

Тренировочная работа №3 по ФИЗИКЕ

11 класс

16 января 2020 года

Вариант ФИ1910301

Выполнена: ФИО _____ класс _____

Инструкция по выполнению работы

На выполнение 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, 25 и 26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21, 23 и 24 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы без пробелов, запятых и других дополнительных символов.

Ответом к заданию 13 является слово. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответом к заданиям 19 и 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответ к заданиям 27–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. На чистом листе укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

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	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
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	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$

Соотношения 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 МэВ
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
1 астрономическая единица	$1 \text{ а.е.} \approx 150\,000\,000 \text{ км}$
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

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

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 (сосны)	400 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
		ртути	13 600 кг/м ³

Удельная теплоёмкость

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

Удельная теплота

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$
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: $0 \text{ }^\circ\text{C}$

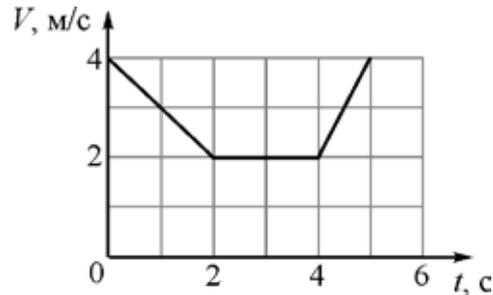
Молярная масса

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, цифра, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 1 Точечное тело движется вдоль оси Ox . На рисунке изображён график зависимости проекции V скорости этого тела на указанную ось от времени t .



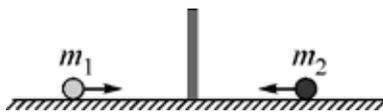
В момент времени $t = 0$ с тело находилось в точке с координатой $x_0 = 4$ м. Определите координату тела в момент времени $t = 3$ с.

Ответ: _____ м.

- 2 Небольшое тело массой $0,15$ кг движется вдоль оси Ox по инерции со скоростью 2 м/с. К этому телу прикладывают постоянную силу, направленную вдоль оси Ox . Чему равен модуль этой силы, если под её действием скорость тела за 3 с возросла до 6 м/с?

Ответ: _____ Н.

- 3 Два шарика – стальной, массой $m_1 = 100$ г, и пластилиновый, массой $m_2 = 50$ г, – начинают двигаться по гладкой горизонтальной плоскости вдоль одной прямой по направлению к закреплённой стенке (см. рис.). Скорости шариков одинаковы по модулю и равны 2 м/с. Линия движения шариков перпендикулярна стенке.



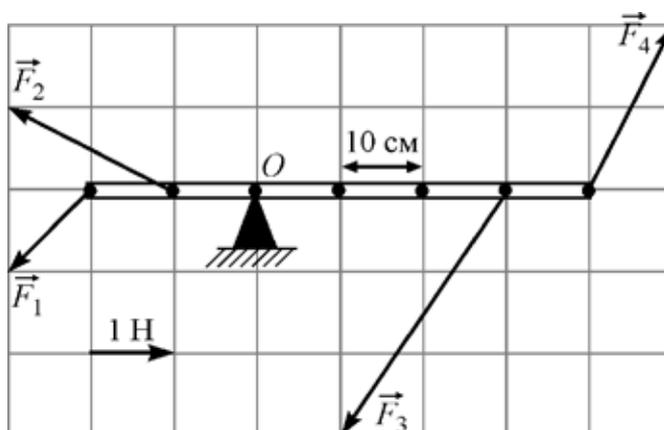
Стальной шарик сталкивается со стенкой абсолютно упруго, а пластилиновый – абсолютно неупруго. Определите модуль полного импульса, который был передан стенке шариками в результате соударения с ней.

Ответ: _____ кг·м/с.

- 4 В герметично закрытую цистерну с плоским дном налит слой воды высотой 5 м. Над водой находится воздух при атмосферном давлении. Через клапан в крышке цистерны в неё начинают накачивать дополнительные порции воздуха, в результате чего давление воздуха над водой увеличивается в 11,5 раз. Во сколько раз при этом увеличивается давление, которое оказывает содержимое цистерны на её дно?

Ответ: _____ раз(-а).

- 5 Очень лёгкая рейка закреплена на горизонтальной оси O , перпендикулярной плоскости рисунка, и может вращаться вокруг неё без трения. К рейке приложены четыре силы, изображённые на рисунке.



Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения.

- 1) Относительно оси O минимальное плечо имеет сила F_1 .
- 2) Относительно оси O максимальное плечо имеет сила F_4 .
- 3) Относительно оси O минимальным будет момент, создаваемый силой F_1 .
- 4) Относительно оси O максимальным будет момент, создаваемый силой F_4 .
- 5) Под действием всех изображённых на рисунке сил рейка может находиться в равновесии.

Ответ:

--	--

6 Камень бросили вертикально вверх при наличии сопротивления воздуха. Во время своего полёта камень проходит некоторую точку A дважды – первый раз при движении вверх, а во второй раз – при движении вниз. Как изменяются модуль ускорения камня и модуль скорости камня при втором прохождении через точку A по сравнению с первым прохождением через эту точку?

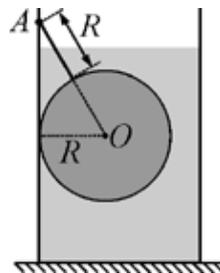
Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

Модуль ускорения	Модуль скорости

7 Шар радиусом R привязан нитью к краю стакана с жидкостью. Шар опирается на шероховатую стенку стакана, как показано на рисунке, и целиком погружён в жидкость. Длина нити равна радиусу шара. Плотность жидкости в 2 раза меньше плотности шара.



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым эти величины можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) момент действующей на шар силы натяжения нити относительно оси, проходящей через точку O перпендикулярно плоскости рисунка	1) 0
Б) момент действующей на шар силы тяжести относительно оси, проходящей через точку A перпендикулярно плоскости рисунка	2) mgR
	3) $2mgR$
	4) $\frac{1}{2}mgR$

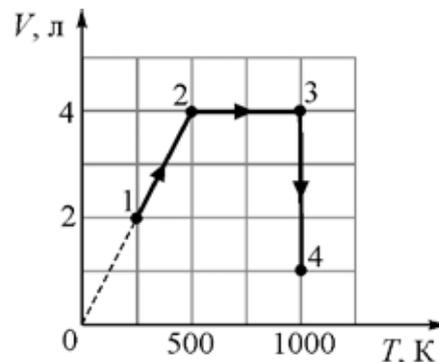
Ответ:

А	Б

8 Порция идеального одноатомного газа при температуре 300 К обладает внутренней энергией 1,242 Дж. Сколько атомов содержит эта порция газа? В качестве ответа приведите целое число, которое должно умножаться на 10^{20} .

Ответ: _____ (10^{20}).

9 На рисунке изображён график процесса 1-2-3-4 для двух молей идеального одноатомного газа.



Какую работу совершила эта порция газа на изобарном участке данного процесса? Ответ выразите в Дж и округлите до целого числа.

Ответ: _____ Дж.

10 В калориметр залили три порции воды массами 200 г, 300 г и 500 г, которые имели температуры 20 °С, 40 °С и 60 °С, соответственно. Теплообмен воды с окружающими телами пренебрежимо мал. Какой будет температура воды в калориметре после установления теплового равновесия?

Ответ: _____ °С.

11 В закрытом сосуде объёмом 5 литров находится влажный воздух при температуре 100 °С и давлении $1,5 \cdot 10^5$ Па. Относительная влажность воздуха равна 60 %.

Выберите два верных утверждения.

- 1) В этом сосуде парциальное давление паров воды больше парциального давления воздуха.
- 2) В этом сосуде парциальное давление паров воды меньше парциального давления воздуха.
- 3) В этом сосуде масса воздуха меньше массы паров воды.
- 4) В этом сосуде масса воздуха больше массы паров воды.
- 5) Если при неизменной температуре увеличить объём сосуда в 5 раз, то относительная влажность воздуха станет равна 100 %.

Ответ:

12 Порция водяного пара массой 5 г конденсируется на холодной металлической пластинке. Пар и пластинка обмениваются энергией только друг с другом. Как в результате данного процесса изменяются внутренняя энергия этой порции пара и температура пластинки?

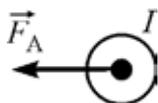
Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

Внутренняя энергия порции пара	Температура пластинки

13 По длинному прямому проводнику течёт ток силой I , направленный «на нас». Провод находится в однородном магнитном поле. При этом на провод действует сила Ампера, направление которой показано на рисунке.



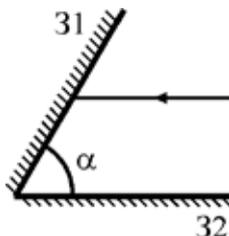
Определите, как направлен относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор индукции магнитного поля. Ответ запишите словом (словами).

Ответ: _____.

14 Площадь грозового облака 2 км^2 , напряжённость электрического поля между облаком и землёй 10^6 В/м . Считая, что облако и поверхность Земли образуют плоский конденсатор, найдите, чему равен модуль электрического заряда этого облака? Ответ выразите в Кл и округлите до десятых долей.

Ответ: _____ Кл.

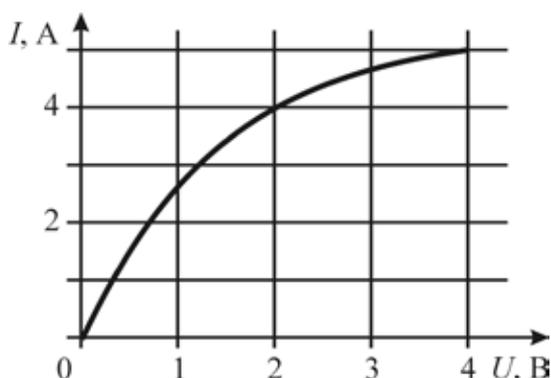
- 15** Два плоских зеркала 31 и 32 составляют друг с другом двугранный угол $\alpha = 60^\circ$ (см. рис.). Линия стыка зеркал перпендикулярна плоскости рисунка. Луч света падает на зеркало 31, распространяясь в плоскости рисунка параллельно поверхности зеркала 32.



Определите угол падения этого луча на поверхность зеркала 32 после отражения от зеркала 31.

Ответ: _____ градусов.

- 16** На графике показана зависимость силы тока I , текущего через электрическую лампу накаливания, от приложенного к ней напряжения U .



Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения.

- 1) Для нити накала работающей лампы справедлив закон Ома.
- 2) При увеличении силы тока через лампу сопротивление её нити накала увеличивается.
- 3) Сопротивление нити накала лампы равно $0,5 \text{ Ом}$.
- 4) При напряжении на лампе, равном 2 В , в нити накала выделяется мощность 8 Вт .
- 5) При увеличении напряжения на лампе от 2 В до 4 В выделяющаяся в нити накала мощность возрастает в 2 раза.

Ответ:

--	--

17 При постановке первого опыта маленький шарик массой m , несущий заряд $q > 0$, отпускают с высоты h вблизи поверхности земли без начальной скорости в области, в которой создано однородное электрическое поле. Линии напряжённости этого поля направлены параллельно поверхности земли, сопротивление воздуха пренебрежимо мало. При постановке второго опыта бросают в аналогичных условиях с высоты $2h$ шарик массой $2m$, который несёт заряд $q/2$. Определите, как изменяются время полёта и горизонтальное смещение шарика при постановке второго опыта по сравнению с первым опытом.

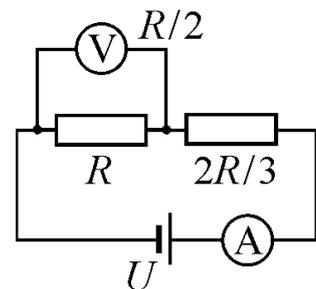
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Время полёта	Горизонтальное смещение

18 На рисунке изображена схема электрической цепи, которая состоит из двух последовательно соединённых резисторов с сопротивлениями R и $2R/3$, подключённых к идеальной батарее с напряжением U . Для измерения силы тока в этой цепи использован идеальный амперметр, а вольтметр идеальным не является – его сопротивление равно $R/2$.



Определите формулы, которые можно использовать для расчётов показаний идеального амперметра и неидеального вольтметра в этой цепи. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПОКАЗАНИЕ ПРИБОРА

ФОРМУЛА

- А) показания амперметра
 Б) показания вольтметра

- 1) U/R
- 2) $U/3$
- 3) $3U/5$
- 4) $3U/(2R)$

Ответ:

А	Б

- 19 В составе изотопа некоторого элемента число протонов в 1,5 раза меньше числа нуклонов. Определите число протонов и число нуклонов в этом ядре, если известно, что его массовое число равно 6.

Число протонов	Число нуклонов

- 20 Находящийся в пробирке радиоактивный таллий–207, начальное количество которого было равно 0,8 моль, претерпевает радиоактивный распад, превращаясь в стабильный изотоп свинца. Какая масса свинца образуется в пробирке в течение трёх периодов полураспада таллия, если молярная масса получающегося свинца равна 207 г/моль? Ответ выразите в граммах и округлите до целого числа.

Ответ: _____ г.

- 21 В результате ядерной реакции ядро X превращается в ядро Y. Установите соответствие между ядерной реакцией и изменениями в этой реакции зарядового и массового числа ядра Y по сравнению с ядром X. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ЯДЕРНАЯ
РЕАКЦИЯ



ИЗМЕНЕНИЕ ЗАРЯДОВОГО И МАССОВОГО
ЧИСЛА ЯДРА Y ПО СРАВНЕНИЮ С ЯДРОМ X

1) зарядовое число увеличивается на 1, массовое число увеличивается на 3

2) зарядовое число уменьшается на 3, массовое число уменьшается на 2

3) зарядовое число увеличивается на 2, массовое число увеличивается на 3

4) зарядовое число увеличивается на 2, массовое число увеличивается на 1

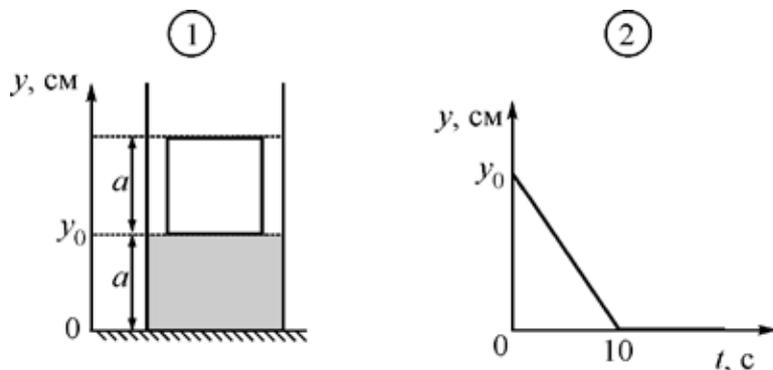
Ответ:

А	Б

22 В старые времена в обращении находились золотые монеты. Некоторые нечестные купцы «добывали» из них золото следующим незаконным способом. Много монет клали в мешочек из плотной ткани, плотно завязывали и очень долго трясли. Золото – мягкий металл, монеты при тряске истирались друг о друга, и в мешке собиралось некоторое количество золотой пыли, которая и становилась добычей нечестного купца. При этом внешний вид монет не позволял заподозрить их умышленную порчу. Как-то раз один такой купец определил, что после долгой тряски в мешке общая масса 50 золотых монет уменьшилась на $1,50 - 0,02$ г. Сколько (в среднем) золота украл купец из каждой монеты? Ответ выразите в мг и запишите с учётом погрешности.

Ответ: (_____ \pm _____) мг.

23 В пять цилиндрических сосудов с горизонтальным дном, стоящих на горизонтальном столе, налита вода. Вася погружает в каждый из этих сосудов по одному кубику, двигая каждый из кубиков равномерно вниз, со своей постоянной скоростью. Нижняя грань кубиков при проведении опытов расположена горизонтально. В момент начала каждого опыта (при $t_0 = 0$) высота уровня воды в сосуде равна высоте кубика, который погружают в этот сосуд (рис. 1). Петя наблюдает за Васиными опытами, и выясняет, что для каждого из кубиков зависимость изменения координаты y его нижней грани от времени t имеет такой вид, как показано на рис. 2.



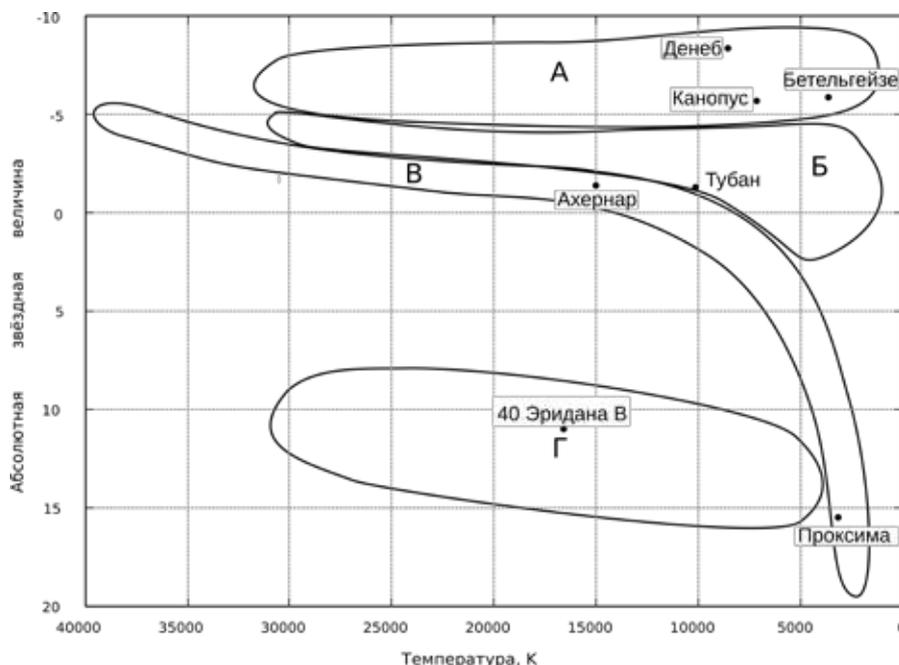
Затем Вася записывает в таблицу для каждого кубика скорость его погружения и объём, но несколько раз ошибается. Какие две записи сделаны правильно?

№ кубика	Скорость погружения, мм/с	Объём кубика, см ³
1	2	8
2	2	27
3	5	64
4	5	125
5	10	216

Ответ: _____.

24

На рисунке изображена диаграмма Герцшпрунга-Рассела. Контурами и буквами обозначены основные типы звёзд. Отдельными точками показаны звёзды. Их названия подписаны.



Исходя из данных диаграммы, выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют этой диаграмме.

- 1) Буквой Б помечена область белых карликов.
- 2) Канопус – это красный карлик.
- 3) Солнце относится к звездам группы В.
- 4) Светимость звёзд из группы Г, больше, чем звёзд из группы А.
- 5) 40 Эрида В – самая горячая звезда, из тех, что отмечены на этой диаграмме.

Ответ: _____.

Часть 2

Ответом к заданиям 25–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25

В закрытом сосуде с клапаном находится идеальный газ при температуре $+20\text{ }^\circ\text{C}$ и давлении p_1 . В результате некоторого эксперимента 20% газа вышло из сосуда через клапан. При этом температура газа повысилась на $10\text{ }^\circ\text{C}$, а его давление изменилось до некоторой величины p_2 . Найдите отношение $\frac{p_1}{p_2}$.

Ответ округлите до десятых долей.

Ответ: _____.

26

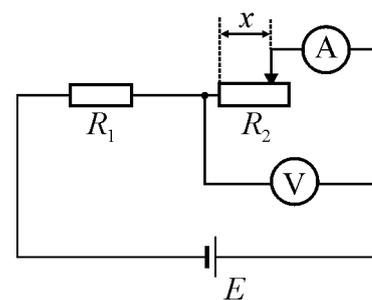
Ядро трития ${}^3_1\text{T}$ распадается на ядро гелия-3, электрон и электронное антинейтрино: ${}^3_1\text{T} \rightarrow {}^3_2\text{He} + {}^0_{-1}\text{e} + \bar{\nu}_e$. Масса ядра трития ${}^3_1\text{T}$ равна 3,01550 а.е.м., масса ядра ${}^3_2\text{He}$ равна 3,01493 а.е.м. Какое количество энергии выделяется в этой ядерной реакции? Ответ выразите в кэВ и округлите до целого числа.

Ответ: _____ кэВ.

Для записи ответов на задания 27–32 используйте чистый лист. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем – решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

27

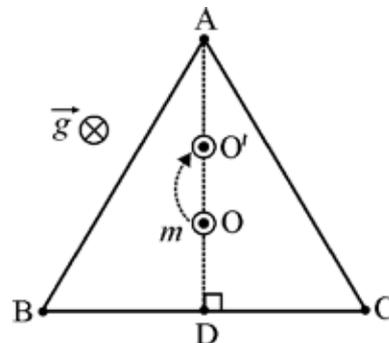
В цепи, схема которой изображена на рисунке, идеальный источник питания с ЭДС E присоединён к цепочке из двух последовательно соединённых резисторов. Левый резистор имеет постоянное сопротивление R_1 , а правый резистор представляет собой реостат с полным сопротивлением $R_2 = R_1$. Сопротивление R_x реостата между его левым контактом и «ползунком» прямо пропорционально расстоянию x между ними (см. рис.). Амперметр и вольтметр также идеальные. Объясните, как и почему будет изменяться сила тока, текущего через амперметр, если перемещать ползунок от левого до правого конца реостата? Определите, во сколько раз при этом изменится сила тока. Постройте график зависимости напряжения U , регистрируемого вольтметром, от сопротивления R_x . На этом графике поставьте точку, которая соответствует середине реостата, и определите показание вольтметра при данном значении R_x .



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.

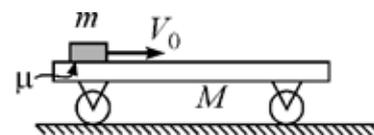
28

К потолку на трёх нерастяжимых вертикальных нитях подвешена в горизонтальном положении за углы лёгкая платформа в форме равностороннего треугольника ABC (см. рис., вид сверху). В центре платформы, в точке O , лежит маленький грузик массой $m = 600$ г, и система находится в равновесии. Затем грузик переместили из точки O в точку O' вдоль высоты AD треугольника, опущенной из угла A на сторону BC . Перемещение грузика равно $1/3$ от длины l этой высоты. На сколько после этого изменилась в равновесии (по сравнению с исходным состоянием) сила T натяжения нити, прикреплённой к платформе в точке A ?



29

На горизонтальном столе стоит длинная тележка массой $M = 500$ г с лёгкими колёсами, которые могут вращаться вокруг своих осей без трения. На тележку вблизи одного её конца положили грузик массой $m = 200$ г и мгновенно придали ему скорость $V_0 = 2$ м/с в направлении другого конца тележки (см. рис.). Коэффициент трения грузика о верхнюю плоскость тележки равен $\mu = 0,4$. Какое расстояние S пройдёт грузик по тележке до остановки на ней, если он ещё не свалится на стол?



30

В некотором процессе 1–2, который проводился с одним молем идеального одноатомного газа, среднеквадратичная скорость молекул газа возросла от $u_1 = 350$ м/с до $u_2 = 380$ м/с. При этом давление p газа в процессе оставалось постоянным, и газ совершил работу $A = 292$ Дж. Чему равна молярная масса μ этого газа?

31 Рамка площадью $S = 1 \text{ см}^2$, содержащая $N = 200$ витков провода, очень быстро пролетает между полюсами электромагнита, создающего индукцию магнитного поля $B = 1,5 \text{ Тл}$. Линии индукции магнитного поля направлены перпендикулярно плоскости рамки. Концы провода присоединены к электрической цепи, в которой последовательно соединены идеальный диод, пропускающий ток только в одном направлении, резистор сопротивлением $R = 10 \text{ кОм}$ и конденсатор ёмкостью $C = 10 \text{ мкФ}$. До какого напряжения в результате зарядится конденсатор?

32 На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 10 \text{ см}$ на расстоянии $d = 30 \text{ см}$ от линзы находится точечный источник света S . За линзой в её фокальной плоскости расположено плоское зеркало, отражающая поверхность которого направлена в сторону линзы. Рассчитайте, на каком расстоянии от линзы находится изображение источника в данной оптической системе, и сделайте чертёж, поясняющий расчёт.

Тренировочная работа №3 по ФИЗИКЕ

11 класс

16 января 2020 года

Вариант ФИ1910302

Выполнена: ФИО _____ класс _____

Инструкция по выполнению работы

На выполнение 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, 25 и 26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21, 23 и 24 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы без пробелов, запятых и других дополнительных символов.

Ответом к заданию 13 является слово. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответом к заданиям 19 и 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответ к заданиям 27–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. На чистом листе укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

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	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
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	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$

Соотношения 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 МэВ
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
1 астрономическая единица	$1 \text{ а.е.} \approx 150\,000\,000 \text{ км}$
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

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

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 (сосны)	400 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
		ртути	13 600 кг/м ³

Удельная теплоёмкость

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

Удельная теплота

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$
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: $0 \text{ }^\circ\text{C}$

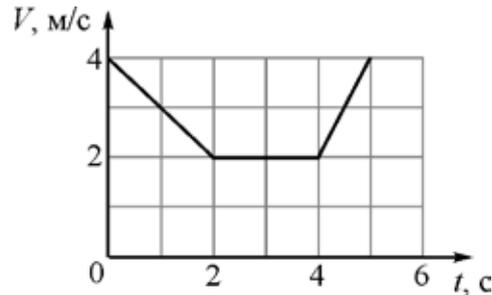
Молярная масса

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, цифра, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 1 Точечное тело движется вдоль оси Ox . На рисунке изображён график зависимости проекции V скорости этого тела на указанную ось от времени t .



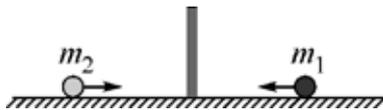
В момент времени $t = 0$ с тело находилось в точке с координатой $x_0 = 5$ м. Определите координату тела в момент времени $t = 4$ с.

Ответ: _____ м.

- 2 Небольшое тело массой $0,2$ кг движется вдоль оси Ox по инерции со скоростью 7 м/с. К этому телу прикладывают постоянную силу, направленную вдоль оси Ox . Чему равен модуль этой силы, если под её действием скорость тела за 4 с уменьшилась до 1 м/с?

Ответ: _____ Н.

- 3 Два шарика – стальной, массой $m_1 = 50$ г, и пластилиновый, массой $m_2 = 200$ г, – начинают двигаться по гладкой горизонтальной плоскости вдоль одной прямой по направлению к закреплённой стенке (см. рис.). Скорости шариков одинаковы по модулю и равны 2 м/с. Линия движения шариков перпендикулярна стенке.



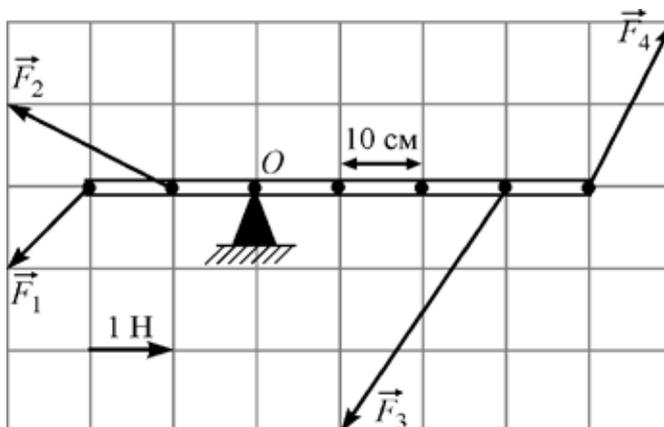
Стальной шарик сталкивается со стенкой абсолютно упруго, а пластилиновый – абсолютно неупруго. Определите модуль полного импульса, который был передан стенке шариками в результате соударения с ней.

Ответ: _____ кг·м/с.

- 4 В герметично закрытую цистерну с плоским дном налит слой воды высотой 4 м. Над водой находится воздух при давлении, в 8 раз превышающем атмосферное. Через клапан в крышке цистерны выпускают часть воздуха, в результате чего давление воздуха над водой становится равным атмосферному. Во сколько раз при этом уменьшается давление, которое оказывает содержимое цистерны на её дно?

Ответ: _____ раз(-а).

- 5 Очень лёгкая рейка закреплена на горизонтальной оси O , перпендикулярной плоскости рисунка, и может вращаться вокруг неё без трения. К рейке приложены четыре силы, изображённые на рисунке.



Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения.

- 1) Относительно оси O минимальное плечо имеет сила F_2 .
- 2) Относительно оси O максимальное плечо имеет сила F_3 .
- 3) Относительно оси O минимальным будет момент, создаваемый силой F_1 .
- 4) Относительно оси O максимальным будет момент, создаваемый силой F_3 .
- 5) Под действием всех изображённых на рисунке сил рейка будет вращаться.

Ответ:

--	--

6 Шарик падает вертикально вниз при наличии сопротивления воздуха, ударяется о горизонтальную плиту, и затем летит вертикально вверх. Во время своего полёта шарик проходит некоторую точку A дважды – первый раз при движении вниз, а во второй раз – при движении вверх. Как изменяются модуль ускорения шарика и модуль скорости шарика при втором прохождении через точку A по сравнению с первым прохождением через эту точку?

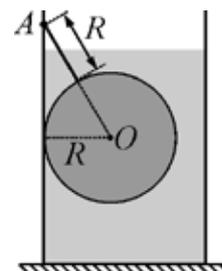
Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

Модуль ускорения	Модуль скорости

7 Шар радиусом R привязан нитью к краю стакана с жидкостью. Шар опирается на шероховатую стенку стакана, как показано на рисунке, и целиком погружён в жидкость. Длина нити равна радиусу шара. Плотность жидкости в 2 раза меньше плотности шара.



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым эти величины можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) момент действующей на шар силы Архимеда относительно оси, проходящей через точку A перпендикулярно плоскости рисунка	1) $2mgR$
Б) момент действующей на шар силы реакции стенки стакана относительно оси, проходящей через точку O перпендикулярно плоскости рисунка	2) mgR
	3) $\frac{1}{2}mgR$
	4) 0

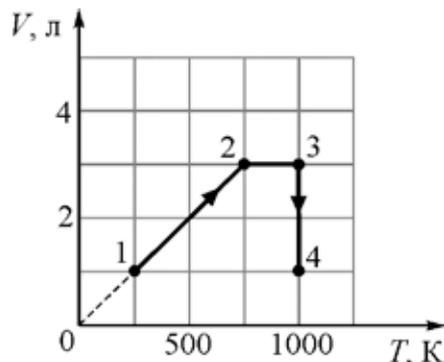
Ответ:

А	Б

- 8 Порция идеального одноатомного газа при температуре 400 К обладает внутренней энергией 2,484 Дж. Сколько атомов содержит эта порция газа? В качестве ответа приведите целое число, которое должно умножаться на 10^{20} .

Ответ: _____ (10^{20}).

- 9 На рисунке изображён график процесса 1-2-3-4 для двух молей идеального одноатомного газа.



Какую работу совершила эта порция газа на изобарном участке данного процесса? Ответ выразите в Дж и округлите до целого числа.

Ответ: _____ Дж.

- 10 В калориметр залили три порции воды массами 150 г, 350 г и 500 г, которые имели температуры 40 °С, 60 °С и 90 °С, соответственно. Теплообмен воды с окружающими телами пренебрежимо мал. Какой будет температура воды в калориметре после установления теплового равновесия?

Ответ: _____ °С.

11 В закрытом сосуде объёмом 5 литров находится влажный воздух при температуре $100\text{ }^\circ\text{C}$ и давлении $1,1 \cdot 10^5$ Па. Относительная влажность воздуха равна 60 %.

Выберите **два** верных утверждения.

- 1) В этом сосуде парциальное давление паров воды больше парциального давления воздуха.
- 2) В этом сосуде парциальное давление паров воды меньше парциального давления воздуха.
- 3) В этом сосуде масса воздуха больше массы паров воды.
- 4) В этом сосуде масса воздуха меньше массы паров воды.
- 5) Если при неизменной температуре увеличить объём сосуда в 6 раз, то относительная влажность воздуха станет равна 100%.

Ответ:

12 Вода массой 5 г испаряется с тёплой металлической пластинки. Вода и пластинка обмениваются энергией только друг с другом. Как в результате данного процесса изменяются внутренняя энергия этой порции воды и температура пластинки?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

Внутренняя энергия порции воды	Температура пластинки

13 По длинному прямому проводнику течёт ток силой I , направленный «от нас». Провод находится в однородном магнитном поле. При этом на провод действует сила Ампера, направление которой показано на рисунке.



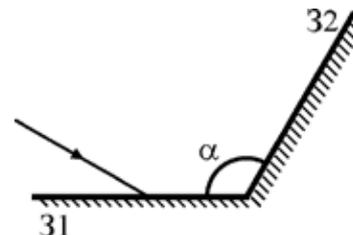
Определите, как направлен относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор индукции магнитного поля. Ответ запишите словом (словами).

Ответ: _____.

- 14 Грозное облако несёт электрический заряд 15 Кл, напряжённость электрического поля между облаком и землёй 10^6 В/м. Считая, что облако и поверхность Земли образуют плоский конденсатор, найдите, чему равна площадь этого облака? Ответ выразите в км^2 и округлите до десятых долей.

Ответ: _____ км^2 .

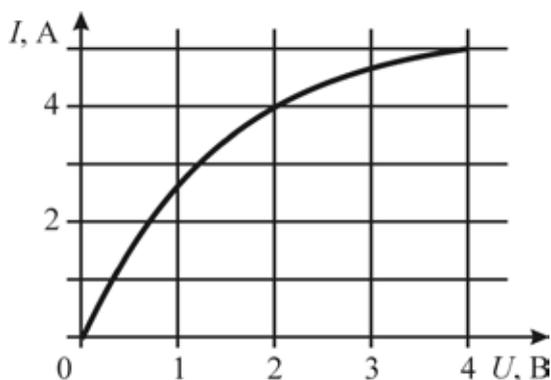
- 15 Два плоских зеркала 31 и 32 составляют друг с другом двугранный угол $\alpha = 120^\circ$ (см. рис.). Линия стыка зеркал перпендикулярна плоскости рисунка. Луч света падает на зеркало 31 под углом 60° , распространяясь в плоскости рисунка.



Определите угол падения этого луча на поверхность зеркала 32 после отражения от зеркала 31.

Ответ: _____ градусов.

- 16 На графике показана зависимость силы тока I , текущего через электрическую лампу накаливания, от приложенного к ней напряжения U .



Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения.

- 1) Для нити накала работающей лампы справедлив закон Ома.
- 2) При уменьшении силы тока через лампу сопротивление её нити накала уменьшается.
- 3) Сопротивление нити накала лампы равно 0,8 Ом.
- 4) При напряжении на лампе, равном 1 В, в нити накала выделяется мощность, превышающая 20 Вт.
- 5) При увеличении напряжения на лампе от 2 В до 4 В выделяющаяся в нити накала мощность возрастает в 2,5 раза.

Ответ:

--	--

17 При постановке первого опыта маленький шарик массой m , несущий заряд $q > 0$, отпускают с высоты h вблизи поверхности земли без начальной скорости в области, в которой создано однородное электрическое поле. Линии напряжённости этого поля направлены параллельно поверхности земли, сопротивление воздуха пренебрежимо мало. При постановке второго опыта бросают с той же высоты шарик массой $2m$, который несёт заряд $2q$, а модуль напряжённости электрического поля увеличивают в 2 раза. Определите, как изменяются время полёта и горизонтальное смещение шарика при постановке второго опыта по сравнению с первым опытом.

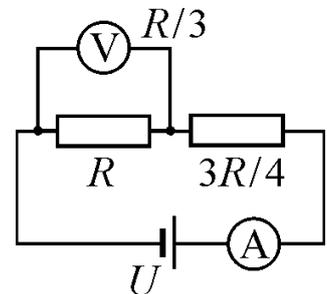
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Время полёта	Горизонтальное смещение

18 На рисунке изображена схема электрической цепи, которая состоит из двух последовательно соединённых резисторов с сопротивлениями R и $3R/4$, подключённых к идеальной батарее с напряжением U . Для измерения силы тока в этой цепи использован идеальный амперметр, а вольтметр идеальным не является – его сопротивление равно $R/3$.



Определите формулы, которые можно использовать для расчётов показаний идеального амперметра и неидеального вольтметра в этой цепи. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПОКАЗАНИЕ ПРИБОРА

ФОРМУЛА

- А) показания амперметра
 Б) показания вольтметра

- 1) U/R
- 2) $U/3$
- 3) $U/4$
- 4) $4U/(3R)$

Ответ:

А	Б

- 19 В составе изотопа некоторого элемента число протонов в 2 раза меньше числа нуклонов. Определите число нуклонов и число нейтронов в этом ядре, если известно, что его зарядовое число равно 4.

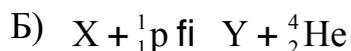
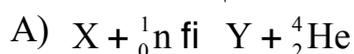
Число нуклонов	Число нейтронов

- 20 Находящийся в пробирке радиоактивный таллий–208, начальное количество которого было равно 1,6 моль, претерпевает радиоактивный распад, превращаясь в стабильный изотоп свинца. Какая масса свинца образуется в пробирке в течение четырёх периодов полураспада таллия, если молярная масса получающегося свинца равна 208 г/моль? Ответ выразите в граммах и округлите до целого числа.

Ответ: _____ г.

- 21 В результате ядерной реакции ядро X превращается в ядро Y. Установите соответствие между ядерной реакцией и изменениями в этой реакции зарядового и массового числа ядра Y по сравнению с ядром X. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ЯДЕРНАЯ
РЕАКЦИЯ



ИЗМЕНЕНИЕ ЗАРЯДОВОГО И МАССОВОГО
ЧИСЛА ЯДРА Y ПО СРАВНЕНИЮ С ЯДРОМ X

1) зарядовое число уменьшается на 2, массовое число уменьшается на 1

2) зарядовое число уменьшается на 1, массовое число уменьшается на 3

3) зарядовое число увеличивается на 2, массовое число увеличивается на 3

4) зарядовое число уменьшается на 2, массовое число уменьшается на 3

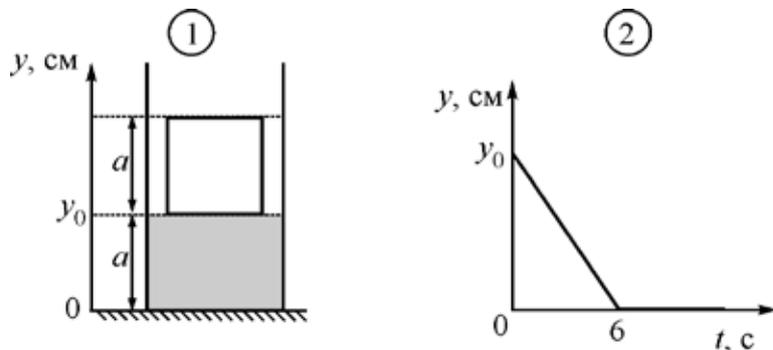
Ответ:

А	Б

22 В старые времена в обращении находились золотые монеты. Некоторые нечестные купцы «добывали» из них золото следующим незаконным способом. Много монет клали в мешочек из плотной ткани, плотно завязывали и очень долго трясли. Золото – мягкий металл, монеты при тряске истирались друг о друга, и в мешке собиралось некоторое количество золотой пыли, которая и становилась добычей нечестного купца. При этом внешний вид монет не позволял заподозрить их умышленную порчу. Как-то раз один такой купец определил, что после долгой тряски в мешке общая масса 40 золотых монет уменьшилась на $1,60 - 0,02$ г. Сколько (в среднем) золота украл купец из каждой монеты? Ответ выразите в мг и запишите с учётом погрешности.

Ответ: (_____ \pm _____) мг.

23 В пять цилиндрических сосудов с горизонтальным дном, стоящих на горизонтальном столе, налита вода. Вася погружает в каждый из этих сосудов по одному кубику, двигая каждый из кубиков равномерно вниз, со своей постоянной скоростью. Нижняя грань кубиков при проведении опытов расположена горизонтально. В момент начала каждого опыта (при $t_0 = 0$) высота уровня воды в сосуде равна высоте кубика, который погружают в этот сосуд (рис. 1). Петя наблюдает за Васиными опытами, и выясняет, что для каждого из кубиков зависимость изменения координаты y его нижней грани от времени t имеет такой вид, как показано на рис. 2.



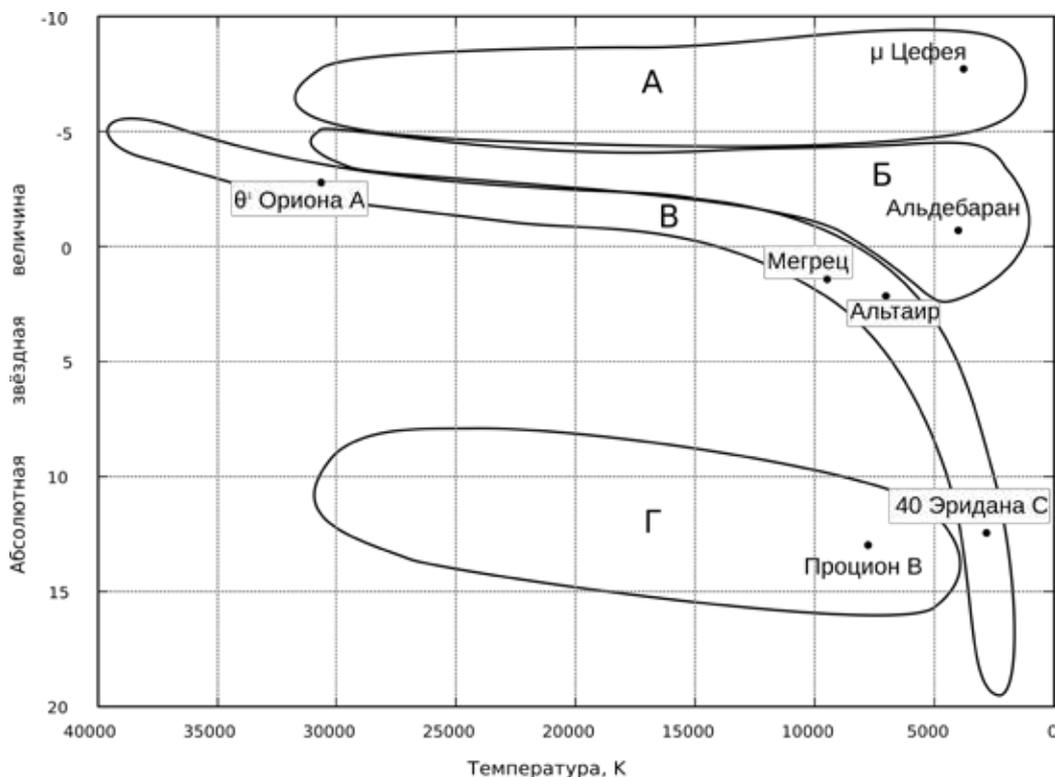
Затем Вася записывает в таблицу для каждого кубика скорость его погружения и объём, но несколько раз ошибается. Какие две записи сделаны правильно?

№ кубика	Скорость погружения, мм/с	Объём кубика, см ³
1	2	8
2	5	27
3	3	64
4	5	125
5	10	216

Ответ: _____.

24

На рисунке изображена диаграмма Герцшпрунга-Рассела. Контурами и буквами обозначены основные типы звёзд. Отдельными точками показаны звёзды. Их названия подписаны.



Исходя из данных диаграммы, выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют этой диаграмме.

- 1) Буквой В помечена главная последовательность.
- 2) Цвет 40 Эридана С – красный.
- 3) θ^1 Ориона А старше, чем μ Цфея.
- 4) Радиус Проциона В меньше, чем Альтаира.
- 5) Альдебаран горячее, чем Мегрец.

Ответ: _____.

Часть 2

Ответом к заданиям 25–26 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25 В закрытом сосуде с клапаном находится идеальный газ при температуре $+42\text{ }^\circ\text{C}$ и давлении p_1 . В результате некоторого эксперимента 25% газа вышло из сосуда через клапан. При этом температура газа понизилась на $21\text{ }^\circ\text{C}$, а его давление изменилось до некоторой величины p_2 . Найдите отношение $\frac{p_2}{p_1}$.
 Ответ округлите до десятых долей.

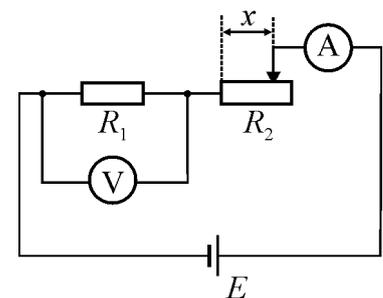
Ответ: _____.

26 Ядро дейтерия ${}^2_1\text{D}$ может поглотить g -квант и превратиться в ядро водорода ${}^1_1\text{H}$, испустив нейтрон: ${}^2_1\text{D} + \text{g} \rightarrow {}^1_1\text{H} + {}^1_0\text{n}$. Масса ядра ${}^2_1\text{D}$ равна 2,01355 а.е.м., масса ядра ${}^1_1\text{H}$ равна 1,00728 а.е.м. Какой минимальной энергией должен обладать g -квант для осуществления этой ядерной реакции? Ответ выразите в МэВ и округлите до целого числа.

Ответ: _____ МэВ.

Для записи ответов на задания 27–32 используйте чистый лист. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем – решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

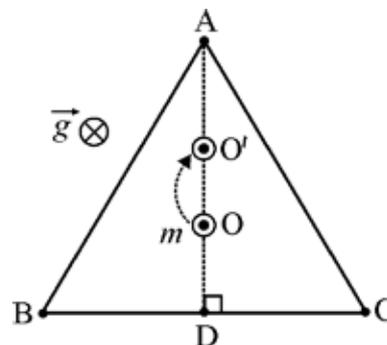
27 В цепи, схема которой изображена на рисунке, идеальный источник питания с ЭДС E присоединён к цепочке из двух последовательно соединённых резисторов. Левый резистор имеет постоянное сопротивление R_1 , а правый резистор представляет собой реостат с полным сопротивлением $R_2 = R_1$. Сопротивление R_x реостата между его левым контактом и «ползунком» прямо пропорционально расстоянию x между ними (см. рис.). Амперметр и вольтметр также идеальные. Объясните, как и почему будет изменяться сила тока, текущего через амперметр, если перемещать ползунок от правого до левого конца реостата? Определите, во сколько раз при этом изменится сила тока. Постройте график зависимости напряжения U , регистрируемого вольтметром, от сопротивления R_x . На этом графике поставьте точку, которая соответствует середине реостата, и определите показание вольтметра при данном значении R_x .



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.

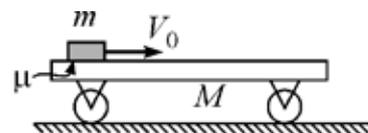
28

К потолку на трёх нерастяжимых вертикальных нитях подвешена в горизонтальном положении за углы лёгкая платформа в форме равностороннего треугольника ABC (см. рис., вид сверху). В центре платформы, в точке O , лежит маленький грузик массой $m = 900$ г, и система находится в равновесии. Затем грузик переместили из точки O в точку O' вдоль высоты AD треугольника, опущенной из угла A на сторону BC . Перемещение грузика равно $1/3$ от длины l этой высоты. На сколько после этого изменилась в равновесии (по сравнению с исходным состоянием) сила T натяжения нити, прикреплённой к платформе в точке B ?



29

На горизонтальном столе стоит тележка массой $M = 700$ г с лёгкими колёсами, которые могут вращаться вокруг своих осей без трения. На тележку вблизи одного её конца положили грузик массой $m = 300$ г и мгновенно придали ему скорость $V_0 = 1,5$ м/с в направлении другого конца тележки (см. рис.). Коэффициент трения грузика о верхнюю плоскость тележки равен $\mu = 0,3$. При какой длине L тележки грузик остановится на ней, не свалившись на стол?



30

В некотором процессе 1–2, который проводился с одним молем идеального одноатомного газа, среднеквадратичная скорость молекул газа возросла от $u_1 = 400$ м/с до $u_2 = 450$ м/с. При этом давление p газа в процессе оставалось постоянным, и внутренняя энергия газа увеличилась на $\Delta U = 425$ Дж. Чему равна молярная масса μ этого газа?

31 Рамка площадью $S = 0,5 \text{ см}^2$, содержащая $N = 100$ витков провода, очень быстро пролетает между полюсами электромагнита, создающего индукцию магнитного поля $B = 2 \text{ Тл}$. Линии индукции магнитного поля направлены перпендикулярно плоскости рамки. Концы провода присоединены к электрической цепи, в которой последовательно соединены идеальный диод, пропускающий ток только в одном направлении, резистор сопротивлением $R = 2 \text{ кОм}$ и конденсатор ёмкостью $C = 5 \text{ мкФ}$. Какую энергию в результате запасёт конденсатор?

32 На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 10 \text{ см}$ на расстоянии $d = 20 \text{ см}$ от линзы находится точечный источник света S . За линзой в её фокальной плоскости расположено плоское зеркало, отражающая поверхность которого направлена в сторону линзы. Рассчитайте, на каком расстоянии от линзы находится изображение источника в данной оптической системе, и сделайте чертёж, поясняющий расчёт.