2}{23} Q_{\text{н}} = 200 \text{ Дж.}$

31. Когда правый проводник покоится, на левый действует сила Ампера $F = IBl$, где $I = \frac{\mathcal{E}}{R}$ — индукционный ток, R — сопротивление цепи, l — расстояние между рельсами.

ЭДС индукции $\mathcal{E} = -B \frac{\Delta S}{\Delta t} = -Bv_{\text{отн}}l$, где $v_{\text{отн}}$ — относительная скорость движения проводников.

Поскольку силу Ампера надо увеличить в два раза, ЭДС индукции в контуре надо тоже увеличить в два раза. Отсюда следует, что скорость правого проводника должна быть равна $v = 3V$.

Ответ: $v = 3V$.

32. Согласно постулатам Бора энергия фотона равна

$$h\nu = E_3 - E_1. \quad (1)$$

Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = h\nu_{\text{кр}} + \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2}, \text{ где учтено, что } A_{\text{вых}} = h\nu_{\text{кр}}. \quad (2)$$

Учитывая, что максимальный импульс фотоэлектрона равен $p = m_e v_{\text{max}}$, и объединяя (1) и

(2), получим: $p = \sqrt{2m_e((E_3 - E_1) - h\nu_{\text{кр}})} \approx 1,7 \cdot 10^{-24} \text{ кг} \cdot \text{м/с.}$

Ответ: $p = \sqrt{2m_e((E_3 - E_1) - h\nu_{\text{кр}})} \approx 1,7 \cdot 10^{-24} \text{ кг} \cdot \text{м/с.}$

Вариант 48

28. Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным.

При вдвигании поршня происходит изотермическое сжатие пара, давление и плотность насыщенного пара в этом процессе не меняются. Следовательно, будет происходить конденсация жидкости. Значит, масса жидкости в сосуде будет увеличиваться.

Ответ: масса жидкости в сосуде будет увеличиваться.

29. Если масса m достаточно велика, но грузы еще покоятся, то сила трения покоя, действующая на груз массой M , направлена вниз вдоль наклонной плоскости.

Запишем второй закон Ньютона для каждого из покоящихся тел в проекциях на оси введенной системы координат: на первое тело действуют сила тяжести, сила нормальной реакции опоры, сила натяжения нити и сила трения:

$$\begin{cases} T_1 - Mg \sin \alpha - F_{\text{тр}} = 0 \text{ (ось направлена вверх вдоль наклонной плоскости);} \\ N - Mg \cos \alpha = 0 \text{ (ось направлена вверх перпендикулярно наклонной плоскости);} \end{cases}$$

на второе тело действуют сила тяжести и сила натяжения нити:

$$mg - T_2 = 0 \text{ (ось направлена вертикально вниз).}$$

Учтем, что $T_1 = T_2 = T$ (нить легкая, между блоком и нитью трения нет),

$$F_{\text{тр}} \leq \mu N \text{ (сила трения покоя).}$$

Получим: $m_{\text{max}} = M(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \approx 0,76 \text{ кг.}$

Ответ: $m_{\text{max}} = M(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \approx 0,76 \text{ кг.}$

30. Шар взлетает, когда сила тяжести, действующая на него, равна силе Архимеда
- $$(m_{\text{об}} + m_r + m)g = \rho g V, \quad (1)$$

где m — масса воздуха в шаре.

Из уравнения Менделеева–Клапейрона

$$m = \frac{pV\mu}{RT_1}, \quad p = \frac{\rho RT}{\mu}, \quad (2)$$

где $T = t + 273$; $T_1 = t_1 + 273$, μ — молярная масса воздуха.

Объединяя (1) и (2), получим: $T_1 = \frac{\rho VT}{\rho V - m_{\text{об}} - m_r} = 350 \text{ К}$, $t_1 = 77 \text{ °С}$.

Ответ: $T_1 = \frac{\rho VT}{\rho V - m_{\text{об}} - m_r} = 350 \text{ К}$.

31. ЭДС индукции в проводнике, движущемся в однородном магнитном поле: $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$.

Изменение магнитного потока за малое время Δt : $\Delta\Phi = B\Delta S$,

где площадь ΔS определяется произведением длины проводника l на его перемещение Δx за время Δt , т.е. $\Delta\Phi = Bl\Delta x$.

Следовательно, $|\mathcal{E}| = \frac{Bl\Delta x}{\Delta t} = Blv$,

где v — скорость движения проводника.

В конце пути длиной x скорость проводника $v = \sqrt{2ax}$ (a — ускорение), так что $|\mathcal{E}| = Bl\sqrt{2ax} = 2 \text{ В}$.

Ответ: $|\mathcal{E}| = Bl\sqrt{2ax} = 2 \text{ В}$.

32. Чтобы фототок прекратился, должно выполняться условие

$$eU = \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2},$$

где e — модуль заряда электрона, m_e — масса электрона.

Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{m_e v_{\text{max}}^2}{2}.$$

Учитывая, что $\nu = \frac{c}{\lambda}$, $h\nu_0 = A_{\text{вых}}$, получим: $U = \frac{hc}{e} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right) \approx 1,4 \text{ В}$.

Ответ: $U = \frac{hc}{e} \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right) \approx 1,4 \text{ В}$.

Вариант 49

28. Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде длительное время, поэтому водяной пар является насыщенным.

При выдвигании поршня происходит изотермическое расширение пара, давление и плотность насыщенного пара в этом процессе не меняются. Следовательно, будет происходить испарение жидкости. Значит, масса жидкости в сосуде будет уменьшаться.

Ответ: масса жидкости в сосуде будет уменьшаться.

29. Если масса m достаточно мала, но грузы еще покоятся, то сила трения покоя, действующая на груз массой M , направлена вверх вдоль наклонной плоскости.

Запишем второй закон Ньютона для каждого из покоящихся тел в проекциях на оси введенной системы координат.

На первое тело действуют сила тяжести, сила нормальной реакции опоры, сила натяжения нити и сила трения:

$$\begin{cases} Mg \sin \alpha - T_1 - F_{\text{тр}} = 0 \text{ (ось направлена вверх вдоль наклонной плоскости);} \\ Mg \sin \alpha - T_1 - F_{\text{тр}} = 0 \text{ (ось направлена вверх перпендикулярно наклонной плоскости);} \end{cases}$$

На второе тело действуют сила тяжести и сила натяжения нити:

$$mg - T_2 = 0 \text{ (ось направлена вертикально вниз).}$$

Учтем, что $T_1 = T_2 = T$ (нить легкая, между блоком и нитью трения нет),

$$F_{\text{тр}} \leq \mu N \text{ (сила трения покоя).}$$

$$\text{Получим: } m_{\min} = M (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \approx 0,24 \text{ кг.}$$

$$\text{Ответ: } m_{\min} = M (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \approx 0,24 \text{ кг.}$$

30. Шар взлетает, когда сила тяжести, действующая на него, равна силе Архимеда $(m_{\text{об}} + m_r + m)g = \rho g V$, (1)

где m — масса воздуха в шаре.

Из уравнения Менделеева–Клапейрона

$$m = \frac{pV\mu}{RT_1}, \quad p = \frac{\rho RT}{\mu}, \quad (2)$$

где $T = t + 273$; $T_1 = t_1 + 273$, μ — молярная масса воздуха.

$$\text{Объединяя (1) и (2), получим: } m_r = \rho V - m_{\text{об}} - \frac{\rho VT}{T_1} = 200 \text{ кг.}$$

$$\text{Ответ: } m_r = \rho V - m_{\text{об}} - \frac{\rho VT}{T_1} = 200 \text{ кг.}$$

31. ЭДС индукции в проводнике, движущемся в однородном магнитном поле: $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$.

Изменение магнитного потока за малое время Δt : $\Delta\Phi = B\Delta S$,

где площадь ΔS определяется произведением длины проводника l на его перемещение Δx за время Δt , т.е. $\Delta\Phi = Bl\Delta x$.

Следовательно, $|\mathcal{E}| = \frac{Bl\Delta x}{\Delta t} = Blv$, где v — скорость движения проводника.

В конце пути длиной x скорость проводника $v = \sqrt{2ax}$ (a — ускорение), так что

$$|\mathcal{E}| = Bl\sqrt{2ax}, \text{ отсюда } B = \frac{|\mathcal{E}|}{l\sqrt{2ax}} = 0,5 \text{ Тл.}$$

$$\text{Ответ: } B = \frac{|\mathcal{E}|}{l\sqrt{2ax}} = 0,5 \text{ Тл.}$$

32. Чтобы фототок прекратился, должно выполняться условие $eU = \frac{m_e v_{\max}^2}{2}$, где e — модуль заряда электрона, m_e — масса электрона.

Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $h\nu = A_{\text{вых}} + \frac{m_e v_{\max}^2}{2}$.

Учитывая, что $\nu = \frac{c}{\lambda}$, $h\nu_0 = A_{\text{вых}}$, получим: $\lambda = \frac{hc}{eU + hc/\lambda_0} \approx 2,98 \cdot 10^{-7} \text{ м.}$

$$\text{Ответ: } \lambda = \frac{hc}{eU + hc/\lambda_0} \approx 2,98 \cdot 10^{-7} \text{ м.}$$

Вариант 50

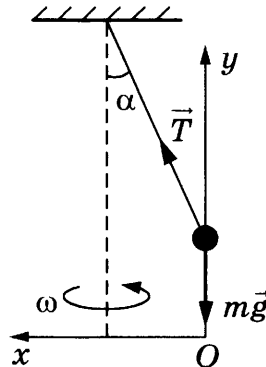
28. Колеблющийся шарик на нити можно считать математическим маятником. Первоначально, когда шарик не заряжен, частота свободных колебаний зависит только от длины нити l и ускорения свободного падения g : $\nu_1 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}}$.

Протяженная равномерно заряженная пластина создает однородное электрическое поле \vec{E} . Если шарiku сообщить отрицательный заряд, то со стороны электрического поля пластины на него начнет действовать постоянная сила, равная по величине $|q| \cdot E$ и направленная вертикально вниз.

В этом случае равнодействующая сил тяжести и электрической силы поля пластины сообщит шарiku ускорение, которое больше ускорения свободного падения ($a > g$). Возвращающая сила, действующая на шарик, увеличится, шарик быстрее будет возвращаться к положению равновесия, а значит, частота свободных колебаний маятника увеличится, так как $\nu_2 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{a}{l}}$.

Ответ: частота свободных колебаний маятника увеличится.

29. На груз действуют сила натяжения нити \vec{T} и сила тяжести $m\vec{g}$, как указано на рисунке. В инерциальной системе отсчета, связанной с Землей, ускорение тела определяется вторым законом Ньютона: $ma_x = T \sin \alpha$, $0 = T \cos \alpha - mg$.



Здесь $a_x = \frac{v^2}{l \sin \alpha}$ — центростремительное ускорение.

Решая полученную систему, получим: $v = \sqrt{\frac{gl \sin^2 \alpha}{\cos \alpha}} = 1,5 \text{ м/с}$.

Ответ: $v = \sqrt{\frac{gl \sin^2 \alpha}{\cos \alpha}} = 1,5 \text{ м/с}$.

30. Относительная влажность равна $\varphi = \frac{p}{p_{\text{нп}}} 100\%$. В начальном состоянии парциальное давление пара в сосуде было равно $p_1 = \frac{\varphi}{100\%} p_{\text{нп}} = 0,4 p_{\text{нп}}$, где $p_{\text{нп}}$ — давление насыщенного пара.

Согласно уравнению Клапейрона–Менделеева $p_1 = \frac{m_0}{MV} RT$, где T — температура пара, V — объем сосуда, M — молярная масса воды, m_0 — начальная масса водяного пара в сосуде.

После сжатия пар стал насыщенным, а его масса уменьшилась до m_1 :

$$p_2 = p_{\text{нп}} = \frac{m_1}{M(V/5)} RT.$$

$$\text{Получаем } \alpha = \frac{m_0 - m_1}{m_0} = 0,5.$$

Ответ: $\alpha = 0,5$.

31. Согласно закону сохранения энергии:

$$\frac{CU_{\text{max}}^2}{2} = \frac{LI_{\text{max}}^2}{2} \quad (1)$$

(C — емкость конденсатора, U_{max} — максимальное напряжение на конденсаторе.)

Согласно формуле Томсона для периода электромагнитных колебаний в контуре

$$T = 2\pi\sqrt{LC}. \quad (2)$$

Длина волны выражается через период колебаний, как

$$\lambda = cT \quad (3)$$

(c — скорость света.)

Максимальная напряженность поля конденсатора равна:

$$E_{\text{max}} = \frac{U_{\text{max}}}{d}. \quad (4)$$

Решив систему уравнений (1)–(4), получим $I_{\text{max}} = \frac{\lambda d}{2\pi cL} E_{\text{max}} \approx 0,27 \text{ мА}$.

Ответ: $I_{\text{max}} = \frac{\lambda d}{2\pi cL} E_{\text{max}} \approx 0,27 \text{ мА}$.

32. Коэффициент полезного действия электростанции

$$\eta = \frac{E_1}{E_2}, \quad (1)$$

где E_1 — энергия, вырабатываемая электростанцией, E_2 — энергия, выделяющаяся в результате ядерных реакций деления урана.

$$E_1 = Pt, \quad (2)$$

где P — мощность электростанции, t — время ее работы, а $E_2 = NE_0$, где E_0 — энергия, выделяющаяся в результате деления одного ядра урана, N — количество распавшихся ядер урана.

Молярная масса урана-235 равна $\mu = 0,235 \text{ кг/моль}$, следовательно, число распавшихся

$$\text{атомов равно } N = \frac{m}{\mu} N_A. \quad (3)$$

Объединяя (1), (2) и (3), получаем: $\eta = \frac{Pt\mu}{mN_A E_0} = \frac{38 \cdot 10^6 \cdot 7 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot 0,235}{1,4 \cdot 6 \cdot 10^{23} \cdot 200 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13}} \approx 0,2 = 20\%$.

Ответ: $\eta = \frac{Pt\mu}{mN_A E_0} = 20\%$.

Справочное издание

**Лукашева Екатерина Викентьевна
Чистякова Наталия Игоревна**

ЕГЭ ФИЗИКА

ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Издательство **«ЭКЗАМЕН»**

Гигиенический сертификат
№ РОСС RU.АД44.Н02841 от 30.06.2017 г.

Главный редактор *Л. Д. Лаппо*

Редактор *Г. А. Лонцова*

Технический редактор *Л. В. Павлова*

Корректоры *Е. Ю. Салтыкова, И. Д. Баринская*

Дизайн обложки *Л. В. Демьянова*

Компьютерная верстка *М. В. Демина*

107045, Москва, Луков пер., д. 8.

www.examen.biz

E-mail: по общим вопросам: info@examen.biz;

по вопросам реализации: sale@examen.biz

тел./факс 8(495)641-00-30 (многоканальный)

Общероссийский классификатор продукции

ОК 005-93, том 2; 953005 — книги, брошюры, литература учебная

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами
в ООО «Красногорская типография», 143405, Московская обл., г. Красногорск,
Коммунальный квартал, дом 2. www.ktprint.ru

По вопросам реализации обращаться по тел.: 8(495)641-00-30 (многоканальный)