

Тренировочная работа по ФИЗИКЕ

11 класс

5 октября 2015 года

Вариант ФИ10101

Выполнена: ФИО _____ класс _____

Инструкция по выполнению работы

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

Ответы к заданиям 1, 2, 8, 9, 13, 14, 19, 20 и 23 запишите в виде одной цифры, которая соответствует номеру правильного ответа.

В заданиях 3–5, 10, 15, 16, 21, 25–27 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответом к заданиям 6, 7, 11, 12, 17, 18, 22 и 24 является последовательность двух цифр. 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 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	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц

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

Плотность

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

Удельная теплоёмкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	алюминия	$900 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	меди	$380 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
железа	$640 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	чугуна	$500 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
свинца	$130 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$		

Удельная теплота

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

Нормальные условия

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

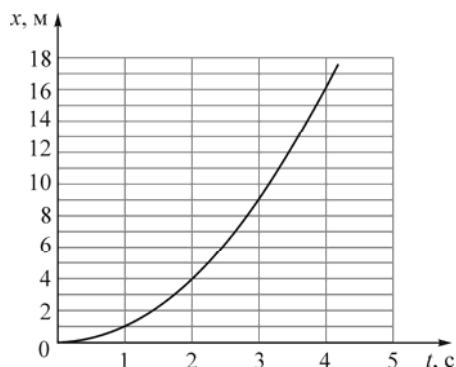
Молярная масса

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

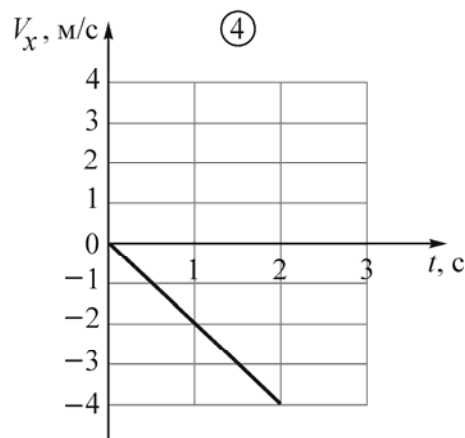
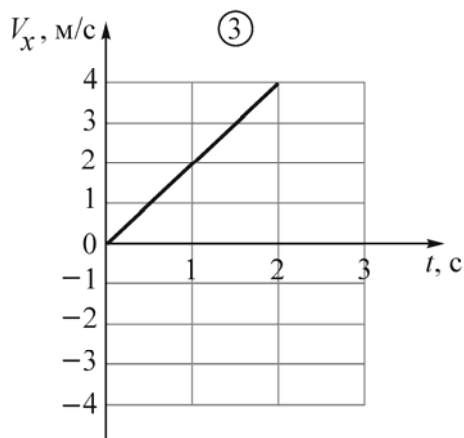
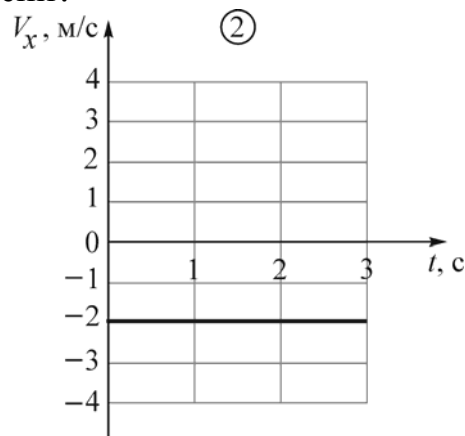
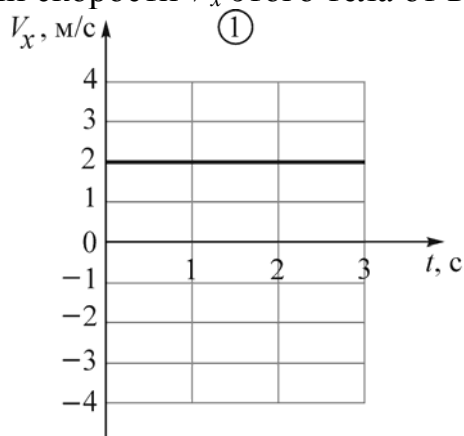
Часть 1

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

1 Небольшое тело начинает равноускоренно двигаться вдоль оси Ox без начальной скорости. На рисунке приведён график зависимости координаты x этого тела от времени t .

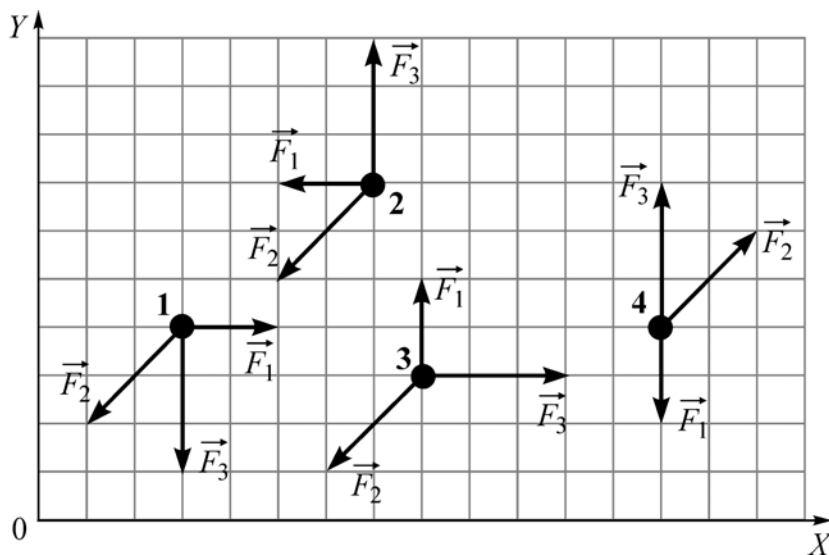


На каком из следующих рисунков правильно изображён график зависимости проекции скорости V_x этого тела от времени?



Ответ:

2 Четыре точечных тела начинают двигаться по гладкой горизонтальной плоскости XOY без начальной скорости (см. рисунок, вид сверху). На каждое из этих тел действуют три разные горизонтально направленные силы: \vec{F}_1 , \vec{F}_2 и \vec{F}_3 . Какое из тел движется только вдоль оси OY ?



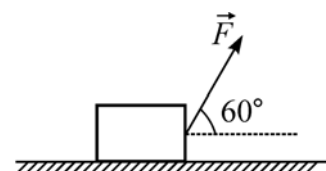
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

Ответ:

3 На горизонтальной поверхности лежит деревянный брусок массой 1 кг. Для того, чтобы сдвинуть этот брусок с места, к нему нужно приложить горизонтально направленную силу 3 Н. Затем на эту же поверхность кладут стальной брусок массой 5 кг. Коэффициент трения для стали о данную поверхность в 2 раза больше, чем для дерева. Какую горизонтально направленную силу нужно приложить к стальному бруску для того, чтобы сдвинуть его с места?

Ответ: _____ Н.

4 Брусок массой 2 кг равномерно перемещают по горизонтальной поверхности со скоростью 0,4 м/с, прикладывая к нему постоянную силу 5 Н, направленную под углом 60° к горизонту. Чему равна мощность силы F ?

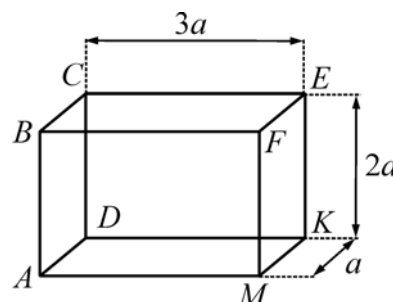


Ответ: _____ Вт.

5 Груз на длинной лёгкой пружине совершает колебания с частотой 0,5 Гц. Пружину разрезали на 4 равные части и прикрепили к одной из частей тот же груз. Чему стал равен период колебаний получившегося пружинного маятника?

Ответ: _____ с.

6 Прямоугольный сплошной параллелепипед $ABCDMFEK$, длины рёбер которого относятся как $3:2:1$, изготовлен из некоторого материала. Если аккуратно опустить параллелепипед в жидкость так, как показано на рисунке 1, то он будет плавать так, что его нижняя грань будет погружена в жидкость на глубину $h < 2a$.



Как изменятся глубина погружения нижней грани параллелепипеда и модуль силы Архимеда, действующей на параллелепипед, если его аккуратно опустить в эту же жидкость, повернув на 90 градусов так, как показано на рисунке 2?

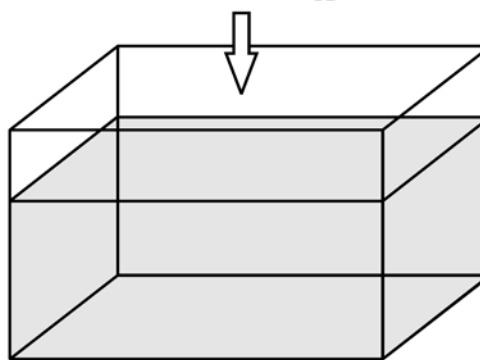
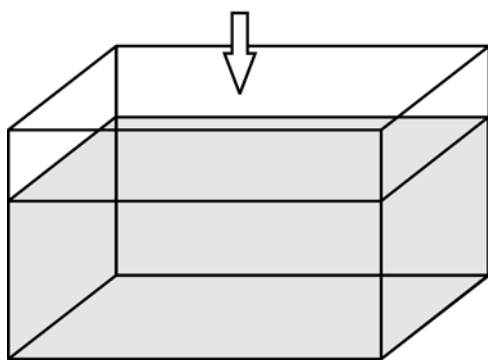
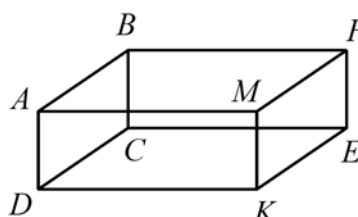
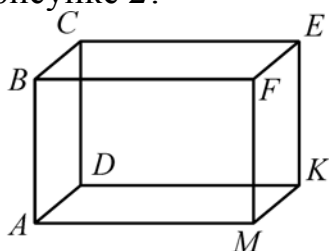


рис. 1

рис. 2

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

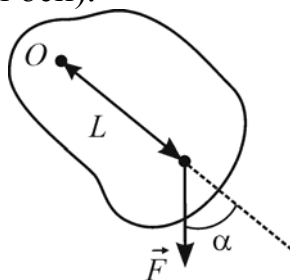
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Глубина погружения нижней грани параллелепипеда	Модуль силы Архимеда, действующей на параллелепипед

7

Твёрдое тело может вращаться вокруг жёсткой оси O . На расстоянии L от оси к телу приложена сила \vec{F} , лежащая в плоскости, перпендикулярной оси (см. рисунок – вид со стороны оси).



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, при помощи которых их можно найти. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) плечо силы \vec{F} относительно оси O	1) $FL \cos \alpha$
Б) момент силы \vec{F} относительно оси O	2) $L \cos \alpha$
	3) $L \sin \alpha$
	4) $FL \sin \alpha$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

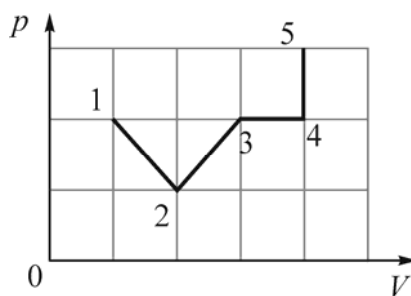
8

В сосуде находится некоторое количество одноатомного идеального газа. В сосуд добавили такое же количество другого одноатомного идеального газа и уменьшили температуру содержимого сосуда в 2 раза. В результате внутренняя энергия содержимого сосуда

- 1) увеличилась, так как она прямо пропорциональна числу молекул газа в сосуде
- 2) уменьшилась, так как она зависит только от температуры газа
- 3) не изменилась, так как она прямо пропорциональна произведению температуры содержимого сосуда и количества вещества в сосуде
- 4) могла как увеличиться, так и уменьшиться, так как она зависит от молярной массы газов, которые не известны

Ответ:

- 9** На графике показана зависимость давления p идеального газа от его объёма V в процессе 1–2–3–4–5.

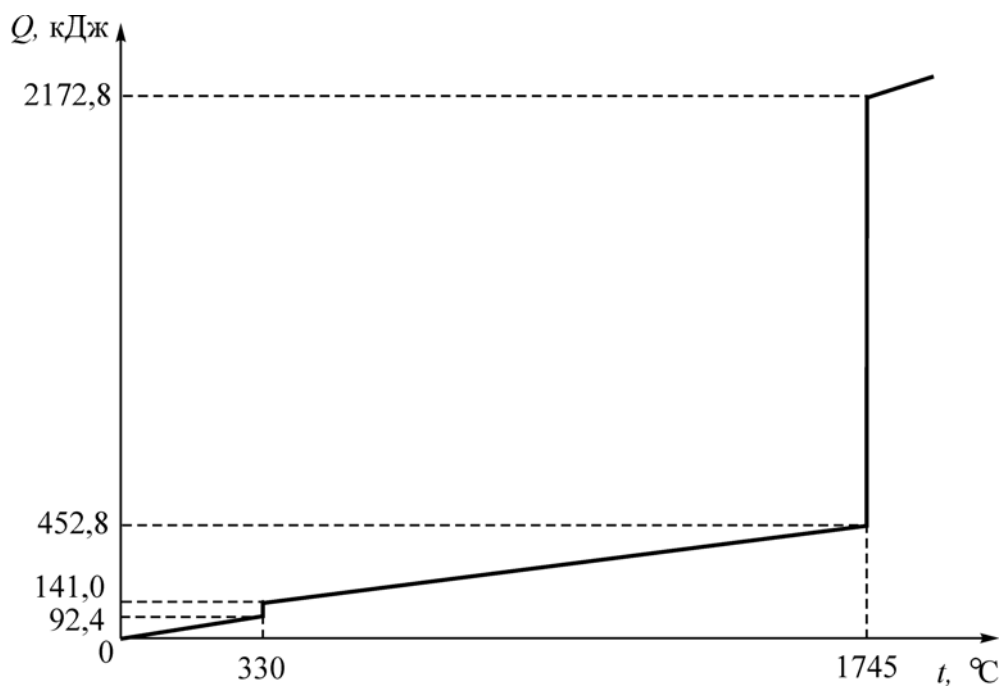


Газ совершает минимальную работу на участке

- 1) 1–2 2) 2–3 3) 3–4 4) 4–5

Ответ:

- 10** На рисунке приведена зависимость количества теплоты Q , сообщаемой телу массой 2 кг, изначально находившемуся в твёрдом состоянии, от температуры t этого тела. Чему равна удельная теплота плавления вещества, из которого состоит это тело?



Ответ: _____ кДж/кг.

11 В результате некоторого процесса, совершаемого с постоянным количеством газа, давление газа в сосуде увеличивается в 3 раза, а плотность газа увеличивается в 2 раза.

Как в результате этого изменяются объём газа и температура газа? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

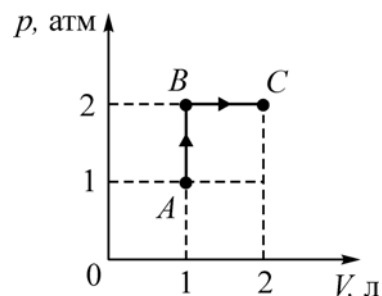
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Объём газа	Температура газа

12 На рисунке показаны процессы перехода одного литра одноатомного идеального газа из состояния *A* в состояние *B*, а затем в состояние *C*.

Установите соответствие между физическими величинами и их значениями, выраженными в СИ. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца.



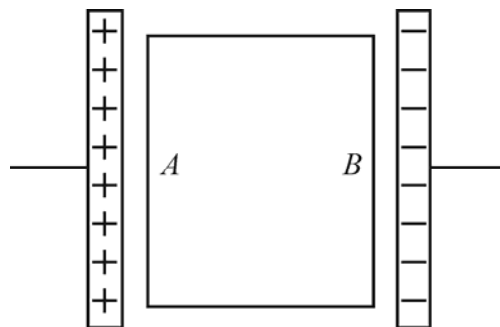
ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ (В СИ)
А) изменение внутренней энергии газа в процессе $A \rightarrow B$	1) 0 2) 150
Б) количество теплоты, сообщённое газу в процессе $B \rightarrow C$	3) 300 4) 500

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

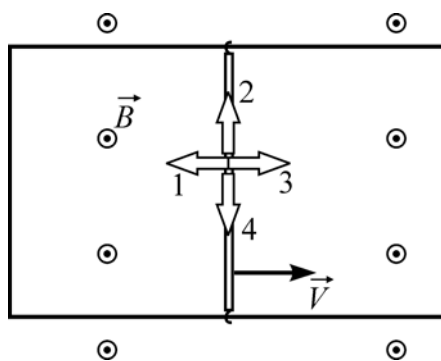
- 13** Между обкладками плоского конденсатора помещают пластину из диэлектрика. Плоские поверхности A и B пластины параллельны обкладкам. Конденсатор заряжают так, как показано на рисунке. Какие электрические заряды преобладают на поверхностях A и B пластины?



- 1) на A – положительные, на B – отрицательные
- 2) на A – отрицательные, на B – положительные
- 3) на A – зарядов нет, на B – отрицательные
- 4) на A – положительные, на B – зарядов нет

Ответ:

- 14** П-образный проводящий контур расположен горизонтально в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией \vec{B} (см. рисунок, вид сверху). Контур замкнут медной перемычкой, которую можно перемещать по проводам без трения. Перемычку начинают перемещать с постоянной скоростью \vec{V} в направлении, указанном на рисунке. Какой цифрой обозначено правильное направление силы Ампера, действующей на перемычку?



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

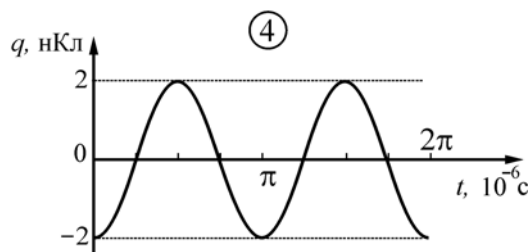
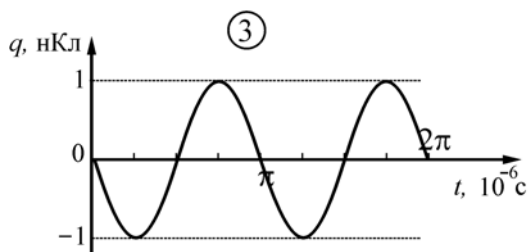
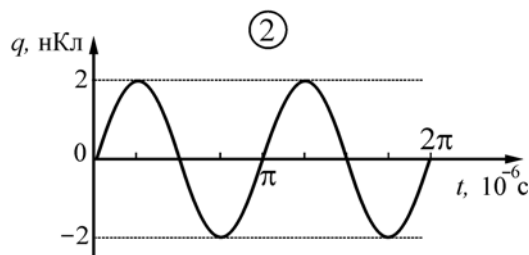
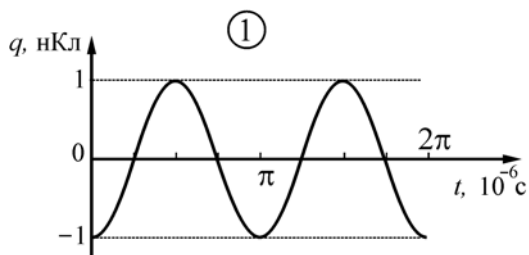
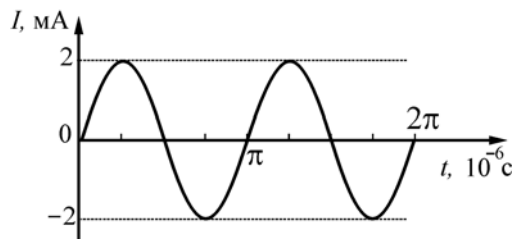
Ответ:

- 15** На цоколе электрической лампы накаливания написано: «220 В, 60 Вт». Две такие лампы соединяют параллельно и подключают к напряжению 127 В. Какая мощность будет выделяться в двух этих лампах при таком способе подключения? При решении задачи считайте, что сопротивление лампы не зависит от приложенного к ней напряжения. Ответ округлите до целого числа.

Ответ: _____ Вт.

16

В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. Зависимость силы тока I в катушке от времени t для данного контура приведена на рисунке. На каком из следующих рисунков правильно изображена зависимость заряда q конденсатора от времени?



Ответ: _____.

17

Проволочное кольцо находится в однородном магнитном поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости кольца. Модуль индукции магнитного поля уменьшают с постоянной скоростью. Затем кольцо заменяют на другое, вдвое большей площади, сохраняя прежнее расположение кольца относительно линий индукции. При этом скорость изменения модуля индукции магнитного поля уменьшают в 4 раза. Как в результате этого изменятся следующие физические величины: А) магнитный поток через контур кольца в момент начала изменения модуля магнитной индукции и Б) ЭДС индукции, возникающая в кольце.

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.

Магнитный поток через контур кольца в момент начала изменения модуля магнитной индукции	ЭДС индукции, возникающая в кольце

18 Заряд плоского воздушного конденсатора равен 25 мкКл. Площадь пластин 1 см^2 , расстояние между ними 2 мм. Установите соответствие между физическими величинами и их значениями в СИ.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ЗНАЧЕНИЕ (В СИ)
А) Напряжённость электростатического поля в конденсаторе	1) $\frac{1}{\epsilon_0} \cdot 1,25 \cdot 10^{-8}$
Б) Разность потенциалов между пластинами конденсатора	2) $\frac{1}{\epsilon_0} \cdot 50 \cdot 10^{-5}$
	3) $\frac{1}{\epsilon_0} \cdot 0,25$
	4) $\epsilon_0 \cdot 5$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

19 А. Эйнштейн при создании специальной теории относительности постулировал, что

- 1) скорость распространения света в вакууме одинакова во всех возможных системах отсчёта
- 2) скорость распространения света в вакууме одинакова во всех инерциальных системах отсчёта
- 3) скорость распространения света одинакова во всех средах и совпадает со скоростью света в вакууме
- 4) скорость распространения света подчиняется обычному (классическому) закону сложения скоростей

Ответ:

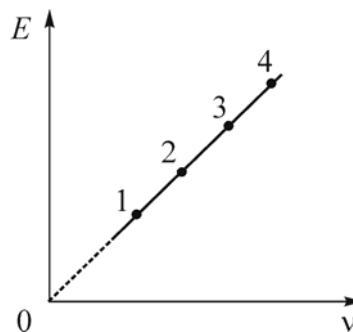
20 Неизвестным продуктом ${}^A_Z X$ ядерной реакции ${}^3_2\text{He} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^A_Z X + {}^1_1\text{H}$ является

- 1) ${}^{12}_6\text{C}$ 2) ${}^{10}_5\text{B}$ 3) ${}^9_4\text{Be}$ 4) ${}^6_3\text{Li}$

Ответ:

21

На рисунке приведён график зависимости энергии E фотонов от их частоты ν . Какая точка на графике соответствует фотону с наибольшей длиной волны?



Ответ: _____.

22

Металлическую пластинку облучают светом с длиной волны λ . Как изменятся максимальная скорость электронов, вылетающих с поверхности этой пластинки, и длина волны, соответствующая «красной границе» фотоэффекта, если уменьшить длину волны падающего излучения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

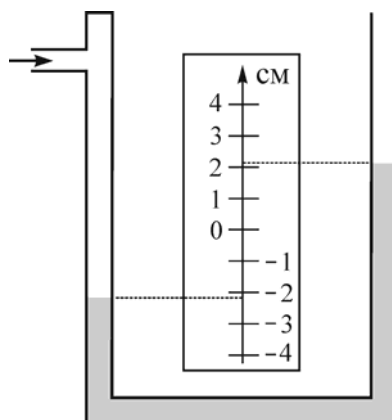
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Максимальная скорость электронов, вылетающих с поверхности пластинки	Длина волны, соответствующая «красной границе» фотоэффекта

23

На рисунке изображён жидкостный U-образный манометр, в который залита вода. В одном из колен манометра создано избыточное давление воздуха. Чему, согласно рисунку, равна величина этого давления, если погрешность измерения считать равной половине цены деления?

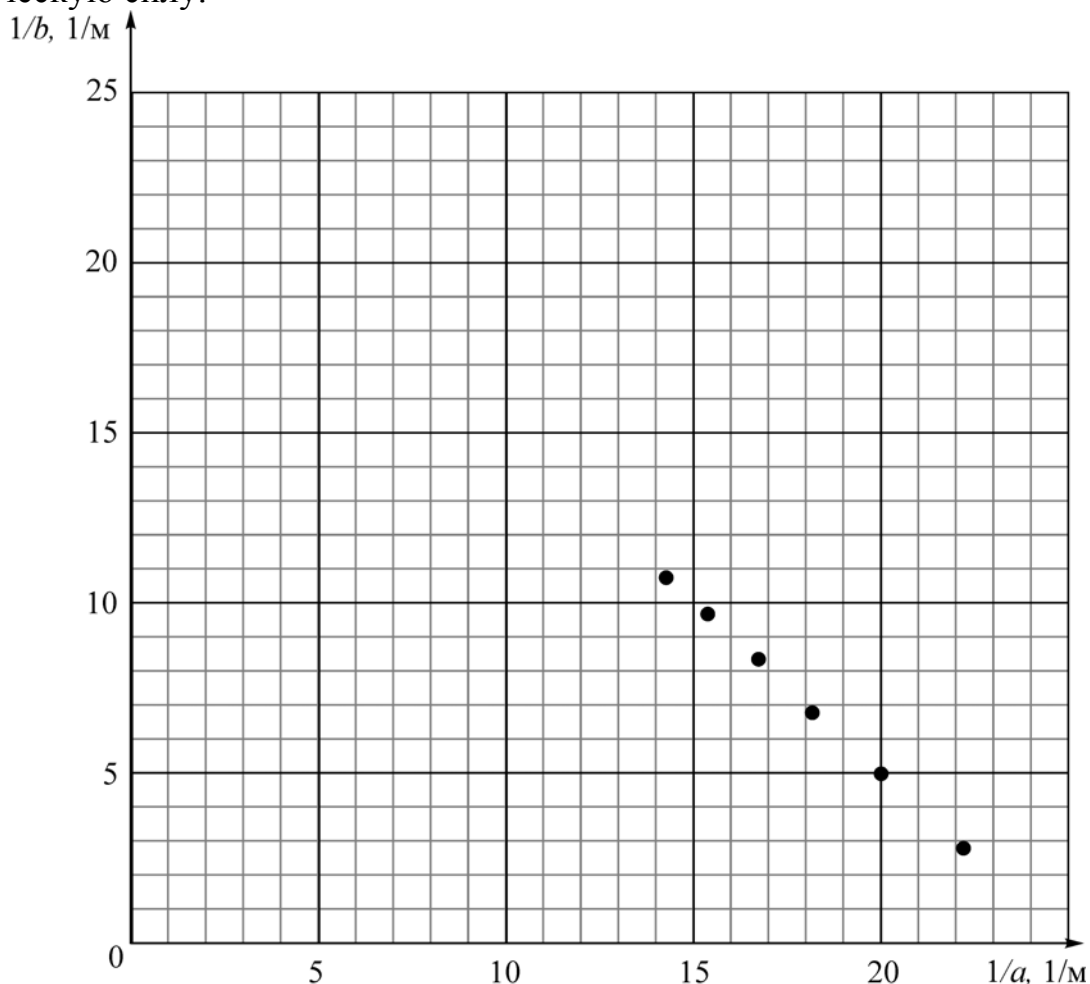


- 1) 400 ± 50 Па
- 2) 400 ± 100 Па
- 3) 200 ± 50 Па
- 4) 200 ± 100 Па

Ответ:

24

В распоряжении ученика были тонкая собирающая линза, лампочка и экран. Ученик устанавливал лампочку на разных расстояниях a от линзы на её главной оптической оси, и затем получал чёткое изображение лампочки, устанавливая экран на соответствующем расстоянии b от линзы. По результатам своих экспериментов он построил зависимость, изображённую на рисунке. Определите по этой зависимости фокусное расстояние линзы и её оптическую силу.



- 1) Фокусное расстояние линзы равно $F = 4$ см.
- 2) Оптическая сила линзы равна $D = 4$ дптр.
- 3) Фокусное расстояние линзы равно $F = 25$ см.
- 4) Оптическая сила линзы равна $D = 25$ дптр.
- 5) Фокусное расстояние линзы равно $F = 20$ см.

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** Геодезическая ракета стартует с земли без начальной скорости и летит вертикально вверх. В каждый момент времени сила тяги, действующая на ракету, в 2 раза превышает действующую на ракету силу тяжести. Через 5 с после старта двигатель ракеты выключается. На какую максимальную высоту над землёй поднимется ракета в процессе своего полёта?

Ответ: _____ м.

- 26** В тепловой машине, работающей по циклу Карно, газ за один цикл получает от нагревателя количество теплоты 600 Дж. Температура нагревателя равна 227 °С, температура холодильника равна 27 °С. Определите работу, совершаемую газом за один цикл.

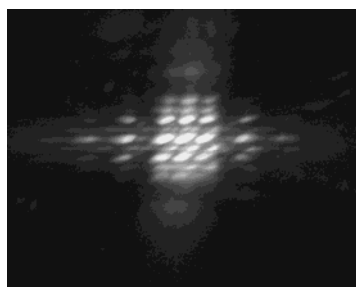
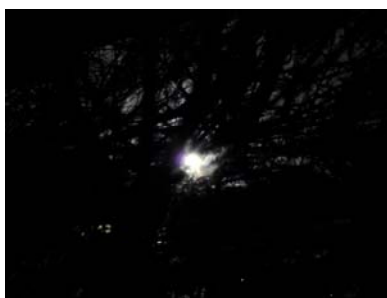
Ответ: _____ Дж.

- 27** К контактам батарейки с некоторым внутренним сопротивлением подсоединён резистор сопротивлением R , при этом через батарейку течёт ток силой I_1 . Параллельно с этим резистором подсоединяют второй такой же резистор, и сила тока, текущего через батарейку, изменяется в 1,5 раза. После этого второй резистор R отсоединяют и подключают его последовательно с первым резистором. В результате через батарейку начинает течь ток силой I_3 . Чему равно отношение I_3/I_1 ?

Ответ: _____.

Для записи ответов на задания этой части (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** Если смотреть ночью на далёкий фонарь через натянутую тонкую ткань – кисею с прямоугольным плетением нитей, то вместо одного светлого пятна мы увидим набор светлых пятнышек, имеющих также прямоугольную структуру (см. фотографии – один фонарь и он же через кисею).



Аналогом какого физического прибора является данная тонкая ткань? Каким физическим явлением объясняется наблюдаемая картина?

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** Скоростной электропоезд «Сапсан» ехал по прямому горизонтальному пути со скоростью $v = 180$ км/час. Пассажир поезда повесил перед собой отвес и стал следить за его поведением. В некоторый момент поезд начал тормозить с постоянным ускорением, чтобы остановиться в Твери. При этом отвес в начале торможения отклонился на максимальный угол $\alpha = 5,7^\circ$, а дальше колебался с медленно уменьшающейся амплитудой вплоть до остановки поезда. На каком расстоянии L от вокзала в Твери «Сапсан» начал торможение?
- 30** Идеальный одноатомный газ массой $m = 72$ г совершал обратимый процесс, в течение которого среднеквадратичная скорость его молекул увеличивалась от $v_1 = 450$ м/с до $v_2 = 900$ м/с по закону $v = a\sqrt{V}$, где a – некоторая постоянная величина, а V – объём газа. Какую работу A совершил газ в этом процессе?
- 31** Для изготовления кипятильника использовали проволоку длиной $l = 1$ м и поперечным сечением $S = 0,05$ мм² с удельным сопротивлением $\rho = 1,2 \cdot 10^{-6}$ Ом·м. Кипятильник включили в сеть с синусоидальным напряжением $U(t) = U_0 \sin \omega t$ и погрузили в сосуд с двумя литрами воды с начальной температурой $t_1 = 20$ °С, которая закипела за время $\tau = 5,5$ мин. Пренебрегая потерями теплоты, найдите амплитуду изменения напряжения U_0 .
- 32** Газ гелий находится при температуре $T = 5$ К и нормальном атмосферном давлении $P = 10^5$ Па. Оцените, во сколько раз при этих условиях отличаются среднее расстояние $\langle l \rangle$ между атомами газа и их длина волны де Бройля λ .

Тренировочная работа по ФИЗИКЕ

11 класс

5 октября 2015 года

Вариант ФИ10102

Выполнена: ФИО _____ класс _____

Инструкция по выполнению работы

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

Ответы к заданиям 1, 2, 8, 9, 13, 14, 19, 20 и 23 запишите в виде одной цифры, которая соответствует номеру правильного ответа.

В заданиях 3–5, 10, 15, 16, 21, 25–27 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответом к заданиям 6, 7, 11, 12, 17, 18, 22 и 24 является последовательность двух цифр. 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 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	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц

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

Плотность

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	640 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: $0 \text{ }^\circ\text{C}$

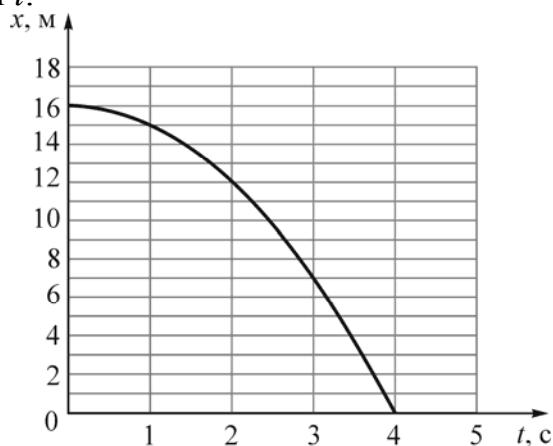
Молярная масса

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	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

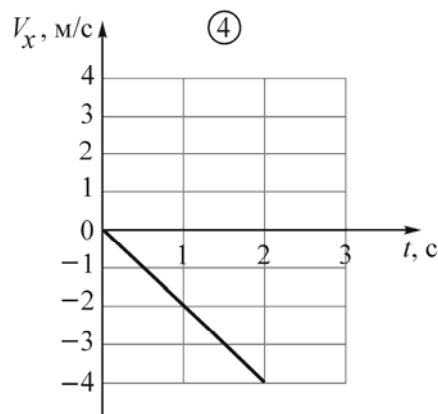
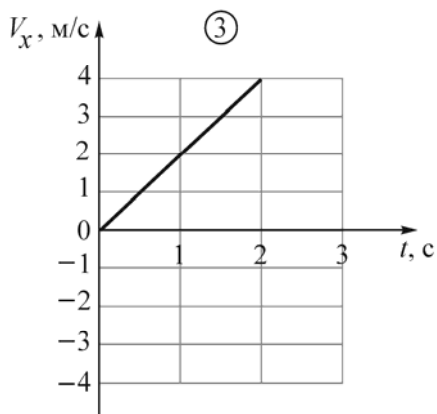
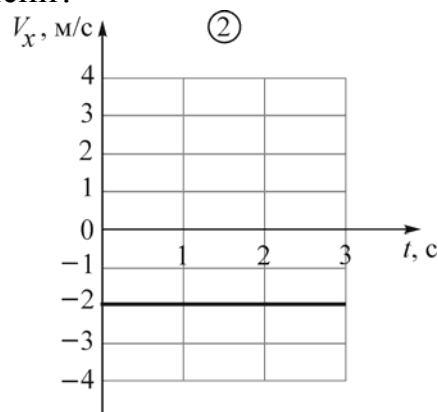
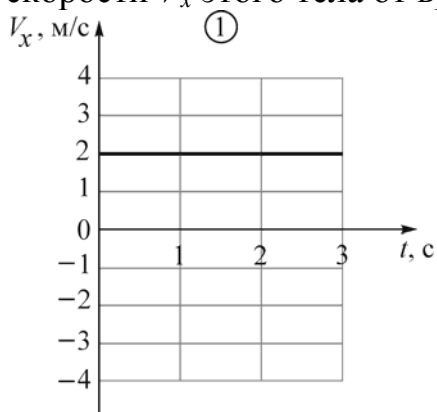
Часть 1

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

1 Небольшое тело начинает равноускоренно двигаться вдоль оси Ox без начальной скорости. На рисунке приведён график зависимости координаты x этого тела от времени t .

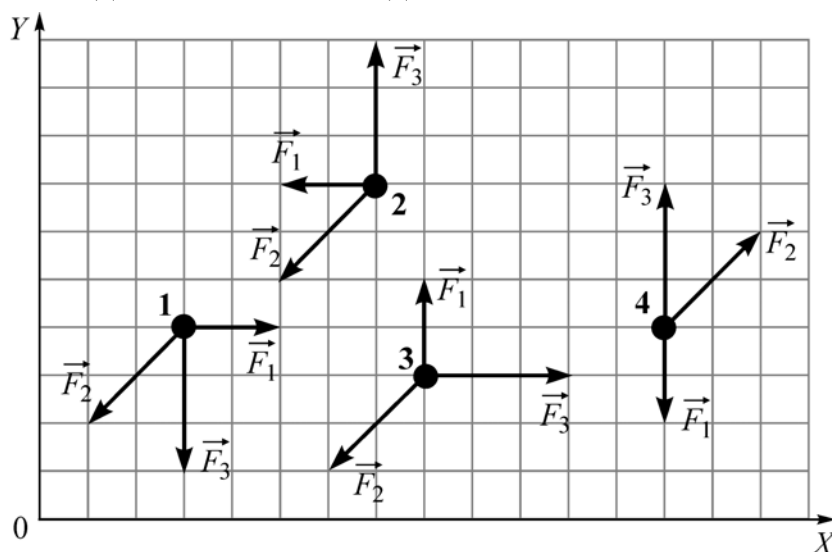


На каком из следующих рисунков правильно изображён график зависимости проекции скорости V_x этого тела от времени?



Ответ:

- 2) Четыре точечных тела начинают двигаться по гладкой горизонтальной плоскости XOY без начальной скорости (см. рисунок, вид сверху). На каждое из этих тел действуют три разные горизонтально направленные силы: \vec{F}_1 , \vec{F}_2 и \vec{F}_3 . Какое из тел движется только вдоль оси OX ?



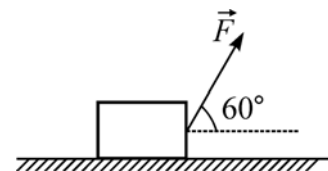
- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

Ответ:

- 3) На горизонтальной поверхности лежит металлический брусок массой 4 кг. Для того, чтобы сдвинуть этот брусок с места, к нему нужно приложить горизонтально направленную силу 20 Н. Затем на эту же поверхность кладут пластиковый брусок массой 2 кг. Коэффициент трения для пластика о данную поверхность в 2 раза меньше, чем для металла. Какую горизонтально направленную силу нужно приложить к пластиковому бруску для того, чтобы сдвинуть его с места?

Ответ: _____ Н.

- 4) Брусок массой 5 кг равномерно перемещают по горизонтальной поверхности со скоростью 1 м/с, прикладывая к нему постоянную силу 4 Н, направленную под углом 60° к горизонту. Чему равна мощность силы F ?



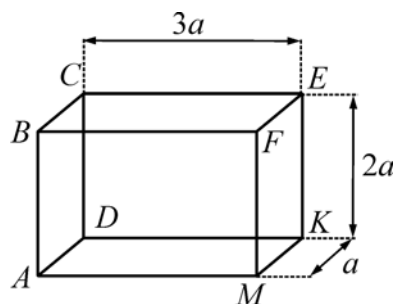
Ответ: _____ Вт.

- 5) Груз на длинной лёгкой пружине совершает колебания с частотой 1 Гц. Пружину разрезали на 9 равных частей и прикрепили к одной из частей тот же груз. Чему стала равна частота колебаний получившегося пружинного маятника?

Ответ: _____ Гц.

6

Прямоугольный сплошной параллелепипед $ABCDMFEK$, длины рёбер которого относятся как $3 : 2 : 1$, изготовлен из некоторого материала. Если аккуратно опустить параллелепипед в жидкость так, как показано на рисунке 1, то он будет плавать так, что его нижняя грань будет погружена на глубину $h < 2a$.



Как изменятся модуль силы Архимеда, действующей на параллелепипед, и глубина погружения нижней грани параллелепипеда, если его аккуратно опустить в эту же жидкость, повернув так, как показано на рисунке 2?

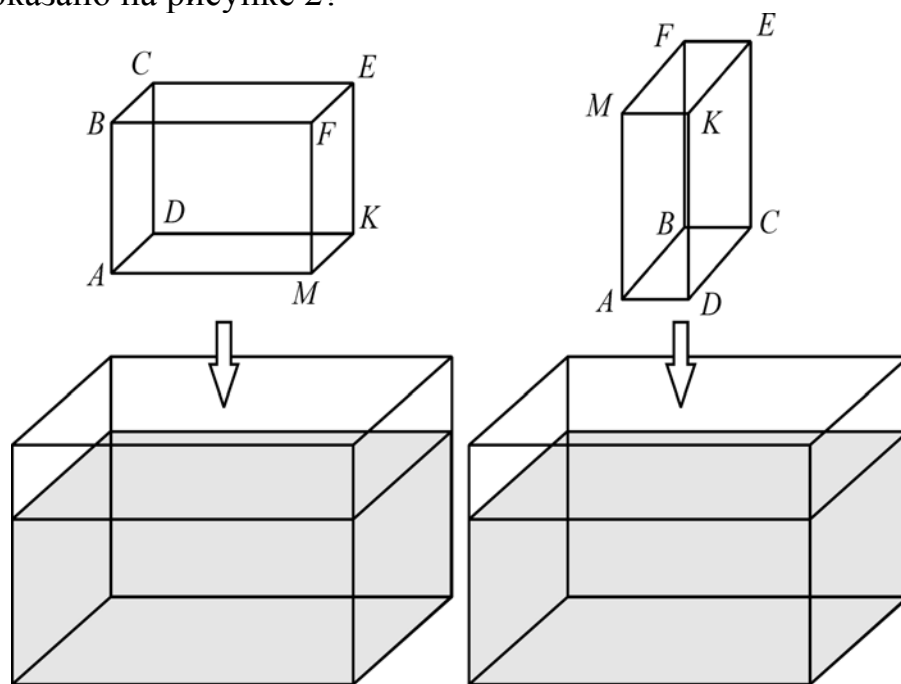


рис. 1

рис. 2

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

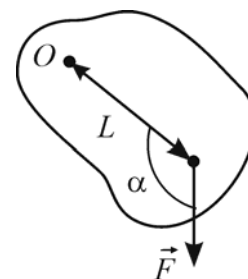
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Модуль силы Архимеда, действующей на параллелепипед	Глубина погружения нижней грани параллелепипеда

7

Твёрдое тело может вращаться вокруг жёсткой оси O . На расстоянии L от оси к телу приложена сила \vec{F} , лежащая в плоскости, перпендикулярной оси (см. рисунок – вид со стороны оси).



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, при помощи которых их можно найти. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ФОРМУЛА

А) плечо силы \vec{F} относительно оси O

1) $FL \cos \alpha$

Б) момент силы \vec{F} относительно оси O

2) $L \cos \alpha$

3) $L \sin \alpha$

4) $FL \sin \alpha$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

8

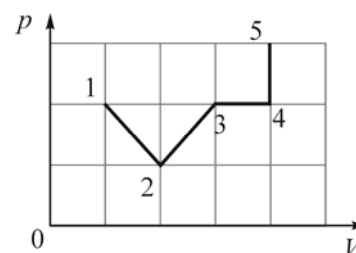
В сосуде находится некоторое количество одноатомного идеального газа. Из сосуда удалили половину газа и увеличили температуру содержимого сосуда в 2 раза. В результате внутренняя энергия содержимого сосуда

- 1) увеличилась, так как она прямо пропорциональна числу молекул газа в сосуде
- 2) уменьшилась, так как она зависит только от температуры газа
- 3) не изменилась, так как она прямо пропорциональна произведению температуры содержимого сосуда и количества вещества в сосуде
- 4) могла как увеличиться, так и уменьшиться, так как она зависит от молярной массы газов, которые не известны

Ответ:

9

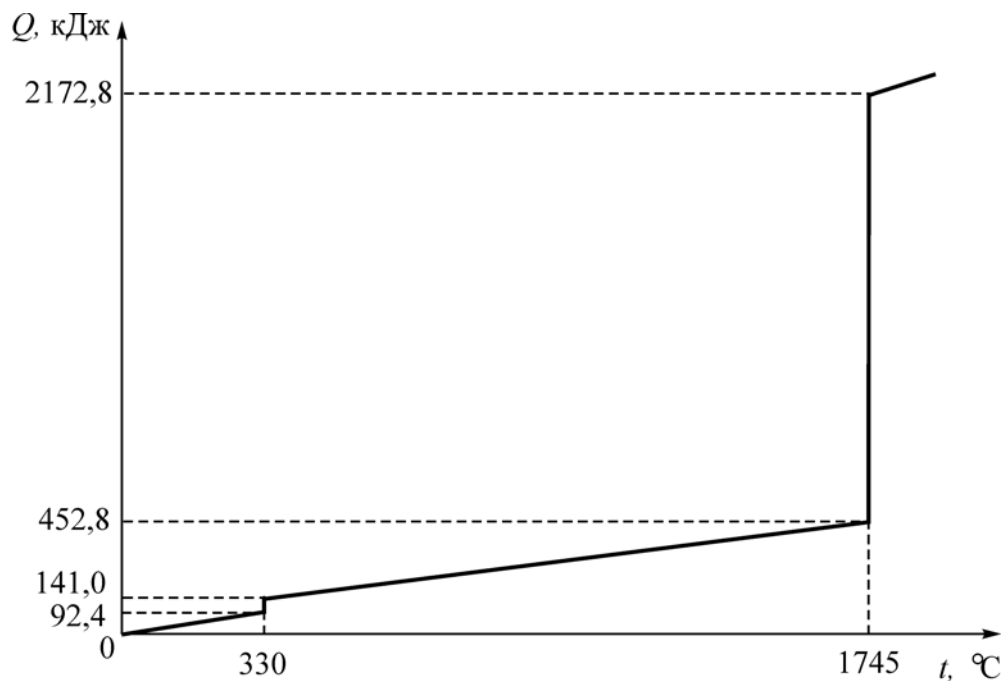
На графике показана зависимость давления p идеального газа от его объёма V в процессе 1–2–3–4–5. Газ совершает максимальную работу на участке



- 1) 1–2 2) 2–3 3) 3–4 4) 4–5

Ответ:

- 10** На рисунке приведена зависимость количества теплоты Q , сообщаемой телу массой 2 кг, изначально находившемуся в твёрдом состоянии, от температуры t этого тела. Чему равна удельная теплота парообразования вещества, из которого состоит это тело?



Ответ: _____ кДж/кг.

- 11** В результате некоторого процесса, совершаемого с постоянным количеством газа, давление газа в сосуде уменьшается в 4 раза, а плотность газа уменьшается в 3 раза. Как в результате этого изменяются объём газа и температура газа? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

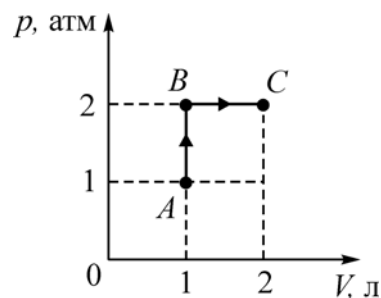
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Объём газа	Температура газа

12

На рисунке показаны процессы перехода одного литра одноатомного идеального газа из состояния A в состояние B , а затем в состояние C .



Установите соответствие между физическими величинами и их значениями, выраженными в СИ. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ (В СИ)
А) изменение внутренней энергии газа в процессе $B \rightarrow C$	1) 0 2) 150
Б) количество теплоты, сообщённое газу в процессе $A \rightarrow B$	3) 300 4) 500

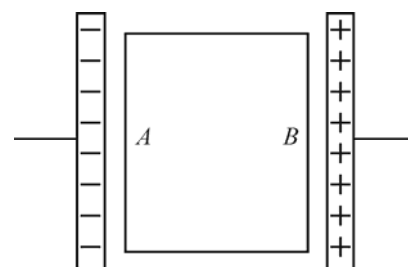
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

13

Между обкладками плоского конденсатора помещают пластину из диэлектрика. Плоские поверхности A и B пластины параллельны обкладкам. Конденсатор заряжают так, как показано на рисунке. Какие электрические заряды преобладают на поверхностях A и B пластины?

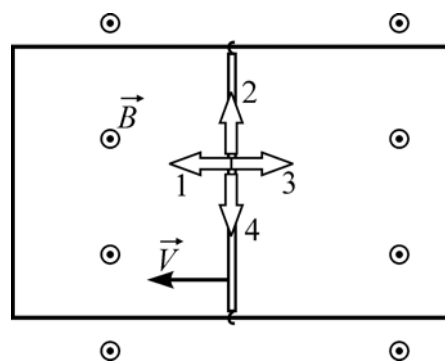


- 1) на A – положительные, на B – отрицательные
- 2) на A – отрицательные, на B – положительные
- 3) на A – зарядов нет, на B – отрицательные
- 4) на A – положительные, на B – зарядов нет

Ответ:

14

П-образный проводящий контур расположен горизонтально в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией \vec{B} (см. рисунок, вид сверху). Контур замкнут медной перемычкой, которую можно перемещать по проводам без трения. Перемычку начинают перемещать с постоянной скоростью \vec{V} в направлении, указанном на рисунке. Какой цифрой обозначено правильное направление силы Ампера, действующей на перемычку?



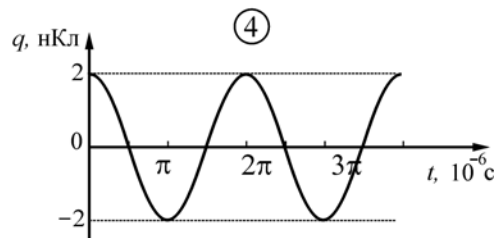
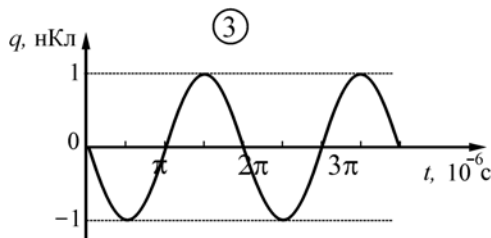
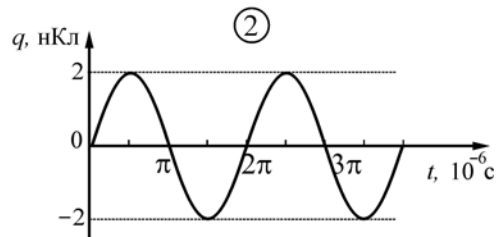
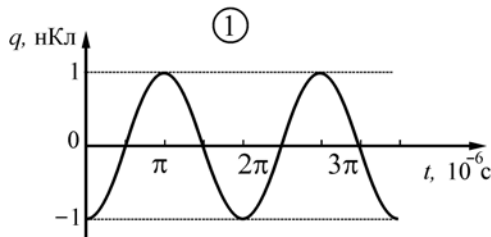
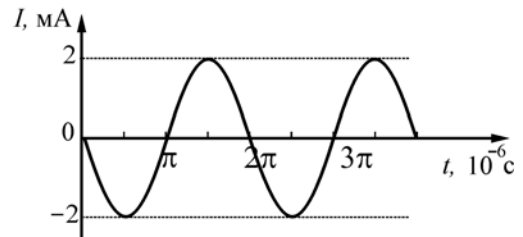
- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

Ответ:

15 На цоколе электрической лампы накаливания написано: «220 В, 100 Вт». Три такие лампы соединяют параллельно и подключают к напряжению 127 В. Какая мощность будет выделяться в трёх этих лампах при таком способе подключения? При решении задачи считайте, что сопротивление лампы не зависит от приложенного к ней напряжения. Ответ округлите до целого числа.

Ответ: _____ Вт.

16 В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. Зависимость силы тока I в катушке от времени t для данного контура приведена на рисунке. На каком из следующих рисунков правильно изображена зависимость заряда q конденсатора от времени?



Ответ: _____.

- 17 Проволочное кольцо находится в однородном магнитном поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости кольца. Модуль индукции магнитного поля увеличивают с постоянной скоростью. Затем кольцо заменяют на другое, вдвое меньшей площади, сохраняя прежнее расположение кольца относительно линий индукции. При этом скорость изменения модуля индукции магнитного поля увеличивают в 4 раза. Как в результате этого изменятся следующие физические величины: А) магнитный поток через контур кольца в момент начала изменения модуля магнитной индукции и Б) ЭДС индукции, возникающая в кольце.

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.

Магнитный поток через контур кольца в момент начала изменения модуля магнитной индукции	ЭДС индукции, возникающая в кольце

- 18 Заряд плоского воздушного конденсатора равен 25 мкКл. Площадь пластин 1 см^2 , расстояние между ними 2 мм. Установите соответствие между физическими величинами и их значениями в СИ.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ЗНАЧЕНИЕ (В СИ)
А) Энергия электрического поля конденсатора	1) $\frac{1}{\epsilon_0} \cdot 625 \cdot 10^{-11}$
Б) Ёмкость конденсатора	2) $\frac{1}{\epsilon_0} \cdot 50 \cdot 10^{-5}$
	3) $\frac{1}{\epsilon_0} \cdot 0,25$
	4) $\epsilon_0 \cdot 0,05$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

19 Автомобиль стоит на дороге с включёнными передними фарами. При этом модуль скорости распространения света относительно дороги равен V . Согласно постулату, сформулированному А. Эйнштейном, если автомобиль поедет по дороге с постоянной скоростью, то модуль скорости распространения света относительно дороги

- 1) будет больше V
- 2) будет меньше V
- 3) будет равен V
- 4) может быть как больше, так и меньше V – в зависимости от модуля и направления скорости автомобиля

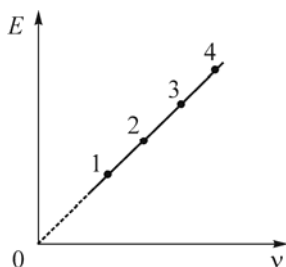
Ответ:

20 Неизвестным продуктом ${}^A_Z X$ ядерной реакции ${}^{246}_{99}\text{Es} + 6{}_0^1\text{n} \rightarrow {}^{238}_{92}\text{U} + {}^A_Z X$ является

- 1) ${}^{14}_7\text{N}$
- 2) ${}^{18}_9\text{F}$
- 3) ${}^{28}_{14}\text{Si}$
- 4) ${}^{261}_{104}\text{Rf}$

Ответ:

21 На рисунке приведён график зависимости энергии E фотонов от их частоты ν . Какая точка на графике соответствует фотону с наименьшей длиной волны?



Ответ: _____.

22 Металлическую пластинку облучают светом с длиной волны λ . Как изменятся запирающее напряжение и энергия падающего излучения, если увеличить длину волны падающего излучения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

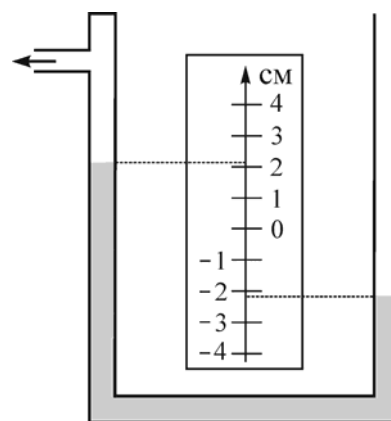
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

Запирающее напряжение	Энергия падающего излучения

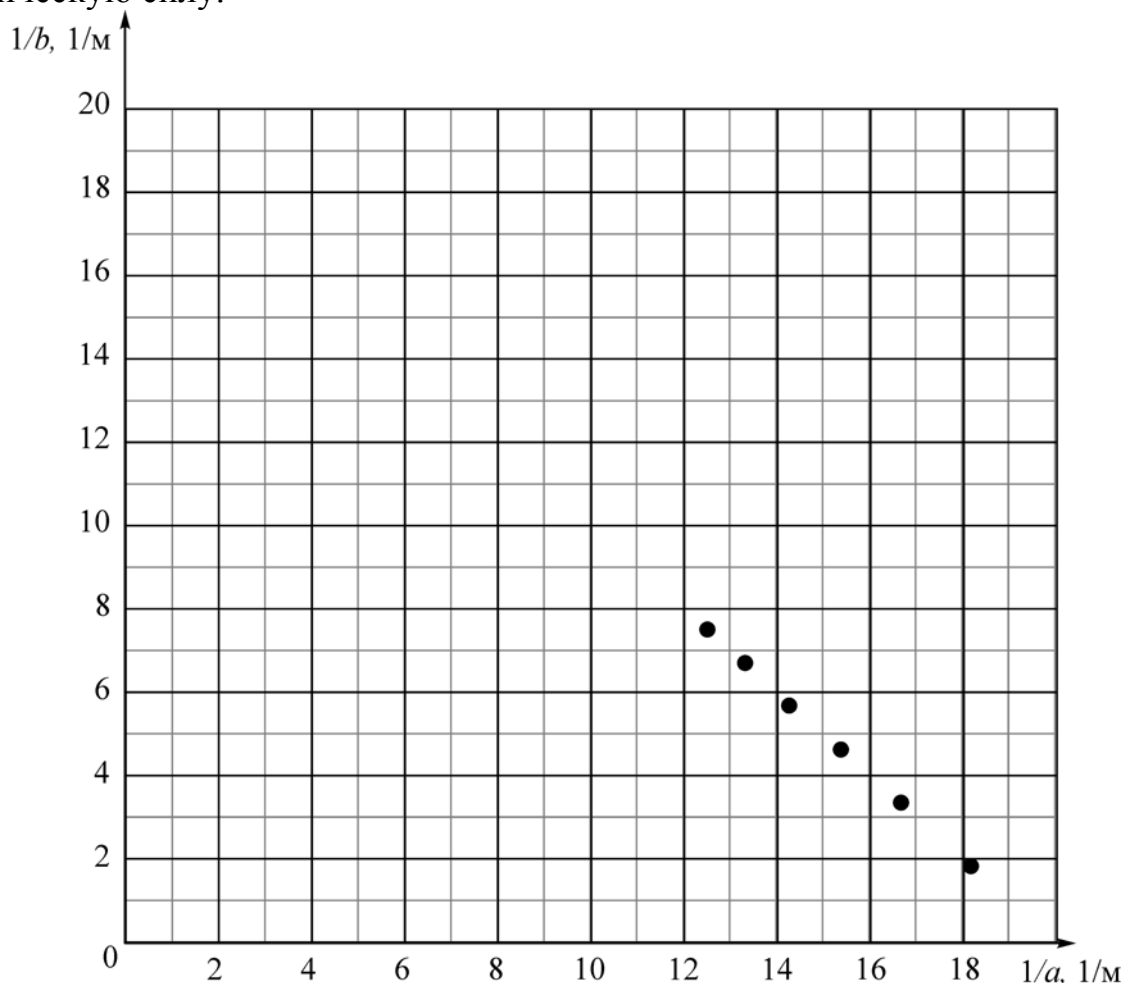
23 На рисунке изображён жидкостный U-образный манометр, в который залита вода. В одном из колен манометра создано разрежение воздуха. Чему, согласно рисунку, равна величина этого разрежения, если погрешность измерения считать равной половине цены деления?



- 1) 400 ± 50 Па 2) 400 ± 100 Па 3) 200 ± 50 Па 4) 200 ± 100 Па

Ответ:

24 В распоряжении ученика были тонкая собирающая линза, лампочка и экран. Ученик устанавливал лампочку на разных расстояниях a от линзы на её главной оптической оси, и затем получал чёткое изображение лампочки, устанавливая экран на соответствующем расстоянии b от линзы. По результатам своих экспериментов он построил зависимость, изображённую на рисунке. Определите по этой зависимости фокусное расстояние линзы и её оптическую силу.



- 1) Фокусное расстояние линзы равно $F = 10$ см.
- 2) Оптическая сила линзы равна $D = 20$ дптр.
- 3) Фокусное расстояние линзы равно $F = 4$ см.
- 4) Оптическая сила линзы равна $D = 2$ дптр.
- 5) Фокусное расстояние линзы равно $F = 5$ см.

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

Геодезическая ракета стартует с земли без начальной скорости и летит вертикально вверх. В каждый момент времени сила тяги, действующая на ракету, в 3 раза превышает действующую на ракету силу тяжести. Через 3 с после старта двигатель ракеты выключается. На какую максимальную высоту над землёй поднимется ракета в процессе своего полёта?

Ответ: _____ м.

26

В тепловой машине, работающей по циклу Карно, газ совершает за один цикл работу 225 Дж. Температура нагревателя равна 327°C , температура холодильника равна 27°C . Определите количество теплоты, получаемое газом за один цикл.

Ответ: _____ Дж.

27

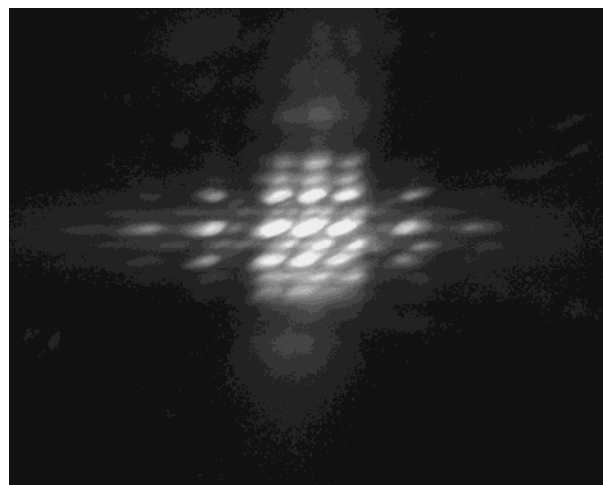
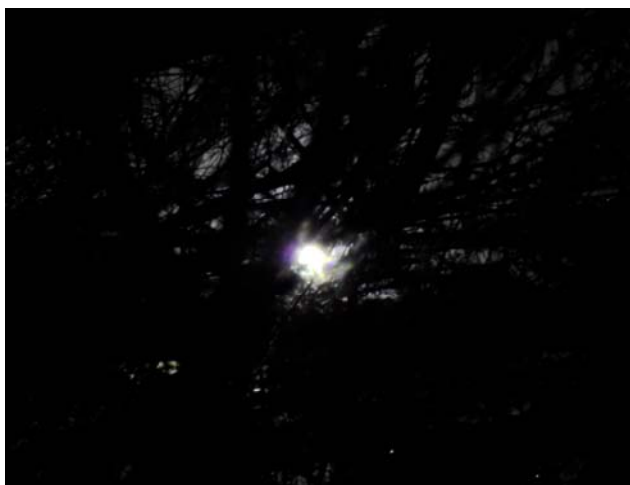
К контактам батарейки с некоторым внутренним сопротивлением подсоединён резистор сопротивлением R , при этом через батарейку течёт ток силой I_1 . Последовательно с этим резистором подсоединяют второй такой же резистор, и сила тока, текущего через батарейку, изменяется в 1,5 раза. После этого второй резистор R отсоединяют и подключают его параллельно с первым резистором. В результате через батарейку начинает течь ток силой I_3 . Чему равно отношение I_1/I_3 ?

Ответ: _____.

Для записи ответов на задания этой части (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

Школьник решил провести наблюдение за далёким источником света. Для этого он ночью установил на штативе фотоаппарат, навёл его на далёкий фонарь, сфотографировал его, а потом поставил перед объективом фотоаппарата полупрозрачное препятствие и сделал ещё один снимок (см. фотографии – один фонарь и его же изображение после фотографирования через препятствие).



Какое препятствие могло быть установлено школьником? Объясните, основываясь на известных Вам законах и явлениях физики, полученную во втором случае картину.

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

Скоростной электропоезд «Невский экспресс» ехал из Санкт-Петербурга в Москву по прямому горизонтальному пути со скоростью $v = 180$ км/час. Пассажир поезда повесил перед собой отвес и стал следить за его поведением. В некоторый момент поезд начал тормозить с постоянным ускорением, чтобы остановиться в Бологом. В начале торможения отвес отклонился на некоторый максимальный угол α , а дальше колебался с медленно уменьшающейся амплитудой вплоть до остановки поезда. Каков был угол α , если расстояние до остановочного пункта в момент начала торможения составляло 2,5 км?

30 Идеальный одноатомный газ массой $m = 72$ г совершал обратимый процесс, в течение которого среднеквадратичная скорость его молекул уменьшалась от $v_1 = 900$ м/с до $v_2 = 450$ м/с по закону $v = a\sqrt{V}$, где a – некоторая постоянная величина, а V – объём газа. Какую работу A совершил газ в этом процессе?

31 Для изготовления кипятильника использовали проволоку длиной $l = 1$ м и поперечным сечением $S = 0,05$ мм² с удельным сопротивлением $\rho = 1,2 \cdot 10^{-6}$ Ом·м. Кипятильник включили в сеть с синусоидальным напряжением, неизменное эффективное (действующее) значение которого равно $U = 220$ В. Через какое время τ он вскипятит 1 литр воды с начальной температурой $t_1 = 20$ °С в отсутствие потерь теплоты?

32 Газ неон находится при температуре $T = 30$ К и нормальном атмосферном давлении $P = 10^5$ Па. Оцените, во сколько раз при этих условиях отличаются среднее расстояние $\langle l \rangle$ между атомами газа и их длина волны де Бройля λ .