

Тренировочная работа по ФИЗИКЕ

11 класс

23 марта 2018 года

Вариант ФИ10403

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, 25–27 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы.

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.

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 28–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. На чистом листе бумаги 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	$931,5 \text{ МэВ}$
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

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 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: $0 \text{ }^\circ\text{C}$

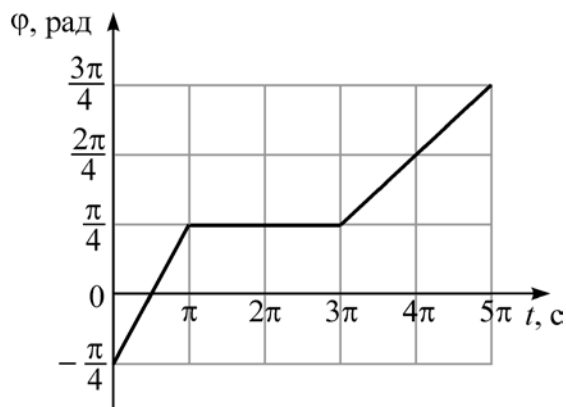
Молярная масса

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. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 1** Точечное тело равномерно движется по окружности радиусом 2 м. На рисунке изображён график зависимости угла поворота φ тела от времени t . Определите модуль линейной скорости этого тела в интервале времени $0 < t < \pi$.



Ответ: _____ м/с.

- 2** Нерастянутая пружина имеет длину 30 см. Для того чтобы сжать эту пружину на 1,5 см, потребовалось приложить к двум её концам равные по модулю силы, направленные противоположно друг другу вдоль оси пружины. Чему станет равна длина этой пружины, если увеличить модуль каждой из приложенных сил в 6 раз, не меняя их направления? Для пружины справедлив закон Гука.

Ответ: _____ см.

- 3** Небольшое тело массой 2 кг, движущееся по гладкой горизонтальной поверхности, имеет кинетическую энергию 400 Дж. Через некоторый промежуток времени его кинетическая энергия увеличилась до 900 Дж. На какую величину изменился за указанный промежуток времени модуль импульса этого тела?

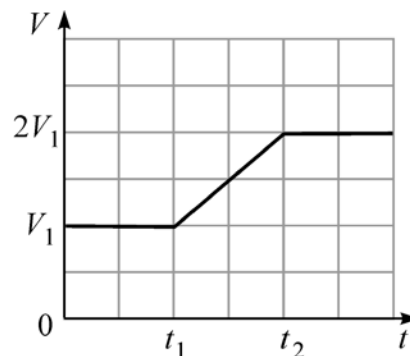
Ответ: _____ кг·м/с.

- 4** Тело массой 800 г плавает в очень глубоком сосуде на поверхности жидкости, погрузившись в неё на $2/3$ своего объёма. К телу прикладывают направленную вертикально вниз силу, модуль которой равен 5 Н. Чему через достаточно большое время после этого станет равен модуль силы Архимеда, действующей на тело?

Ответ: _____ Н.

5

Спутник вращается по круговой орбите вокруг некоторой планеты. Вследствие медленного изменения радиуса орбиты в интервале времени от t_1 до t_2 модуль скорости V спутника изменяется с течением времени t так, как показано на графике (см. рисунок).



На основании анализа этого графика выберите два верных утверждения, касающихся момента времени t_2 , и укажите их номера.

- 1) Радиус орбиты спутника увеличился в 4 раза.
- 2) Угловая скорость обращения спутника увеличилась в 8 раз.
- 3) Модуль центростремительного ускорения спутника увеличился в 16 раз.
- 4) Период обращения спутника увеличился в 2 раза.
- 5) Модуль силы гравитационного притяжения спутника к планете не изменился.

Ответ:

--	--

6

На шероховатой горизонтальной поверхности находится тело массой 2 кг. К нему приложена горизонтально направленная сила, модуль которой равен 9 Н. Коэффициент трения между поверхностью и телом равен 0,3. Модуль приложенной к телу силы уменьшают до 7 Н, не изменяя её направления. Как изменятся в результате этого модуль ускорения тела и модуль действующей на тело силы трения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

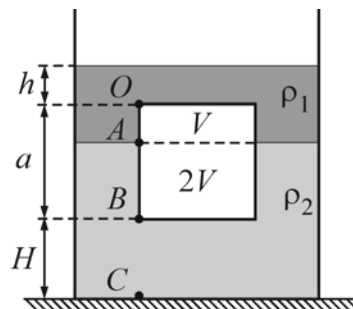
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Модуль ускорения тела	Модуль действующей на тело силы трения

7

Кубик со стороной $a = 30$ см плавает на границе раздела двух несмешивающихся жидкостей, плотности которых равны $\rho_1 = 800$ кг/м³ и $\rho_2 = 1000$ кг/м³. Объём кубика, погружённый в нижнюю жидкость, в 2 раза больше, чем объём, погружённый в верхнюю жидкость. Высота уровня первой жидкости над кубиком равна $h = 10$ см. Нижняя грань кубика удалена от дна сосуда на $H = 20$ см.



Установите соответствие между отношениями гидростатических давлений в разных указанных точках сосуда и численными значениями этих отношений. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ОТНОШЕНИЕ ГИДРОСТАТИЧЕСКИХ ДАВЛЕНИЙ

ЧИСЛЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ ДАВЛЕНИЙ

A) $\frac{p_C}{p_O}$

1) 2

2) 2,25

B) $\frac{p_B}{p_O}$

3) 4,5

4) 7

Ответ:

А	Б

8

Температура порции идеального газа уменьшилась на 773 К. На сколько уменьшилась средняя энергия хаотического теплового движения одной молекулы, входящей в состав этой порции газа? Ответ выразите в электронвольтах и округлите до десятых долей.

Ответ: _____ эВ.

9

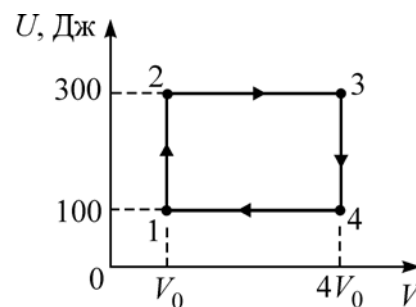
В процессе адиабатного расширения 1 моль идеального одноатомного газа совершает работу 1246,5 Дж. Определите модуль изменения температуры данной порции газа в результате этого процесса.

Ответ: _____ К.

10 В закрытом сосуде объёмом 6 л при температуре $+17\text{ }^\circ\text{C}$ находится воздух, имеющий влажность 25 %. Давление насыщенных паров воды при этой температуре равно 1875 Па. Какую массу воды надо испарить в сосуде при данной температуре для того, чтобы влажность воздуха стала равна 100 %? Ответ выразите в миллиграммах и округлите до целого числа.

Ответ: _____ мг.

11 Два моля одноатомного идеального газа участвуют в циклическом процессе, график которого изображён на UV -диаграмме (U – внутренняя энергия газа, V – его объём). Выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленного графика.



- 1) В процессе 1–2 газ изобарно нагревается.
- 2) В процессе 2–3 температура газа увеличивается.
- 3) В процессе 3–4 газ отдаёт некоторое количество теплоты.
- 4) В процессе 4–1 работа газа отрицательная.
- 5) В процессе 1–2 газ совершает работу 200 Дж.

Ответ:

12 Жидкую воду охлаждают до температуры, меньшей температуры кристаллизации. Как изменятся в результате этого занимаемый водой объём и внутренняя энергия воды?

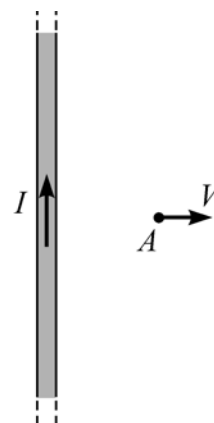
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Занимаемый водой объём	Внутренняя энергия воды

- 13** Отрицательно заряженную пылинку перемещают со скоростью V перпендикулярно прямому проводу, по которому течёт ток силой I (см. рисунок). В некоторый момент пылинка находится в точке A . Как в этот момент направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) сила Лоренца, действующая на пылинку?



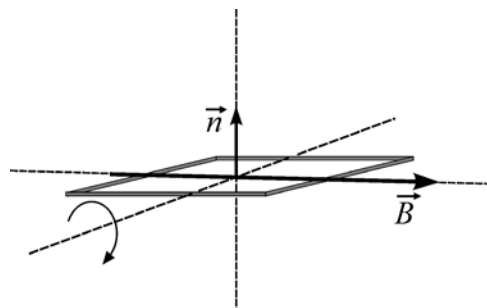
Ответ запишите словом (словами).

Ответ: _____.

- 14** При подключении куска проволоки к полюсам батареи через неё течёт ток силой $0,5$ А. Этот кусок проволоки сложили пополам, место сгиба разрезали. Затем разрезали каждый получившийся короткий провод на три равные части, зачистили концы и присоединили все эти части к полюсам батареи параллельно. Найдите силу тока, которая будет течь через батарею в этом случае. Внутреннее сопротивление батареи очень мало.

Ответ: _____ А.

- 15** Проводящая рамка площадью 5 см² может вращаться в однородном магнитном поле с индукцией $0,3$ Тл. Сначала рамка располагается относительно линий индукции магнитного поля так, как показано на рисунке (вектор \vec{n} задаёт перпендикуляр к плоскости рамки). В момент времени $t = 0$ рамку начинают равномерно вращать с периодом $0,4$ с. Через какое время после начала вращения магнитный поток, пронизывающий рамку, в третий раз станет наибольшим по модулю?



Ответ: _____ с.

16 Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью 2 мкФ и катушки индуктивности. В контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице приведена зависимость энергии W , запасённой в конденсаторе идеального колебательного контура, от времени t .

t , нс	0	125	250	375	500	625	750	875	1000
W , мкДж	0	3,66	12,50	21,34	25,00	21,34	12,50	3,66	0,00

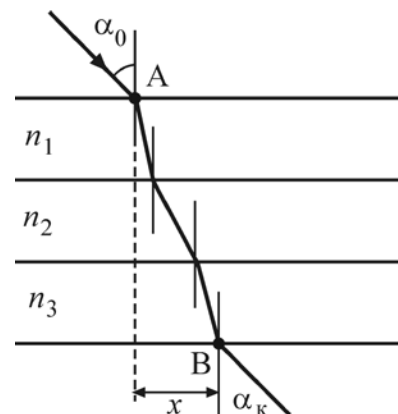
t , нс	1125	1250	1375	1500	1625	1750	1875	2000	2125
W , мкДж	3,66	12,50	21,34	25,00	21,34	12,50	3,66	0,00	3,66

На основании анализа этой таблицы выберите **два** верных утверждения.

- 1) Период электромагнитных колебаний в контуре равен 1 мкс.
- 2) Период электромагнитных колебаний в контуре равен 2 мкс.
- 3) Индуктивность катушки равна примерно 13 нГн.
- 4) Максимальное напряжение на конденсаторе равно 5 В.
- 5) Максимальное напряжение на конденсаторе равно 50 кВ.

Ответ:

17 Три плоскопараллельные стеклянные пластинки одинаковой толщины, но с различными показателями преломления сложены вплотную друг к другу. Из воздуха на поверхность верхней пластинки в точку А падает луч света под углом α_0 . В точке В луч света выходит обратно в воздух. Точки А и В смещены друг относительно друга вдоль пластинок на расстояние x . Среднюю пластинку заменяют на другую – такой же толщины, но с **большим** показателем преломления.



Как в результате этого изменятся угол преломления света при переходе из второй пластинки в третью и расстояние x ?

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.

Угол преломления света при переходе из второй пластинки в третью	Расстояние x

- 18** Покоившуюся элементарную частицу массой m разогнали до скорости V , близкой к скорости света. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, при помощи которых их можно вычислить. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) импульс частицы	1) $m\vec{V}$
Б) энергия частицы	2) $\frac{mc^2}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}$
	3) $\frac{mV^2}{2}$
	4) $\frac{m\vec{V}}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}$

Ответ:

А	Б

- 19** При бомбардировке изотопа бора ${}^{10}_5\text{B}$ нейтронами образуются α -частица и ядро лития. Чему равно число протонов и число нейтронов в составе ядра образующегося элемента?

Число протонов	Число нейтронов

- 20** Длина световой волны равна 620 нм. Какой энергией обладает фотон этой волны? Ответ выразите в электронвольтах и округлите до целого числа.

Ответ: _____ эВ.

- 21** Установите соответствие между видами радиоактивного распада и изменениями зарядовых и массовых чисел распадающегося атомного ядра. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВИД РАДИОАКТИВНОГО РАСПАДА

ИЗМЕНЕНИЕ ЗАРЯДОВОГО И МАССОВОГО ЧИСЛА РАСПАДАЮЩЕГОСЯ АТОМНОГО ЯДРА

А) α -распадБ) электронный β -распад

- 1) Зарядовое число уменьшается на 2, массовое число уменьшается на 4
- 2) Зарядовое число увеличивается на 4, массовое число увеличивается на 2
- 3) Зарядовое число увеличивается на 1, массовое число не изменяется
- 4) Зарядовое число уменьшается на 1, массовое число не изменяется

Ответ:

А	Б

- 22** На шкале амперметра написано, что его приборная погрешность составляет 4,0 % от конечного значения шкалы, которое равно 15 А. Школьник подключил резистор сопротивлением 2 Ом к идеальному аккумулятору с напряжением 12 В и измерил при помощи данного амперметра силу тока, текущего через резистор. Запишите показания амперметра с учётом погрешности измерения силы тока.

Ответ: (_____ \pm _____) А.

23

При выполнении лабораторной работы по физике ученикам требовалось определить КПД наклонной плоскости при некотором угле её наклона. Для этого им были предоставлены шероховатая прямая доска и брусок. Коэффициент трения между доской и бруском был известен.

Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения такого исследования?

- 1) пружина известной жёсткости
- 2) шарик на нити
- 3) секундомер
- 4) транспортёр
- 5) штатив с лапкой

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

--	--

24

Как известно, звёздные скопления содержат тысячи и даже миллионы звёзд. Выберите **два** утверждения, которые правильно описывают звёзды одного скопления.

Под словом «одинаковый» понимается близость соответствующих значений для звёзд данного скопления.

- 1) Расстояние до звёзд скопления одинаковое.
- 2) Все звёзды скопления имеют одинаковое направление движения в пространстве.
- 3) Все звёзды скопления имеют одинаковую видимую звездную величину.
- 4) Все звёзды скопления имеют одинаковый спектральный класс.
- 5) Все звёзды скопления имеют одинаковый радиус.

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

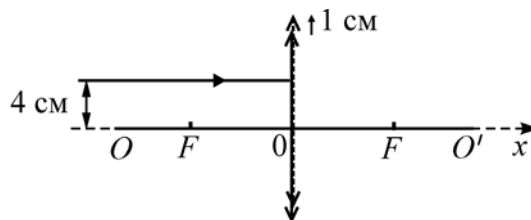
- 25** Упругая лёгкая пружина жёсткостью 80 Н/м одним концом прикреплена к лапке штатива. К свободному концу пружины подвешен груз массой 200 г . Определите потенциальную энергию растянутой пружины.

Ответ: _____ мДж.

- 26** При нормальных условиях электрический «пробой» сухого воздуха наступает при напряжённости электрического поля 30 кВ/см . В результате «пробоя» молекулы газа, входящие в состав воздуха, ионизируются – теряют один электрон и появляются ионы. Какую кинетическую энергию приобретёт такой ион, пройдя в электрическом поле расстояние 10^{-5} см ? Ответ выразите в электронвольтах и округлите до десятых долей.

Ответ: _____ эВ.

- 27** На тонкую собирающую линзу, центр которой находится в точке O (см. рисунок), имеющую фокусное расстояние 15 см , падает луч света. Луч распространяется вдоль горизонтальной оси Ox , которая вначале совпадает с главной оптической осью линзы, на расстоянии 4 см от неё. Определите, на каком расстоянии от линзы этот луч пересечёт ось Ox , если сдвинуть линзу на 1 см вверх перпендикулярно главной оптической оси.



Ответ: _____ см.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте чистый лист. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем – решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

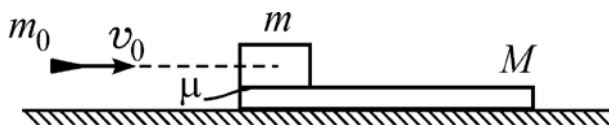
28

Известно, что слуховой аппарат человека чувствителен к изменениям атмосферного давления – если оно быстро меняется, то уши закладывает. От этого ощущения можно избавиться, если определённым образом глотнуть воздух. Объясните, основываясь на физических законах и закономерностях, наблюдаемое явление и оцените, при спуске на лифте с какого этажа Главного здания (ГЗ) МГУ им. М.В. Ломоносова это закладывание произойдёт, если в среднем уши человека чувствуют изменение давления на 9 мм ртутного столба. Высота каждого этажа в ГЗ 5 м, а атмосферные условия близки к нормальным. Лифт опускается на первый этаж. Считайте, что в пределах высоты ГЗ плотность атмосферного воздуха не меняется.

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

На горизонтальном гладком столе лежит длинная доска массой $M = 10$ кг, а на её левом конце – деревянный брусок массой $m = 1$ кг (см. рисунок). В брусок попадает и прилипает к нему пластилиновый снаряд массой $m_0 = 200$ г, летевший горизонтально по направлению вдоль доски со скоростью $V_0 = 10$ м/с, после чего брусок скользит до остановки по шероховатой доске, не сваливаясь с неё. Какое количество теплоты Q выделится в этой системе в течение всего процесса?

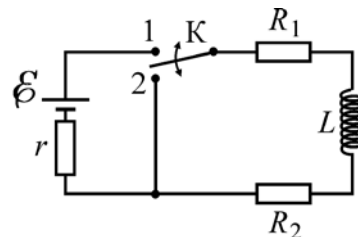


30

В калориметр, содержащий $M = 150$ г воды при температуре $t_1 = 20$ °С, опускают железный шар массой $m = 50$ г, находящийся при температуре $t_2 = 700$ °С. Какая температура t_3 установится в калориметре после достижения теплового равновесия? Считайте, что при контакте раскалённого металла с водой она быстро превращается в пар и образовавшиеся пары воды сразу улетучиваются. Другими потерями теплоты можно пренебречь.

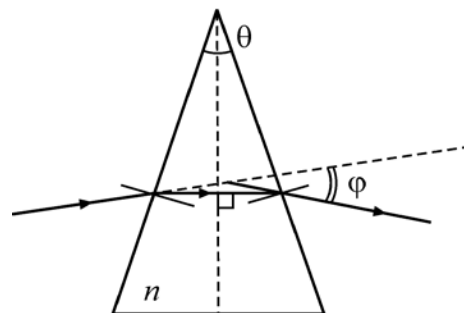
31

В схеме, изображённой на рисунке, ЭДС источника $E = 12$ В, его внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом, сопротивление резистора $R_1 = 10$ Ом, сопротивление катушки индуктивности L равно $R_2 = 1$ Ом. Вначале ключ K замыкают в положение 1, а через длительное время переключают в положение 2. После этого в замкнутой части цепи справа от ключа выделяется количество теплоты $Q = 2$ Дж. Какой поток Φ вектора магнитной индукции существовал в катушке индуктивности перед переключением ключа в положение 2?



32

Луч от лазерной указки проходит через стеклянную призму с показателем преломления $n = 1,7$ и преломляющим углом $\theta = 24^\circ$ так, что внутри призмы он идёт перпендикулярно биссектрисе её преломляющего угла (см. рисунок). На какой угол φ луч отклоняется призмой от своего первоначального направления?



Тренировочная работа по ФИЗИКЕ

11 класс

23 марта 2018 года

Вариант ФИ10404

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, 25–27 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы.

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.

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 28–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. На чистом листе бумаги 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

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	$R_{\oplus} = 6370$ км
радиус Солнца	$R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8$ м
температура поверхности Солнца	$T = 6000$ 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 кг/м ³

Удельная теплоёмкость

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
--

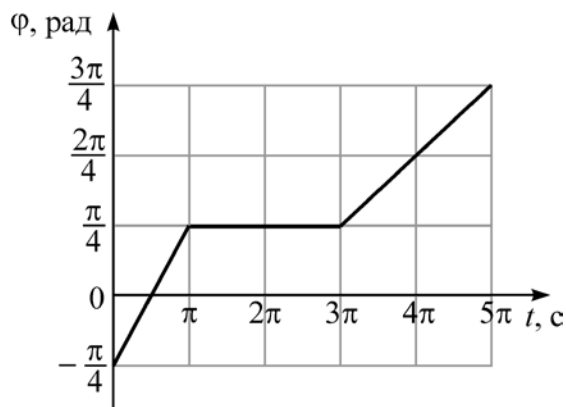
Молярная масса

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

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 1** Точечное тело равномерно движется по окружности радиусом 2 м. На рисунке изображён график зависимости угла φ поворота тела от времени t . Определите модуль линейной скорости этого тела в интервале времени $3\pi < t < 4\pi$.



Ответ: _____ м/с.

- 2** Нерастянутая пружина имеет длину 20 см. Для того чтобы растянуть эту пружину на 2 см, потребовалось приложить к двум её концам равные по модулю силы, направленные противоположно друг другу вдоль оси пружины. Чему станет равна длина этой пружины, если увеличить модуль каждой из приложенных сил в 5 раз, не меняя их направления? Для пружины справедлив закон Гука.

Ответ: _____ см.

- 3** Модуль импульса небольшого тела массой 2,5 кг, движущегося по гладкой горизонтальной поверхности, равен 20 кг·м/с. Через некоторый промежуток времени модуль импульса тела увеличился на 10 кг·м/с. На какую величину изменилась кинетическая энергия этого тела за указанный промежуток времени?

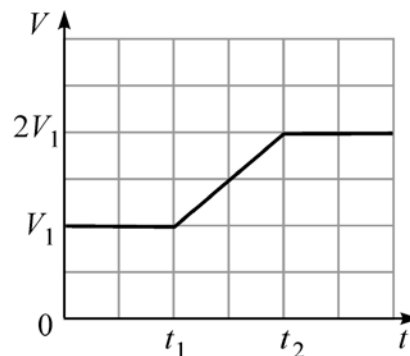
Ответ: _____ Дж.

- 4** Тело массой 600 г плавает в очень глубоком сосуде на поверхности жидкости, погрузившись в неё на $3/4$ своего объёма. К телу прикладывают направленную вертикально вниз силу, модуль которой равен 3 Н. Чему через достаточно большое время после этого станет равен модуль силы Архимеда, действующей на тело?

Ответ: _____ Н.

5

Спутник вращается по круговой орбите вокруг некоторой планеты. Вследствие медленного изменения радиуса орбиты в интервале времени от t_1 до t_2 модуль скорости V спутника изменяется с течением времени t так, как показано на графике (см. рисунок).



На основании анализа этого графика выберите два верных утверждения, касающихся момента времени t_2 , и укажите их номера.

- 1) Радиус орбиты спутника уменьшился в 4 раза.
- 2) Угловая скорость обращения спутника уменьшилась в 4 раза.
- 3) Модуль центростремительного ускорения спутника не изменился.
- 4) Период обращения спутника увеличился в 2 раза.
- 5) Модуль силы гравитационного притяжения спутника к планете увеличился в 16 раз.

Ответ:

--	--

6

На шероховатой горизонтальной поверхности находится тело массой 3 кг. К нему приложена горизонтально направленная сила, модуль которой равен 8 Н. Коэффициент трения между поверхностью и телом равен 0,2. Модуль приложенной к телу силы увеличивают до 10 Н, не изменяя её направления. Как изменятся в результате этого модуль ускорения тела и модуль действующей на тело силы трения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

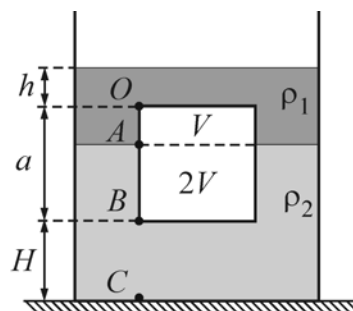
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Модуль ускорения тела	Модуль действующей на тело силы трения

7

Кубик со стороной $a = 30$ см плавает на границе раздела двух несмешивающихся жидкостей, плотности которых равны $\rho_1 = 800$ кг/м³ и $\rho_2 = 1000$ кг/м³. Объём кубика, погружённый в нижнюю жидкость, в 2 раза больше, чем объём, погружённый в верхнюю жидкость. Высота уровня первой жидкости над кубиком равна $h = 10$ см. Нижняя грань кубика удалена от дна сосуда на $H = 20$ см.



Установите соответствие между отношениями гидростатических давлений в разных указанных точках сосуда и численными значениями этих отношений. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ОТНОШЕНИЕ ГИДРОСТАТИЧЕСКИХ ДАВЛЕНИЙ

ЧИСЛЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ ДАВЛЕНИЙ

- А) $\frac{p_B}{p_A}$
 Б) $\frac{p_A}{p_O}$

- 1) 2
 2) 2,25
 3) 4,5
 4) 7

Ответ:

А	Б

8

Температура порции идеального газа увеличилась на 773 К. На сколько возросла средняя энергия хаотического теплового движения одной молекулы, входящей в состав этой порции газа? Ответ выразите в электронвольтах и округлите до десятых долей.

Ответ: _____ эВ.

9

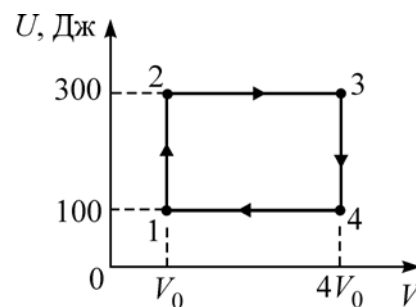
В процессе адиабатного сжатия двух молей идеального одноатомного газа внешние силы совершили работу 623,25 Дж. Определите изменение температуры данной порции газа в результате этого процесса.

Ответ: _____ К.

10 В закрытом сосуде объёмом 10 л при температуре $+17\text{ }^\circ\text{C}$ находится воздух, имеющий влажность 50 %. Давление насыщенных паров воды при этой температуре равно 1875 Па. Какую массу воды надо испарить в сосуде при данной температуре для того, чтобы влажность воздуха стала равна 100 %? Ответ выразите в миллиграммах и округлите до целого числа.

Ответ: _____ мг.

11 Два моля одноатомного идеального газа участвуют в циклическом процессе, график которого изображён на UV -диаграмме (U – внутренняя энергия газа, V –его объём). Выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленного графика.



- 1) В процессе 1–2 газ адиабатно нагревается.
- 2) В процессе 2–3 температура газа не изменяется.
- 3) В процессе 3–4 газ получает некоторое количество теплоты.
- 4) В процессе 4–1 работа газа равна нулю.
- 5) В процессе 1–2 газ получает количество теплоты, равное 200 Дж.

Ответ:

12 Замороженную воду нагревают до температуры, превышающей температуру плавления льда. Как изменятся в результате этого занимаемый водой объём и внутренняя энергия воды?

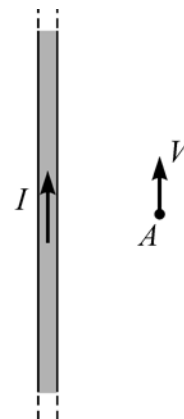
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Занимаемый водой объём	Внутренняя энергия воды

- 13** Отрицательно заряженную пылинку перемещают со скоростью V вдоль прямого провода, по которому течёт ток силой I (см. рисунок). В некоторый момент пылинка находится в точке A . Как в этот момент направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) сила Лоренца, действующая на пылинку?



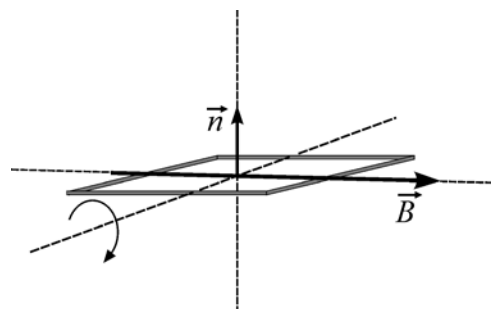
Ответ запишите словом (словами).

Ответ: _____.

- 14** При подключении куска проволоки к полюсам батареи через неё течёт ток силой 0,5 А. Этот кусок проволоки сложили пополам, место сгиба разрезали. Затем разрезали каждый получившийся короткий провод на две равные части, зачистили концы и присоединили все эти части к полюсам батареи параллельно. Найдите силу тока, которая будет течь через батарею в этом случае. Внутреннее сопротивление батареи очень мало.

Ответ: _____ А.

- 15** Проводящая рамка площадью 3 см^2 может вращаться в однородном магнитном поле с индукцией 0,5 Тл. Сначала рамка располагается относительно линий индукции магнитного поля так, как показано на рисунке (вектор \vec{n} задаёт перпендикуляр к плоскости рамки). В момент времени $t = 0$ рамку начинают равномерно вращать с частотой 5 Гц. В какой момент времени магнитный поток, пронизывающий рамку, в третий раз станет наибольшим по модулю?



Ответ: _____ с.

16 Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью 1 мкФ и катушки индуктивности. В контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице приведена зависимость энергии W , запасённой в конденсаторе идеального колебательного контура, от времени t .

t , нс	0	62,5	125	187,5	250	312,5	375	437,5	500
W , мкДж	0	7,32	25,00	42,68	50,00	42,68	25,00	7,32	0,00

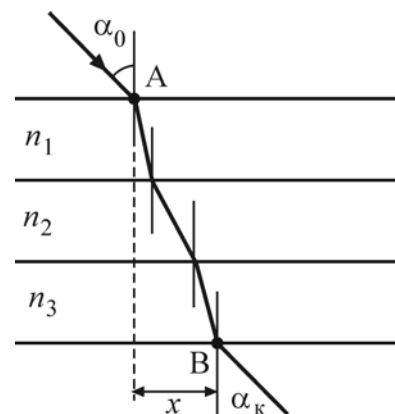
t , нс	562,5	625	687,5	750	812,5	875	937,5	1000	1062,5
W , мкДж	7,32	25,00	42,68	50,00	42,68	25,00	7,32	0,00	7,32

На основании анализа этой таблицы выберите **два** верных утверждения.

- 1) Индуктивность катушки равна примерно 0,6 нГн.
- 2) Максимальное напряжение на конденсаторе равно 10 кВ.
- 3) Период электромагнитных колебаний в контуре равен 1 мкс.
- 4) Максимальное напряжение на конденсаторе равно 10 В.
- 5) Период электромагнитных колебаний в контуре равен 0,5 мкс.

Ответ:

17 Три плоскопараллельные стеклянные пластинки одинаковой толщины, но с различными показателями преломления сложены вплотную друг к другу. Из воздуха на поверхность верхней пластинки в точку А падает луч света под углом α_0 . В точке В луч света выходит обратно в воздух. Точки А и В смещены друг относительно друга вдоль пластинок на расстояние x . Среднюю пластинку заменяют на другую – такой же толщины, но с меньшим показателем преломления.



Как в результате этого изменятся расстояние x и угол преломления света при переходе из второй пластинки в третью?

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 x	Угол преломления света при переходе из второй пластинки в третью

18 Покоившуюся элементарную частицу массой m разогнали до скорости V , близкой к скорости света. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, при помощи которых их можно вычислить. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) Энергия частицы	1) mV
Б) Модуль импульса частицы	2) mc^2
	3) $\frac{mV}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}$
	4) $\frac{mc^2}{\sqrt{1 - V^2/c^2}}$

Ответ:

А	Б

19 В результате ядерной реакции, в которой участвуют ядро ${}_{13}^{27}\text{Al}$ и α -частица, появляются протон и ядро кремния. Каково число протонов и нейтронов в составе ядра образующегося элемента?

Число протонов	Число нейтронов

20 Длина световой волны равна 410 нм. Какой энергией обладает фотон этой волны? Ответ выразите в электронвольтах и округлите до целого числа.

Ответ: _____ эВ.

- 21** Установите соответствие между ядерными реакциями и изменениями зарядовых и массовых чисел участвующего в реакции атомного ядра. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ЯДЕРНАЯ РЕАКЦИЯ

- А) позитронный β -распад
Б) α -распад

ИЗМЕНЕНИЕ ЗАРЯДОВОГО
И МАССОВОГО ЧИСЛА
УЧАСТВУЮЩЕГО В
РЕАКЦИИ АТОМНОГО
ЯДРА

- 1) Зарядовое число уменьшается на 2, массовое число уменьшается на 4.
- 2) Зарядовое число уменьшается на 1, массовое число не изменяется.
- 3) Зарядовое число увеличивается на 1, массовое число не изменяется.
- 4) Зарядовое число не изменяется, массовое число уменьшается на 1.

Ответ:

А	Б

- 22** На шкале амперметра написано, что его приборная погрешность составляет 2,0 % от конечного значения шкалы, которое равно 10 А. Школьник подключил резистор сопротивлением 3 Ом к идеальной батарее с напряжением 9 В и измерил при помощи данного амперметра силу тока, текущего через резистор. Запишите показания амперметра с учётом погрешности измерения силы тока.

Ответ: (_____ \pm _____) А.

23

При выполнении лабораторной работы по физике ученикам требовалось измерить КПД наклонной плоскости при фиксированном известном угле её наклона. Для этого им были предоставлены шероховатая доска и штатив с лапкой. Доску можно было вынимать из лапки штатива и класть на стол. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения этого эксперимента?

- 1) линейка
- 2) брусок с крючком
- 3) динамометр
- 4) шарик с нитью
- 5) секундомер

В ответ запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

--	--

24

Как известно, звёздные скопления содержат тысячи и даже миллионы звёзд. Выберите **два** утверждения, которые правильно описывают звёзды одного скопления.

Под словом «одинаковый» понимается близость соответствующих значений для звёзд данного скопления.

- 1) Все звёзды скопления имеют одинаковую температуру.
- 2) Все звёзды скопления имеют одинаковый параллакс.
- 3) Все звёзды скопления имеют одинаковую массу.
- 4) Все звёзды скопления имеют одинаковую светимость.
- 5) Все звёзды скопления имеют одинаковый возраст.

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

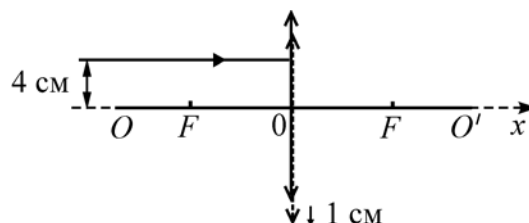
- 25** Упругая лёгкая пружина одним концом прикреплена к лапке штатива. Если к свободному концу пружины подвесить груз массой 100 г, то потенциальная энергия растянутой пружины будет равна 10 мДж. Определите жёсткость этой пружины.

Ответ: _____ Н/м.

- 26** При нормальных условиях электрический «пробой» сухого воздуха наступает при напряжённости электрического поля 30 кВ/см. В результате «пробоя» молекулы газа, входящие в состав воздуха, ионизируются и появляются свободные электроны. Какую кинетическую энергию приобретёт такой электрон, пройдя в электрическом поле расстояние 10^{-5} см? Ответ выразите в электронвольтах и округлите до десятых долей.

Ответ: _____ эВ.

- 27** На тонкую собирающую линзу, центр которой находится в точке O (см. рисунок), имеющую фокусное расстояние 15 см, падает луч света. Луч распространяется вдоль горизонтальной оси Ox , которая вначале совпадает с главной оптической осью линзы, на расстоянии 4 см от неё. Определите, на каком расстоянии от линзы этот луч пересечёт ось Ox , если сдвинуть линзу на 1 см вниз перпендикулярно главной оптической оси.



Ответ: _____ см.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте чистый лист. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем – решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

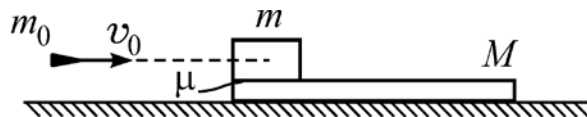
28

Известно, что слуховой аппарат человека чувствителен к изменениям атмосферного давления – если оно быстро меняется, то уши закладывает. От этого ощущения можно избавиться, если определённым образом глотнуть воздух. Объясните, основываясь на физических законах и закономерностях, наблюдаемое явление и оцените, при подъёме на лифте на какой этаж Главного здания (ГЗ) МГУ им. М.В. Ломоносова это закладывание произойдёт, если в среднем уши человека чувствуют изменение давления на 9 мм ртутного столба. Высота каждого этажа в ГЗ 5 м, а атмосферные условия близки к нормальным. Лифт стартует с первого этажа. Считайте, что в пределах высоты ГЗ плотность атмосферного воздуха не меняется.

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

На горизонтальном гладком столе лежит длинная доска массой $M = 5$ кг, а на её левом конце – деревянный брусок массой $m = 0,5$ кг (см. рисунок). В брусок попадает и прилипает к нему пластилиновый снаряд массой $m_0 = 230$ г, летевший горизонтально по направлению вдоль доски со скоростью $V_0 = 200$ м/с, после чего брусок скользит до остановки по шероховатой доске, не сваливаясь с неё. Какая часть начальной кинетической энергии «пули» перейдёт в этой системе в тепло в течение всего процесса? Ответ выразите в процентах.

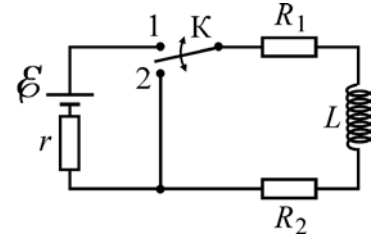


30

В калориметр, содержащий $M = 250$ г воды при температуре $t_1 = 20$ °С, опускают железный шар массой $m = 100$ г, находящийся при температуре $t_2 = 600$ °С. Какая температура t_3 установится в калориметре после достижения теплового равновесия? Считайте, что при контакте раскалённого металла с водой она быстро превращается в пар и образовавшиеся пары воды сразу улетучиваются. Другими потерями теплоты можно пренебречь.

31

В схеме, изображённой на рисунке, ЭДС источника $E = 10$ В, его внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом, сопротивление резистора $R_1 = 16$ Ом, сопротивление катушки индуктивности L равно $R_2 = 3$ Ом. Вначале ключ K замыкают в положение 1, а через длительное время переключают в положение 2. После этого в замкнутой части цепи справа от ключа выделяется количество теплоты $Q = 0,5$ Дж. Какой поток Φ вектора магнитной индукции существовал в катушке индуктивности перед переключением ключа в положение 2?



32

Луч от лазерной указки проходит через стеклянную призму с показателем преломления $n = 1,5$ и преломляющим углом $\theta = 30^\circ$ так, что внутри призмы он идёт перпендикулярно биссектрисе её преломляющего угла (см. рисунок). На какой угол φ луч отклоняется призмой от своего первоначального направления?

