

Вариант 3

Инструкция по выполнению работы

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

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

КИМ

Ответ: -2,5 м/с².

3 - 2, 5

Бланк

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 приведённому ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

КИМ

Ответ:

А	Б
4	1

7 4 1

Бланк

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

КИМ

Ответ: вправо

13 В П Р А В О

Бланк

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

КИМ

Заряд ядра Z	Массовое число ядра A
38	94

19 3 8 9 4

Ответ: (1,4 ± 0,2) Н.

22 1, 4 0, 2

Бланк

Ответ к заданиям 25–32 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 чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, или капиллярной, или перьевой ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов 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	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
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	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
1 астрономическая единица	$1 \text{ а.е.} \approx 150 \text{ 000 000 км}$
1 световой год	$1 \text{ св. год} \approx 9,46 \cdot 10^{15} \text{ м}$
1 парсек	$1 \text{ пк} \approx 3,26 \text{ св. года}$

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	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

Астрономические величины

средний радиус Земли	$R_{\oplus} = 6370 \text{ км}$
радиус Солнца	$R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8 \text{ м}$
температура поверхности Солнца	$T = 6000 \text{ К}$

Плотность

воды	1000 кг/м^3	подсолнечного масла	900 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
		ртути	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

Удельная теплоёмкость

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

Удельная теплота

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$

Нормальные условия: давление – 10^5 Па , температура – $0 \text{ }^\circ\text{C}$

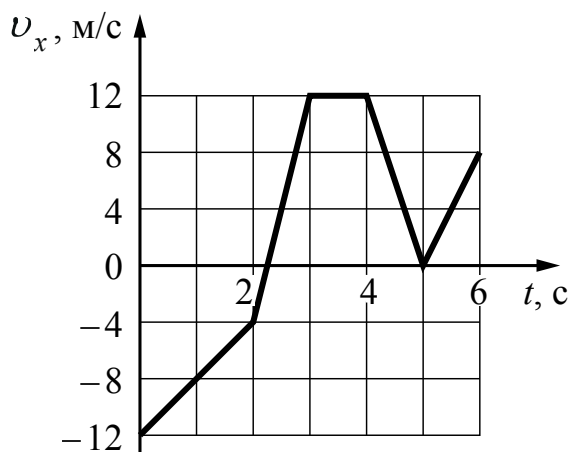
Молярная масса

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

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются 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 показан график зависимости проекции v_x скорости тела от времени t . Какова проекция a_x ускорения этого тела в интервале времени от 4 до 5 с?



Ответ: _____ м/с².

2

Подвешенная к потолку пружина под действием силы 5 Н удлинилась на 10 см. Чему равно удлинение этой пружины под действием силы 8 Н?

Ответ: _____ см.

3

При упругой деформации 2 см стальная пружина имеет потенциальную энергию 2 Дж. Какой станет потенциальная энергия этой пружины при увеличении деформации на 1 см?

Ответ: _____ Дж.

4

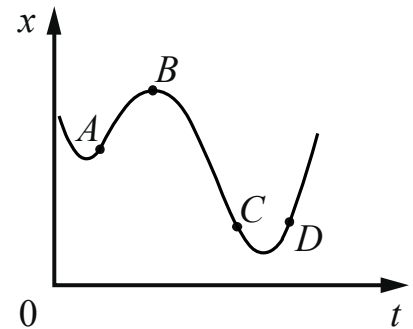
Колеблющаяся струна издаёт звук с длиной волны 0,17 м. Какова частота её колебаний, если скорость звука в воздухе 340 м/с?

Ответ: _____ Гц.

5

На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси Ox , от времени t .

Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения.



- 1) В точке A проекция скорости тела на ось Ox положительна.
- 2) В точке B проекция ускорения тела на ось Ox отрицательна.
- 3) Проекция перемещения тела на ось Ox при переходе из точки B в точку D положительна.
- 4) На участке CD модуль скорости тела монотонно увеличивается.
- 5) В точке D ускорение тела и его скорость направлены в противоположные стороны.

Ответ:

--	--

6

На поверхности воды плавает брусок из древесины плотностью 500 кг/м^3 . Брусок заменили на другой брусок той же массы и с той же площадью основания, но из древесины плотностью 700 кг/м^3 . Как при этом изменились глубина погружения бруска и действующая на него сила Архимеда?

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.

Глубина погружения бруска	Сила Архимеда

7 Шайба массой m , скользящая по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью v , абсолютно неупруго сталкивается с покоящейся шайбой массой M .

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче.

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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) кинетическая энергия покоившейся шайбы после столкновения	1) mv
Б) импульс первоначально движущейся шайбы после столкновения	2) $\frac{Mv^2}{2}$
	3) $\frac{m^2v}{m+M}$
	4) $\frac{m^2Mv^2}{2(m+M)^2}$

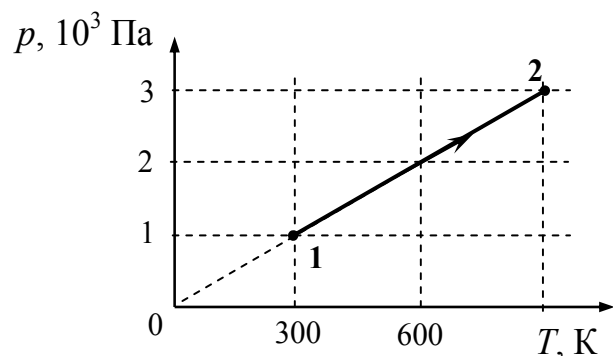
Ответ:

А	Б

8 Температура неона увеличилась с 27°C до 327°C . Во сколько раз увеличилась средняя кинетическая энергия его молекул?

Ответ: в _____ раз(а).

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

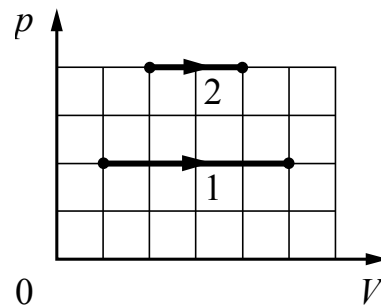


Ответ: на _____ кДж.

10 На сколько градусов нагреется медная деталь массой 100 г, если ей сообщить 760 Дж теплоты?

Ответ: на _____ $^\circ\text{C}$.

11 На pV -диаграмме показаны два процесса, проведённые с одним и тем же количеством газообразного неона. Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения, характеризующие процессы на графике.



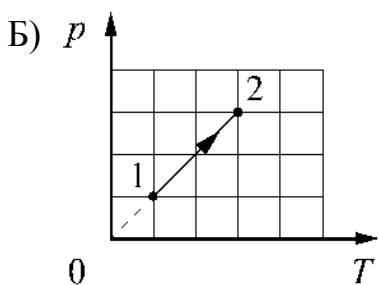
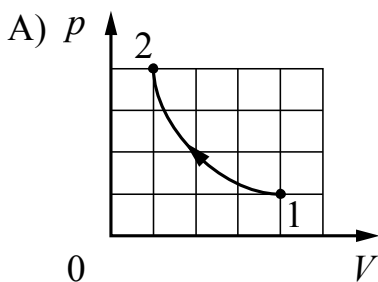
- 1) В процессе 2 абсолютная температура неона изобарно увеличилась в 2 раза.
- 2) В процессе 1 плотность неона увеличилась в 5 раз.
- 3) В процессе 1 неон изобарно увеличил свой объём в 5 раз.
- 4) В процессе 2 концентрация молекул неона увеличилась в 2 раза.
- 5) Работа, совершённая неоном в процессе 1, больше, чем в процессе 2.

Ответ:

--	--

12 Установите соответствие между графиками процессов, в которых участвует 1 моль одноатомного идеального газа, и физическими величинами (ΔU – изменение внутренней энергии; A – работа газа), которые их характеризуют. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ ПРОЦЕССОВ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

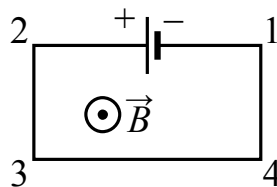
- 1) $\Delta U = 0$; $A > 0$
- 2) $\Delta U > 0$; $A > 0$
- 3) $\Delta U > 0$; $A = 0$
- 4) $\Delta U = 0$; $A < 0$

Ответ:

А	Б

13

Электрическая цепь, состоящая из трёх прямолинейных горизонтальных проводников (2–3, 3–4, 4–1) и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, у которого вектор магнитной индукции \vec{B} направлен так, как показано на рисунке. Куда направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 4–1? *Ответ запишите словом (словами).*



Ответ: _____.

14

Два неподвижных точечных заряда действуют друг на друга с силами, модуль которых равен F . Во сколько раз уменьшится модуль этих сил, если один заряд уменьшить в 5 раз, другой заряд увеличить в 2 раза, а расстояние между ними оставить прежним?

Ответ: в _____ раз(а).

15

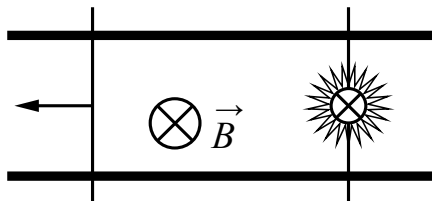
Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью C и катушки индуктивностью L . Во сколько раз увеличится период собственных колебаний контура, если его индуктивность увеличить в 10 раз, а емкость уменьшить в 2,5 раза?

Ответ: в _____ раз(а)

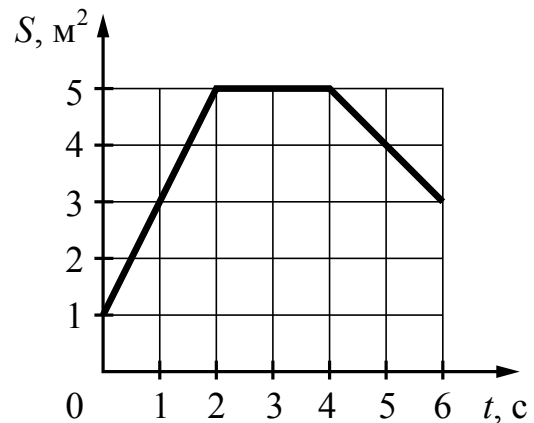
16

По гладким параллельным рельсам, замкнутым на лампочку накаливания, перемещают лёгкий тонкий проводник. Контур находится в однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} (см. рис. а). При движении проводника площадь контура изменяется так, как указано на графике б.

Выберите два верных утверждения, соответствующие приведённым данным и описанию опыта.



а)



б)

- 1) В момент времени $t=3$ с сила Ампера, действующая на проводник, направлена вправо.
- 2) Сила, прикладываемая к проводнику для его перемещения, в первые две секунды максимальна.
- 3) В течение первых 6 секунд индукционный ток течёт через лампочку непрерывно.
- 4) В интервале времени от 4 до 6 с через лампочку протекает индукционный ток.
- 5) Индукционный ток течёт в контуре всё время в одном направлении.

Ответ:

--	--

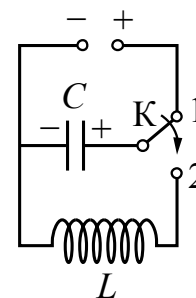
17 Неразветвлённая электрическая цепь постоянного тока состоит из источника тока и подключённого к его выводам внешнего резистора. Как изменятся при уменьшении сопротивления резистора сила тока в цепи и ЭДС источника? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 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

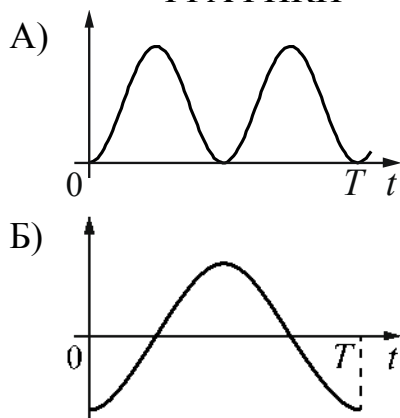
18 Конденсатор колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t=0$ переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих электромагнитные колебания в контуре после этого (T – период колебаний).



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 и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) сила тока в контуре
- 2) энергия магнитного поля катушки
- 3) энергия электрического поля конденсатора
- 4) заряд левой обкладки конденсатора

Ответ:

А	Б

19 Сколько протонов и сколько нейтронов содержится в ядре $^{35}_{17}\text{Cl}$?

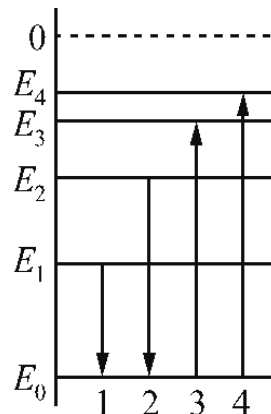
Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20 В свинцовую капсулу поместили радиоактивный актиний $^{227}_{89}\text{Ac}$. Сколько процентов от исходно большого числа ядер этого изотопа актиния останется в капсуле через 20 дней? Период полураспада актиния 10 дней.

Ответ: _____ %.

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



Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома.

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

ПРОЦЕССЫ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ

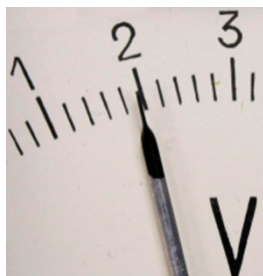
- | | |
|--|------|
| А) поглощение света наименьшей частоты | 1) 1 |
| Б) излучение света наибольшей частоты | 2) 2 |
| | 3) 3 |
| | 4) 4 |

Ответ:

А	Б

22

Определите показания вольтметра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения напряжения составляет половину цены деления вольтметра.



Ответ: (_____ \pm _____) В.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23

Необходимо собрать экспериментальную установку и определить с её помощью внутреннее сопротивление аккумуляторной батареи. Для этого школьник взял аккумулятор, ключ, вольтметр и реостат. Какие **два** предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) лампа накаливания
- 2) конденсатор
- 3) соединительные провода
- 4) амперметр
- 5) секундомер

В ответ запишите номера выбранного оборудования.

Ответ:

--	--

Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

Наименование звезды	Температура поверхности, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Средняя плотность по отношению к плотности воды
Альдебаран	3600	5,0	45	$7,7 \cdot 10^{-5}$
ϵ Возничего В	11 000	10,2	3,5	0,33
Ригель	11 200	40	138	$2 \cdot 10^{-5}$
Сириус А	9250	2,1	2,0	0,36
Сириус В	8200	1,0	0,01	$1,75 \cdot 10^6$
Солнце	6000	1,0	1,0	1,4
α Центавра А	5730	1,02	1,2	0,80

Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд.

- 1) Звезда Ригель является сверхгигантом.
- 2) Наше Солнце относится к гигантам спектрального класса *B*.
- 3) Температура звезды α Центавра А соответствует температуре звёзд спектрального класса *O*.
- 4) Звезда Альдебаран относится к звёздам главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга – Рессела.
- 5) Средняя плотность звезды Сириус В больше, чем у Солнца.

Ответ: _____



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Ответом к заданиям 25 и 26 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

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.

26

На металлическую пластинку падает монохроматическая электромагнитная волна, выбивающая из неё электроны. Максимальная кинетическая энергия электронов, вылетевших из пластинки в результате фотоэффекта, составляет 6 эВ, а энергия падающих фотонов в 3 раза больше работы выхода из металла. 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.
Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.*

Для записи ответов на задания 27–32 используйте **БЛАНК ОТВЕТОВ № 2**. Запишите сначала номер задания (25, 26 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

- 27 На рисунке 1 приведена зависимость внутренней энергии U 1 моль идеального одноатомного газа от его давления p в процессе 1–2–3. Постройте график этого процесса на рисунке 2 в переменных p - V . Точка, соответствующая состоянию 1, уже отмечена на этом рисунке. Построение объясните, опираясь на законы молекулярной физики.

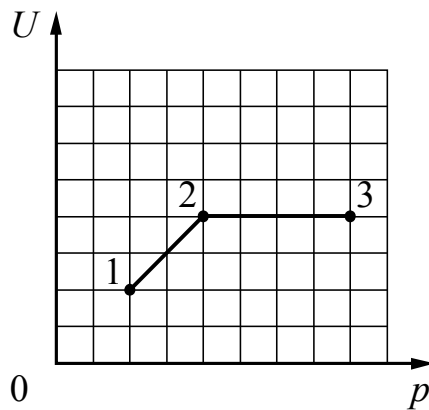


Рис. 1

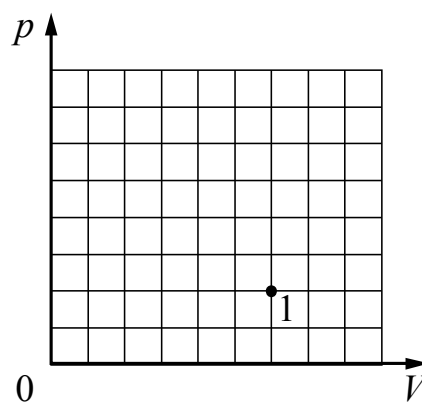
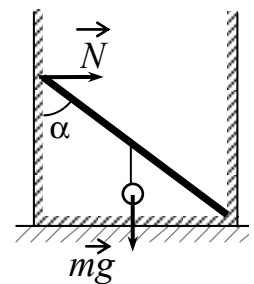


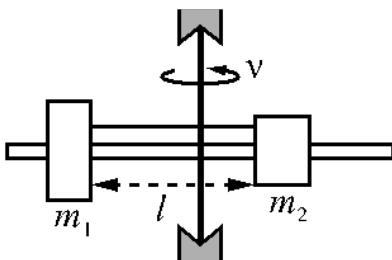
Рис. 2

Полное правильное решение каждой из задач 28–32 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.

- 28 Невесомый стержень, находящийся в ящике с гладкими дном и стенками, составляет угол 45° с вертикалью (см. рисунок). К середине стержня подвешен на нити шарик массой 1 кг. Каков модуль силы упругости \dot{N} , действующей на стержень со стороны левой стенки ящика?



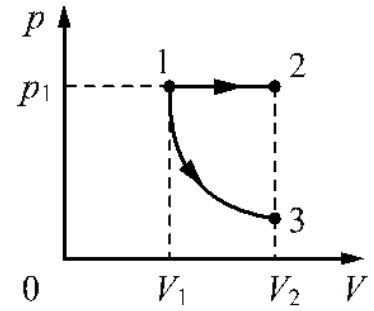
29



- На вертикальной оси укреплена гладкая горизонтальная штанга, по которой могут перемещаться два груза массами $m_1 = 200$ г и $m_2 = 300$ г, связанные нерастяжимой невесомой нитью длиной $l = 20$ см. Нить закрепили на оси так, что грузы располагаются по разные стороны от оси и натяжение нити с обеих сторон от оси при вращении штанги одинаково (см. рисунок). Определите модуль силы натяжения T нити, соединяющей грузы, при вращении штанги с частотой 600 об/мин.

30

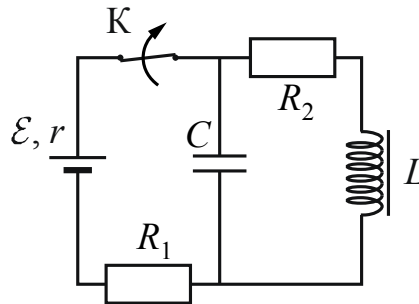
Одно и то же постоянное количество одноатомного идеального газа расширяется из одного и того же начального состояния p_1, V_1 до одного и того же конечного объема V_2 первый раз по изобаре 1–2, а второй – по адиабате 1–3 (см. рисунок). Отношение работы газа в процессе 1–2 к работе газа в процессе 1–3 равно $\frac{A_{12}}{A_{13}} = k = 2$. Чему равно отношение x



количества теплоты Q_{12} , полученного газом от нагревателя в ходе процесса 1–2, к модулю изменения внутренней энергии газа $|U_3 - U_1|$ в ходе процесса 1–3?

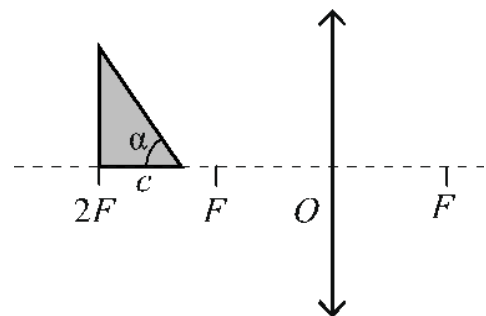
31

На рисунке показана схема электрической цепи, состоящей из источника тока с ЭДС $E = 12$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом, двух резисторов с сопротивлениями $R_1 = 8$ Ом и $R_2 = 3$ Ом, конденсатора электроёмкостью $C = 4$ мкФ и катушки с индуктивностью $L = 24$ мкГн. В начальном состоянии ключ К длительное время замкнут. Какое количество теплоты выделится на резисторе R_2 после размыкания ключа К? Сопротивлением катушки пренебречь.



32

Прямоугольный треугольник расположен перед собирающей линзой с фокусным расстоянием $F = 20$ см, как показано на рисунке. Катет треугольника, расположенный на главной оптической оси, имеет длину $c = 2$ см, а его гипотенуза составляет угол $\alpha = 60^\circ$ с главной оптической осью линзы.



Определите тангенс угла, который составляет с главной оптической осью линзы гипотенуза даваемого линзой изображения этого треугольника. Постройте изображение треугольника в линзе.