

Тренировочная работа №1 по ФИЗИКЕ

11 класс

19 октября 2021 года

Вариант ФИ2110101

Выполнена: ФИО _____ класс _____

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения тренировочной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 30 заданий.

В заданиях 3–5, 9–11, 14–16 и 20 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 1, 2, 6–8, 12, 13, 17–19, 21, 23 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы без пробелов, запятых и других дополнительных символов.

Ответом к заданию 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответ к заданиям 24–30 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.

Все записи выполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки.

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	сантиметры	см	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	мм	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мкм	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	нм	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	пм	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		подсолнечного масла	900 кг/м^3
воды	1000 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	ртути	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

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 1–23 Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) В инерциальной системе отсчёта для поддержания равномерного прямолинейного движения тела необходимо прикладывать к нему постоянную силу.
- 2) В процессе плавления кристаллического образца его температура постепенно повышается.
- 3) В замкнутой электрической цепи электрический ток течёт от точек, имеющих больший потенциал, к точкам, имеющим меньший потенциал.
- 4) Двояковыпуклая стеклянная линза может быть как собирающей, так и рассеивающей – в зависимости от показателя преломления прозрачной среды, в которую эта линза погружена.
- 5) Период полураспада радиоактивных веществ уменьшается при понижении внешнего давления.

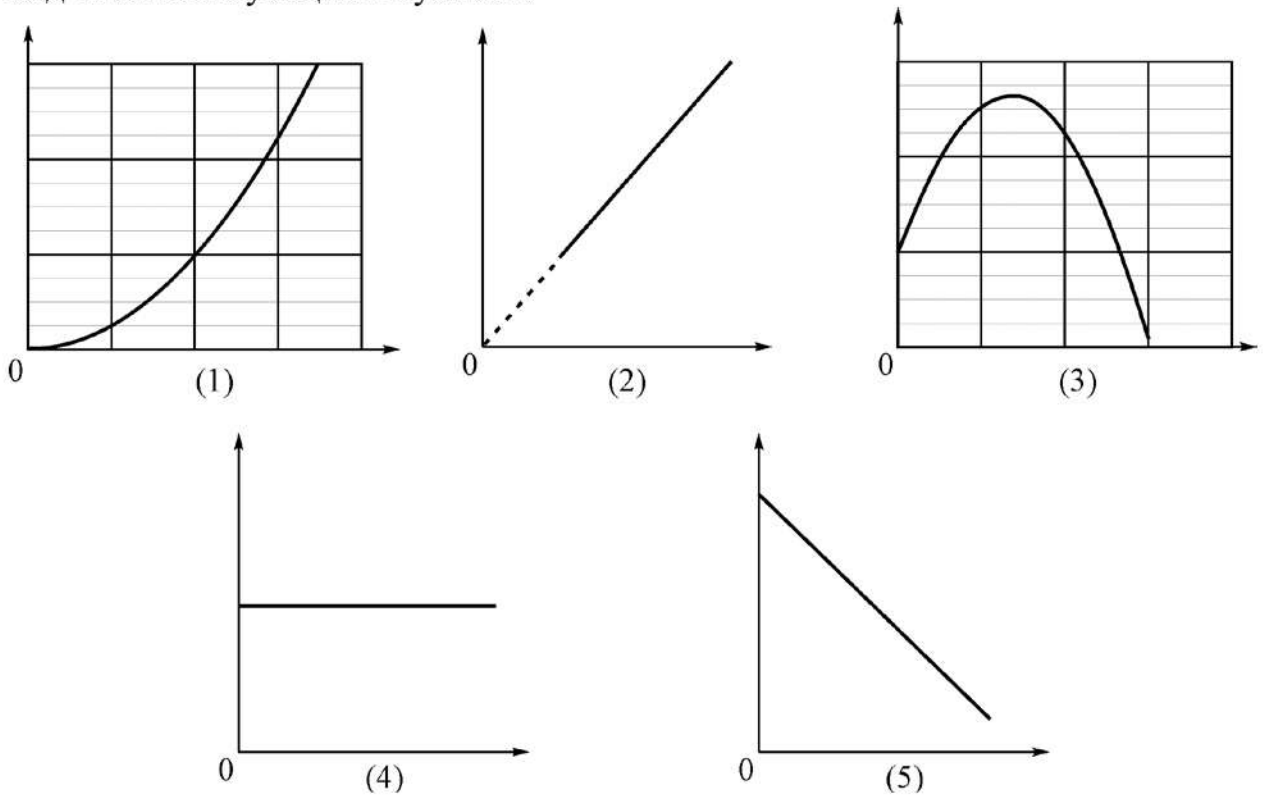
Ответ: _____.

2

Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость энергии упругой деформации пружины от её удлинения;
- Б) зависимость объёма идеального газа от его абсолютной температуры при постоянном давлении;
- В) зависимость модуля ускорения от времени для электрически заряженной частицы, движущейся в однородном электростатическом поле.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



Ответ:

А	Б	В

3

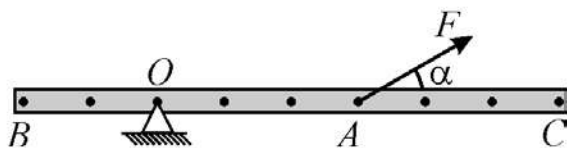
Радиус некоторой планеты равен 5000 км. На каком расстоянии от поверхности этой планеты ускорение свободного падения в четыре раза отличается от ускорения свободного падения на поверхности планеты?

Ответ: _____ км.

- 4 Покоившееся тело массой 4 кг начало двигаться вдоль прямой под действием силы, которая в течение 5 секунд развивала среднюю мощность 10 Вт. Какую скорость в результате приобрело это тело, если другие силы работы не совершали?

Ответ: _____ м/с.

- 5 Тяжёлая однородная рейка может вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через точку O (см. рис.).



В рейке проделаны небольшие отверстия (они показаны на рисунке чёрными точками). Расстояние между соседними отверстиями 8 см. С помощью силы $F = 10$ Н, приложенной в точке A и направленной под углом $\alpha = 30^\circ$ к рейке, она удерживается в равновесии. Чему равен модуль момента силы F относительно горизонтальной оси, проходящей через точку B ?

Ответ: _____ Н·м.

- 6 Тело, изготовленное из сосны, плавает в воде, погрузившись в неё на 20 % от своего полного объёма. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Плотность воды больше средней плотности тела.
- 2) Внутри тела есть полости, заполненные материалом, средняя плотность которого больше плотности сосны.
- 3) Внутри тела есть полости, заполненные материалом, средняя плотность которого меньше плотности сосны (либо пустые).
- 4) Внутри тела нет полостей.
- 5) Средняя плотность тела равна 200 кг/м^3 .

Ответ: _____.

7

Звуковая волна переходит из одной однородной среды в другую однородную среду. При этом скорость волны уменьшается. Определите, как при этом изменяются частота и длина звуковой волны.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Частота звуковой волны	Длина звуковой волны

8

Маленький шарик массой 200 г, подвешенный на пружине, совершает гармонические колебания, двигаясь вдоль оси OX . В процессе колебаний проекция V_x скорости шарика на эту ось изменяется с течением времени t по закону $V_x = 0,3 \sin(3t + 0,2\pi)$.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их изменения во времени (во всех формулах все величины выражены в СИ).

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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) проекция $F_x(t)$ силы упругости пружины	1) $0,06 \sin(3t + 0,2\pi)$
Б) потенциальная энергия пружины	2) $0,009 \sin^2(3t + 0,2\pi)$
	3) $0,009 \cos^2(3t + 0,2\pi)$
	4) $0,18 \cos(3t + 0,2\pi)$

Ответ:

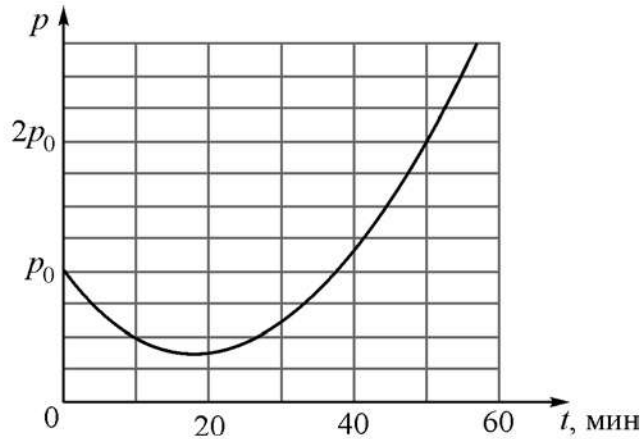
А	Б

9

В сосудах 1 и 2 находится один и тот же идеальный газ. Концентрации молекул газов в сосудах одинаковые, а среднеквадратичная скорость движения молекул газа в сосуде 1 в три раза меньше, чем в сосуде 2. Чему равно отношение давлений p_2/p_1 газов в сосудах 2 и 1?

Ответ: _____.

- 10** В закрытом сосуде находится влажный воздух. Парциальное давление водяных паров в воздухе равно p_0 . В момент времени $t = 0$ объём сосуда начинают изменять. На рисунке показана зависимость парциального давления p водяных паров в сосуде от времени t .



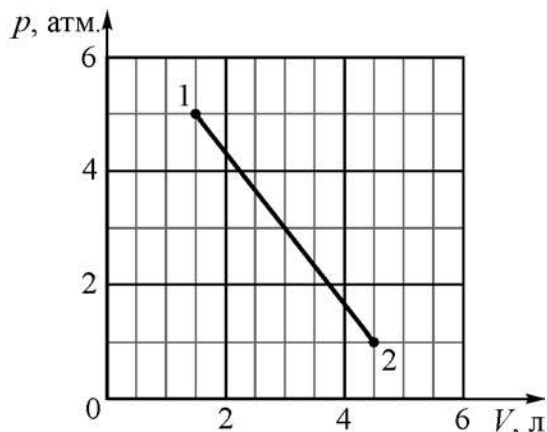
Используя этот график, определите, в какой момент времени относительная влажность воздуха в сосуде увеличится в 2 раза по сравнению с исходной. Температура воздуха в сосуде поддерживается постоянной.

Ответ: _____ мин.

- 11** В ходе некоторого процесса температура 1 моля аргона повышается на 100 К. В этом процессе удельная теплоёмкость аргона постоянна и равна 1236,6 Дж/(кг·°С). Какую работу совершает аргон в этом процессе? Ответ выразите в Дж и округлите до целого числа.

Ответ: _____ Дж.

- 12** На pV -диаграмме показан процесс 1–2, в котором участвует 0,1 моля идеального одноатомного газа. $1 \text{ атм.} = 10^5 \text{ Па}$.

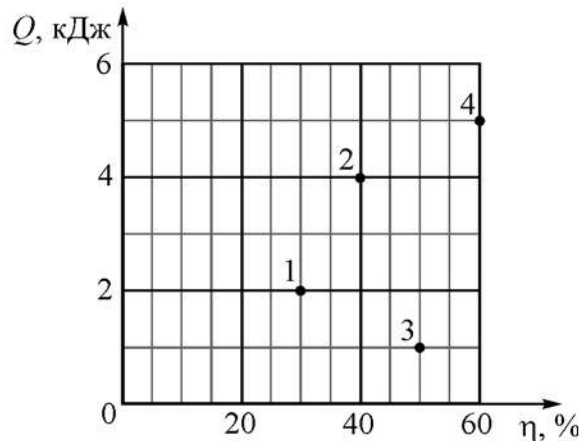


Выберите все верные утверждения относительно этого процесса. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Температура газа в состоянии 2 больше 500 К.
- 2) Температура газа в состоянии 1 меньше 500 К.
- 3) В процессе 1–2 внутренняя энергия газа только убывает.
- 4) В процессе 1–2 внутренняя энергия газа только возрастает.
- 5) В процессе 1–2 газ совершает положительную работу.

Ответ: _____.

13 С одним молем идеального одноатомного газа последовательно проводят четыре различных циклических процесса, каждый раз измеряя совершённую за цикл работу и количество теплоты, отданное за цикл холодильнику. Этим процессам соответствуют пронумерованные точки на диаграмме. Вдоль горизонтальной оси этой диаграммы откладываются КПД η циклических процессов, а вдоль вертикальной оси – количества теплоты Q , полученной газом от нагревателя за один цикл.



Как изменится работа, совершённая газом за цикл, при переходе от цикла 3 к циклу 4? Как изменится модуль количества теплоты, отдаваемой газом за цикл холодильнику, при переходе от цикла 1 к циклу 2?

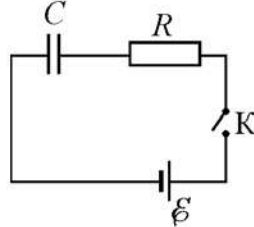
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Работа газа за цикл при переходе от цикла 3 к циклу 4	Модуль количества теплоты, отдаваемого газом за цикл холодильнику, при переходе от цикла 1 к циклу 2

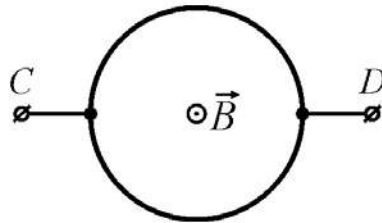
- 14** На рисунке изображена схема электрической цепи, состоящей из последовательно соединённых источника постоянного напряжения с ЭДС 5 В и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением, резистора сопротивлением 2 Ом, конденсатора ёмкостью 4 мкФ и ключа.



В начальный момент времени ключ разомкнут, конденсатор не заряжен. Определите электрическую энергию конденсатора через большое время, прошедшее после замыкания ключа.

Ответ: _____ мкДж.

- 15** Кольцо, изготовленное из тонкой медной проволоки постоянного сечения, находится в однородном магнитном поле \vec{B} , линии индукции которого перпендикулярны плоскости кольца. Модуль индукции магнитного поля равномерно уменьшают до нулевого значения, измеряя в ходе этого процесса напряжение U между точками C и D кольца. Во сколько раз увеличится U , если проводить этот же эксперимент с кольцом вдвое большего радиуса, не изменяя другие условия опыта?

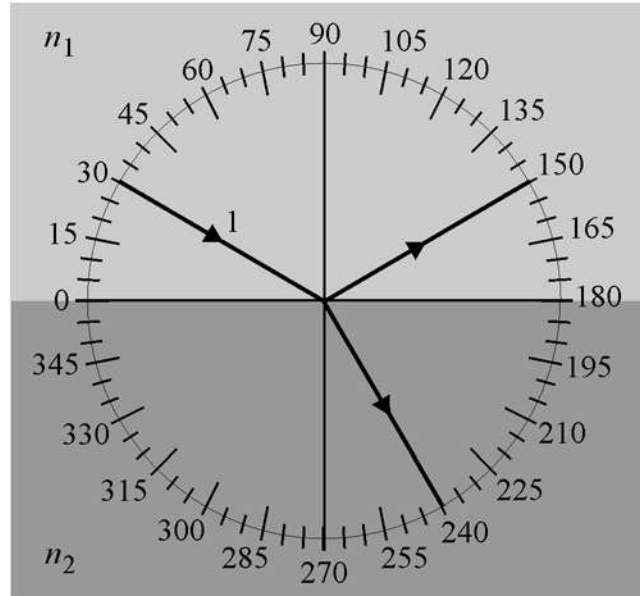


Ответ: _____.

- 16** Сила I электрического тока в идеальном колебательном контуре изменяется по закону $I = 0,02 \cos(2000\pi t)$ (все величины в формуле приведены в СИ). Чему равна частота ν колебаний заряда конденсатора, входящего в состав этого контура?

Ответ: _____ кГц.

- 17 На рисунке изображён ход светового луча 1, падающего из среды с показателем преломления n_1 на плоскую поверхность среды с показателем преломления n_2 . На рисунке также показаны отражённый и преломлённый лучи.

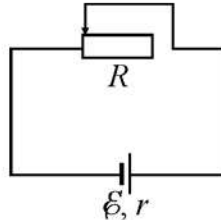


Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Угол падения луча на границу раздела сред равен 60° .
- 2) Угол отражения луча равен 120° .
- 3) Угол преломления луча равен 30° .
- 4) Показатель преломления среды 1 больше показателя преломления среды 2.
- 5) Скорость распространения света в среде 1 больше скорости распространения света в среде 2.

Ответ: _____.

- 18** На рисунке изображена схема электрической цепи, состоящей из последовательно соединённых источника постоянного напряжения с ЭДС E и внутренним сопротивлением r и реостата с полным сопротивлением $R = r$. В исходном состоянии контакт реостата находится в левом положении. Контакт реостата перемещают вправо. Как в результате этого изменяются сила тока в цепи и тепловая мощность, выделяющаяся в реостате?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Сила тока в цепи	Тепловая мощность, выделяющаяся в реостате

- 19** На рис. 1 изображена электрическая схема идеального колебательного контура, состоящего из конденсатора ёмкостью C , катушки индуктивностью L и ключа. Конденсатор заряжают до некоторого начального напряжения U_0 , а затем в момент времени $t_0 = 0$ замыкают ключ. На рис. 2 показан график зависимости заряда q левой обкладки этого конденсатора от времени t .

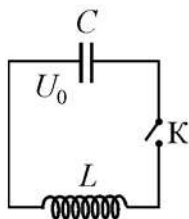


Рис. 1

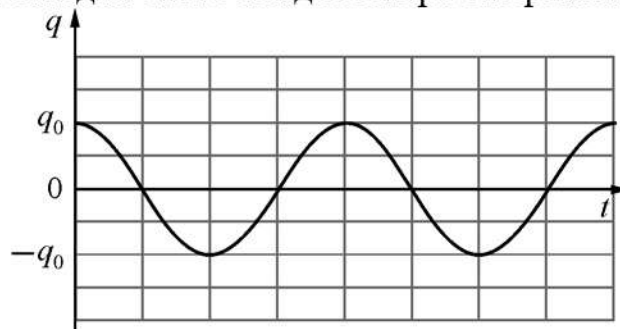


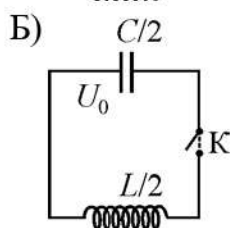
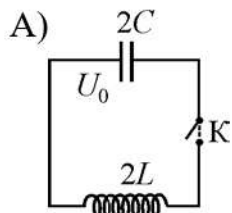
Рис. 2

Затем опыт повторяют с двумя другими колебательными контурами, каждый раз заряжая конденсатор до того же начального напряжения. Установите соответствие между схемами этих колебательных контуров и графиками зависимостей от времени заряда левой обкладки конденсаторов, входящих

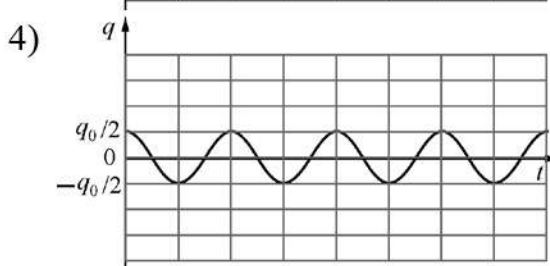
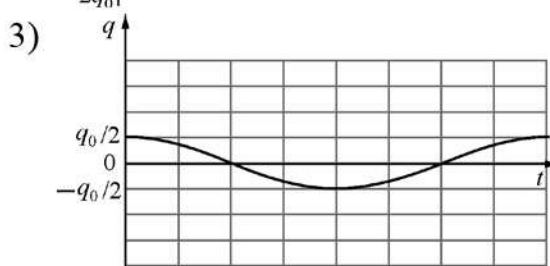
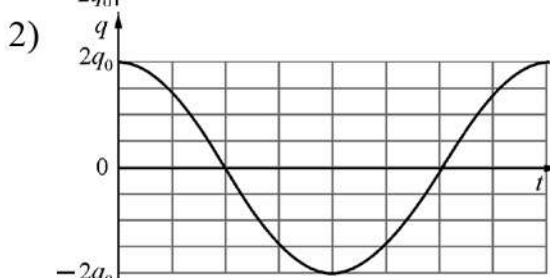
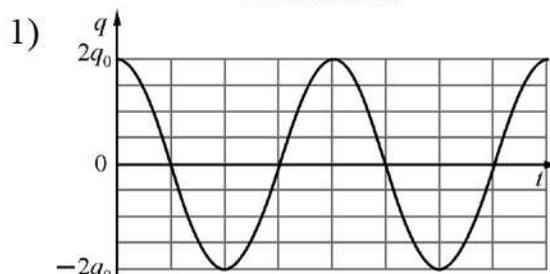
в состав контуров. Цена деления на шкале времени на всех графиках одинаковая.

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

КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР



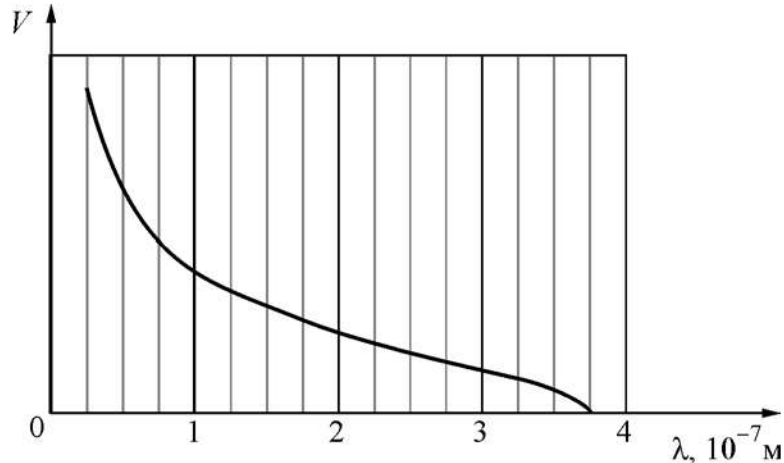
ГРАФИК



Ответ:

А	Б

- 20** На рисунке изображён график зависимости максимальной скорости V фотоэлектронов от длины волны λ света, падающего на поверхность металлической пластины. Определите, чему равна работа выхода электрона с поверхности этого металла.



Ответ: _____ эВ.

- 21** Длина волны падающего на катод и вызывающего фотоэффект излучения равна λ . Величина задерживающей разности потенциалов, при которой фототок прекращается, равна U_3 .
Как изменятся работа выхода электронов из того же катода и модуль задерживающей разности потенциалов U_3 , если длина волны падающего излучения уменьшится?

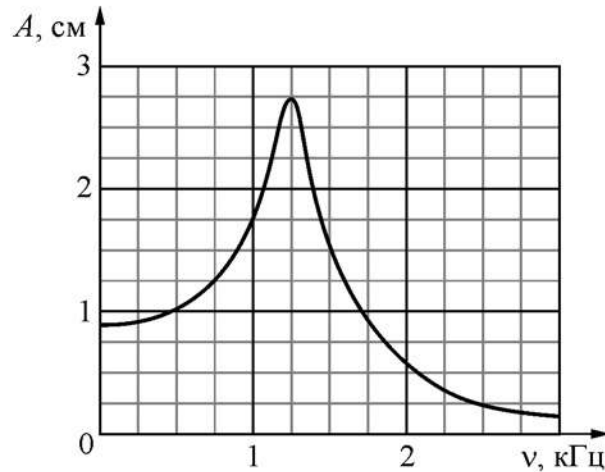
Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

Работа выхода электронов из катода	Модуль задерживающей разности потенциалов U_3

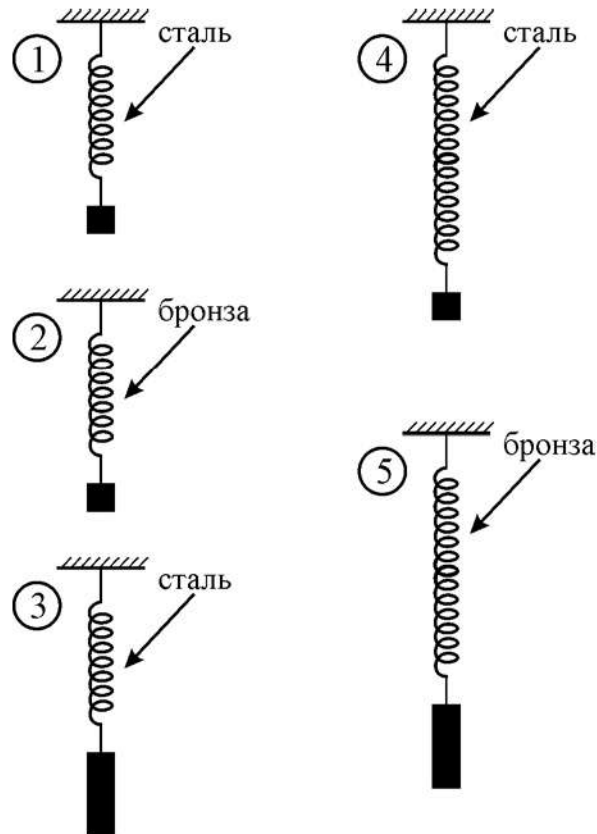
- 22 На рисунке изображён график зависимости амплитуды A установившихся вынужденных колебаний от частоты ν вынуждающей силы. Погрешность определения физических величин с помощью этого графика равна половине соответствующего размера ячейки координатной сетки.



Найдите величину резонансной амплитуды с учётом погрешности её определения.

Ответ: (_____ \pm _____) см.

23 Учитель поручил школьнику проверить, зависит ли период колебаний пружинного маятника от массы груза, подвешенного к пружине. Ученик взял из шкафа в школьном кабинете физики набор грузов разной массы и набор пружин. Длины пружин были разными, они были изготовлены из различных материалов, но все имели одинаковый диаметр. Все грузы были изготовлены из стали. Какие две установки нужно использовать школьнику для проведения исследования? На рисунках пружины показаны в недеформированном состоянии.



В ответе запишите номера выбранных проводников

Ответ:

--	--

Часть 2

Для записи ответов на задания 24–30 используйте чистый лист. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

24 Школьник решил прошедшей весной сделать модель солнечных часов. Для этого он на горизонтальной открытой площадке около своей школы в Москве установил вертикальный стержень высотой $h = 1$ м, окружил его кругом, разбитым на 24 одинаковых часовых сектора для отсчёта времени, и стал следить за тенью стержня в светлое время суток от восхода до заката Солнца, измеряя через каждый час длину тени от основания стержня до конца тени. Опыт он проводил в день весеннего равноденствия (20 марта 2021 г.). Широта Москвы $\varphi_M \approx 56^\circ$; можно считать, что восход был в 6.00, а заход – в 18.00. Постройте примерный график длины тени H от времени суток t (в промежутке от восхода до захода Солнца). Какова была при этом минимальная скорость V_M движения конца тени по площадке?

25 В начале астрономического исследования Солнечной системы в 1766 г. немецким физиком И. Тициусом было сформулировано правило, приблизительно описывающее расстояния планет от Солнца. В 1781 г. после открытия Урана, большая полуось орбиты которого точно соответствовала этому правилу, И. Э. Боде предположил о возможности существования пятой от Солнца планеты между орбитами Марса и Юпитера на расстоянии 2,8 а.е. от нашего светила, которая и до сих пор не была обнаружена. Вместо неё образовался пояс астероидов, которые не смогли «слипнуться» в планету из-за влияния тяготения массивного Юпитера. Каков был бы период обращения этой несостоявшейся планеты вокруг Солнца в земных годах? 1 а.е. = 150 млн. км – среднее расстояние от Земли до Солнца. Орбиты планет можно считать окружностями, лежащими в одной плоскости, с центром в Солнце.

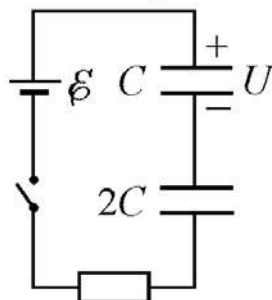
26 Электропоезд на магнитной подушке приводится в движение благодаря взаимодействию магнитного поля постоянных магнитов, смонтированных в основание пути и дающих вертикальное магнитное поле с индукцией $B = 1$ Тл, с цепочкой горизонтальных проводников, которые прикреплены перпендикулярно вагонам под дном поезда вблизи от магнитов. Длина проводников $l = 1,5$ м, они расположены через каждые $\Delta L = 0,5$ м (первый – отступив 0,25 м от «хвоста» поезда), длина поезда $L = 100$ м, токи I во всех проводниках направлены одинаково. Скорость движения поезда $V = 240$ км/ч, полезная мощность, развиваемая при этом описанным выше двигателем, $P = 800$ кВт. Найдите значение силы тока I в проводниках.

27 Свинцовая пуля массой $m_1 = 10$ г при температуре $t_1 = 100$ °С, летящая со скоростью $v = 500$ м/с, попадает в неподвижную медную сферу массой $m_2 = 200$ г, содержащую внутри лёд массой $m_3 = 50$ г при температуре $t_2 = 0$ °С, и застревает там, при этом сфера не вращается. Какая температура t_3 установится в системе после достижения теплового равновесия, если пуля и сфера находятся в невесомости и не обмениваются теплотой с другими телами?

28 Плоскостью поляризации света называется плоскость, в которой в электромагнитной волне колеблется вектор напряжённости электрического поля E . Существуют такие пластинки – «поляроиды», которые пропускают волны только с проекцией вектора E на определённое направление, равной $E_{\parallel} = E \cdot \cos\varphi$, где φ – угол между «плоскостью пропускания» поляроида и плоскостью поляризации света. Энергия волны пропорциональна E^2 , так что интенсивность (плотность потока энергии) плоскополяризованной волны после поляроида пропорциональна $\cos^2\varphi$.

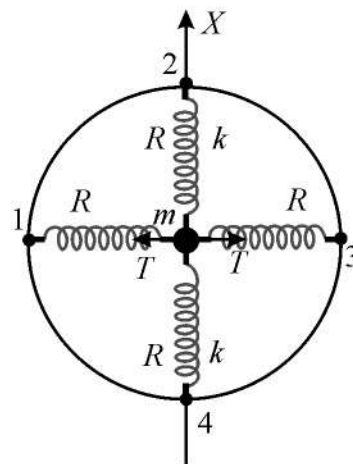
Средняя плотность потока энергии от Солнца у поверхности Земли (солнечная постоянная) равна $I = 1,36$ кВт/м², и свет не поляризован, то есть в нём с равной вероятностью присутствуют всевозможные плоскости поляризации. Пусть на теплоизолированную пластинку поляроида площадью $S = 20$ см² нормально падает солнечный свет в течение времени $t = 10$ мин. На сколько градусов она нагреется за это время, если теплоёмкость пластинки равна $C_{\text{п}} = 180$ Дж/К? Указание: среднее значение $\cos^2\varphi$ при $0 \leq \varphi \leq 2\pi$ равно $1/2$.

29 Из двух конденсаторов ёмкостями $C = 6$ мкФ и $2C$, резистора, идеального источника с ЭДС $E = 10$ В и ключа собрали электрическую цепь, схема которой показана на рисунке. Изначально ключ был разомкнут, конденсатор ёмкостью $2C$ не заряжен, а конденсатор ёмкостью C заряжен до напряжения $U = E/2$ и подключён к цепи в полярности, показанной на рисунке. Ключ замыкают и ждут окончания перераспределения зарядов в цепи. Какое количество теплоты выделится в резисторе после замыкания ключа?



30

На гладкой горизонтальной плоскости лежит закреплённый обруч радиусом $R = 50$ см, в центре которого покоится грузик массой $m = 1$ кг, к которому прикреплены четыре невесомые пружины (№№ 1 – 4), другие концы которых прикреплены к обручу через равные угловые промежутки по 90° (см. рис.). Две пружины напротив друг друга натянуты с одинаковыми силами $T = 1$ Н, а две остальные не натянуты и имеют одинаковые коэффициенты упругости $k = 1$ Н/м. Грузик смещают вдоль оси X , направленной перпендикулярно натянутым пружинам, на малое расстояние $x_0 = 1$ см от положения равновесия, и отпускают без начальной скорости в момент времени $t = 0$. Запишите закон движения грузика вдоль оси X .



Какие законы Вы использовали для описания движения грузика? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

Тренировочная работа №1 по ФИЗИКЕ

11 класс

19 октября 2021 года

Вариант ФИ2110102

Выполнена: ФИО _____ класс _____

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения тренировочной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 30 заданий.

В заданиях 3–5, 9–11, 14–16 и 20 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 1, 2, 6–8, 12, 13, 17–19, 21, 23 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы без пробелов, запятых и других дополнительных символов.

Ответом к заданию 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответ к заданиям 24–30 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.

Все записи выполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки.

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	сантиметры	см	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	мм	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мкм	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	нм	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	пм	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		подсолнечного масла	900 кг/м^3
воды	1000 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	ртути	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

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 1–23 Ответами к заданиям 1–23 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) В инерциальной системе отсчёта для поддержания равноускоренного прямолинейного движения тела необходимо прикладывать к нему постоянную силу.
- 2) В процессе кристаллизации жидкого вещества его температура постепенно снижается.
- 3) В замкнутой электрической цепи электрический ток течёт от точек, имеющих меньший потенциал, к точкам, имеющим больший потенциал.
- 4) Двояковогнутая стеклянная линза может быть как рассеивающей, так и собирающей – в зависимости от показателя преломления прозрачной среды, в которую эта линза погружена.
- 5) Период полураспада радиоактивных веществ увеличивается при повышении внешнего давления.

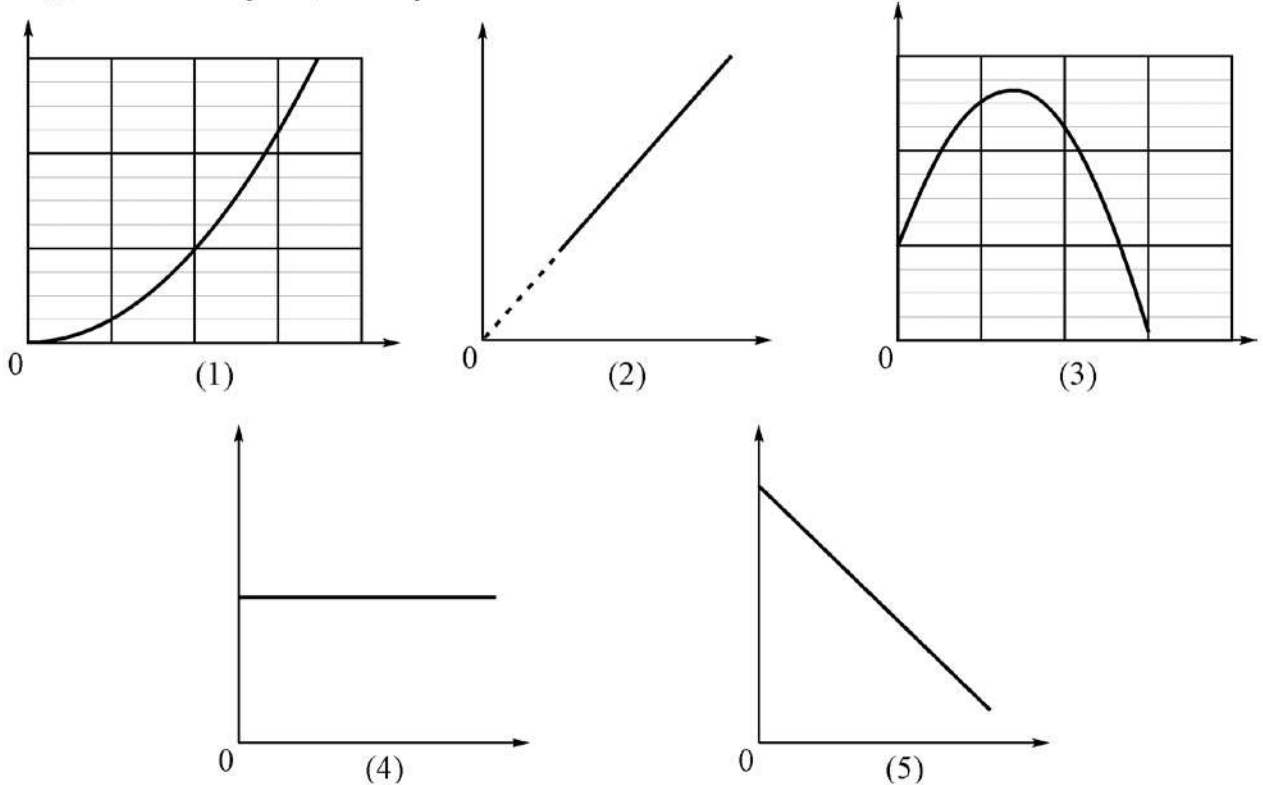
Ответ: _____.

2

Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость координаты материальной точки от времени при прямолинейном равнозамедленном движении;
- Б) зависимость давления идеального газа от его абсолютной температуры при постоянном объёме;
- В) зависимость модуля напряжённости однородного электростатического поля от смещения вдоль его силовой линии.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



Ответ:

А	Б	В

3

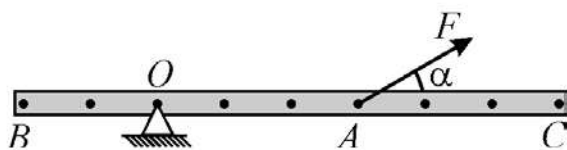
Радиус некоторой планеты равен 6000 км. На каком расстоянии от поверхности этой планеты ускорение свободного падения в 16 раз отличается от ускорения свободного падения на поверхности планеты?

Ответ: _____ км.

- 4 Покоившееся тело массой 20 кг начало двигаться вдоль прямой под действием силы, которая в течение 6 секунд развивала среднюю мощность 15 Вт. Какую скорость в результате приобрело это тело, если другие силы работы не совершали?

Ответ: _____ м/с.

- 5 Тяжёлая однородная рейка может вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через точку O (см. рис.).



В рейке проделаны небольшие отверстия (они показаны на рисунке чёрными точками). Расстояние между соседними отверстиями 20 см. С помощью силы $F = 10$ Н, приложенной в точке A и направленной под углом $\alpha = 30^\circ$ к рейке, она удерживается в равновесии. Чему равен модуль момента силы F относительно горизонтальной оси, проходящей через точку C ?

Ответ: _____ Н м.

- 6 Тело, изготовленное из сосны, плавает в керосине, погрузившись в него на 30 % от своего полного объёма. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Внутри тела есть полости, заполненные материалом, средняя плотность которого меньше плотности сосны (либо пустые).
- 2) Внутри тела есть полости, заполненные материалом, средняя плотность которого больше плотности керосина.
- 3) Внутри тела нет полостей.
- 4) Данное тело будет плавать в воде.
- 5) Средняя плотность тела равна 240 кг/м^3 .

Ответ: _____.

7 Звуковая волна переходит из одной однородной среды в другую однородную среду. При этом длина волны увеличивается. Определите, как при этом изменяются скорость и частота звуковой волны.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Скорость распространения звуковой волны	Частота звуковой волны

8 Маленький шарик, подвешенный на пружине жёсткостью 3,2 Н/м, совершает гармонические колебания, двигаясь вдоль оси OX . В процессе колебаний проекция V_x скорости шарика на эту ось изменяется с течением времени t по закону $V_x = 0,4 \sin(4t + 0,3\pi)$.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их изменения во времени (во всех формулах все величины выражены в СИ).

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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) проекция $F_x(t)$ силы упругости пружины	1) $0,32 \cos(4t + 0,2\pi)$
Б) кинетическая энергия шарика	2) $0,016 \sin^2(4t + 0,3\pi)$
	3) $0,016 \cos^2(4t + 0,3\pi)$
	4) $0,16 \sin(4t + 0,3\pi)$

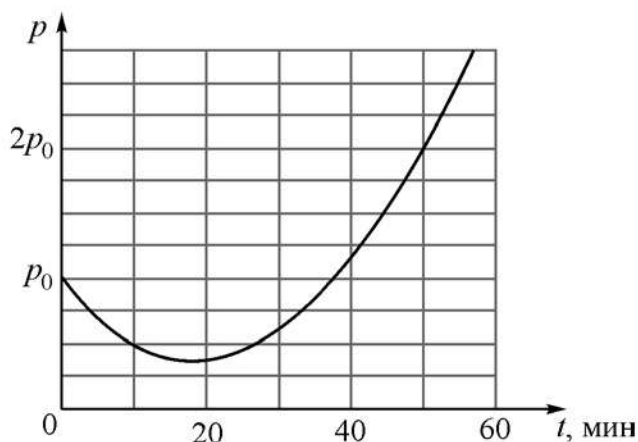
Ответ:

А	Б

- 9 В сосудах 1 и 2 находится один и тот же идеальный газ. Концентрации молекул газов в сосудах одинаковые, а среднеквадратичная скорость движения молекул газа в сосуде 1 в два раза больше, чем в сосуде 2. Чему равно отношение давлений p_1/p_2 газов в сосудах 1 и 2?

Ответ: _____.

- 10 В закрытом сосуде находится влажный воздух. Парциальное давление водяных паров в воздухе равно p_0 . В момент времени $t=0$ объём сосуда начинают изменять. На рисунке показана зависимость парциального давления p водяных паров в сосуде от времени t .



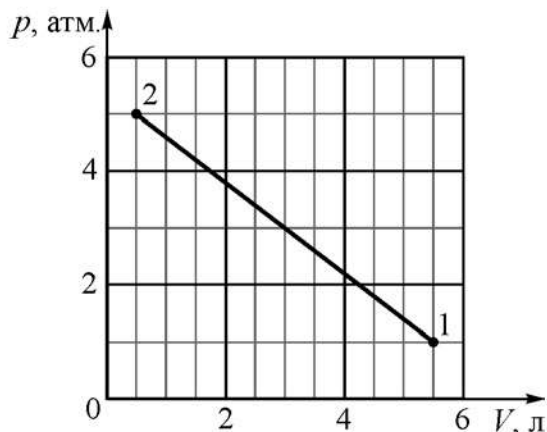
Используя этот график, определите, в какой момент времени относительная влажность воздуха в сосуде первый раз уменьшится в 2 раза по сравнению с исходной. Температура воздуха в сосуде поддерживается постоянной.

Ответ: _____ мин.

- 11 В ходе некоторого процесса температура 1 моля гелия повышается на 200 К. В этом процессе удельная теплоёмкость гелия постоянна и равна $4991,3 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$. Какую работу совершает гелий в этом процессе? Ответ выразите в Дж и округлите до целого числа.

Ответ: _____ Дж.

- 12** На pV -диаграмме показан процесс 1–2, в котором участвует 0,1 моля идеального одноатомного газа. $1 \text{ атм.} = 10^5 \text{ Па}$.

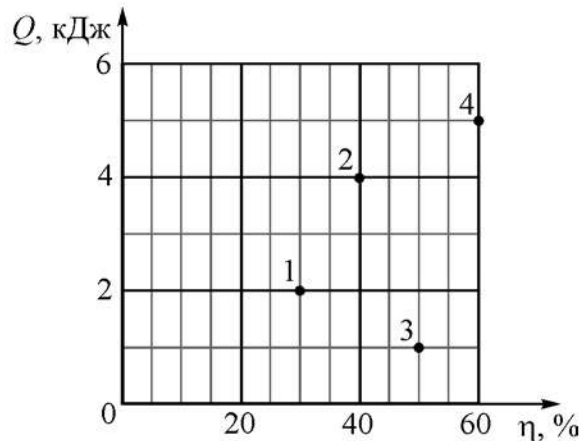


Выберите все верные утверждения относительно этого процесса. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Температура газа в состоянии 1 меньше 600 К.
- 2) Температура газа в состоянии 2 больше 250 К.
- 3) В процессе 1–2 газ совершает отрицательную работу.
- 4) В процессе 1–2 внутренняя энергия газа только убывает.
- 5) В процессе 1–2 внутренняя энергия газа только возрастает.

Ответ: _____.

13 С одним молем идеального одноатомного газа последовательно проводят четыре различных циклических процесса, каждый раз измеряя совершённую за цикл работу и количество теплоты, отданное за цикл холодильнику. Этим процессам соответствуют пронумерованные точки на диаграмме. Вдоль горизонтальной оси этой диаграммы откладываются КПД η циклических процессов, а вдоль вертикальной оси – количества теплоты Q , полученной газом от нагревателя за один цикл.



Как изменится работа, совершённая газом за цикл, при переходе от цикла 1 к циклу 4? Как изменится модуль количества теплоты, отдаваемой газом за цикл холодильнику, при переходе от цикла 2 к циклу 3?

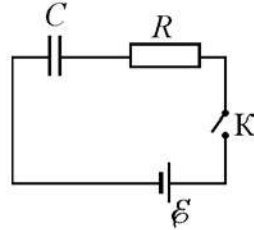
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Работа газа за цикл при переходе от цикла 1 к циклу 4	Модуль количества теплоты, отдаваемого газом за цикл холодильнику, при переходе от цикла 2 к циклу 3

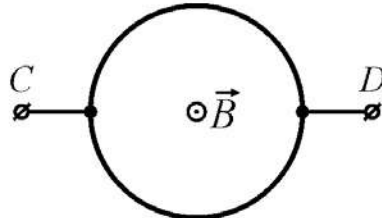
- 14** На рисунке изображена схема электрической цепи, состоящей из последовательно соединённых источника постоянного напряжения с ЭДС 5 В и пренебрежимо малым внутренним сопротивлением, резистора сопротивлением 2 Ом, конденсатора ёмкостью 4 мкФ и ключа.



В начальный момент времени ключ разомкнут, конденсатор не заряжен. Определите заряд конденсатора через большое время, прошедшее после замыкания ключа.

Ответ: _____ мкКл.

- 15** Кольцо, изготовленное из тонкой медной проволоки постоянного сечения, находится в однородном магнитном поле \vec{B} , линии индукции которого перпендикулярны плоскости кольца. Модуль индукции магнитного поля равномерно уменьшают до нулевого значения, измеряя в ходе этого процесса напряжение U между точками C и D кольца. Во сколько раз уменьшится U , если проводить этот же эксперимент с кольцом втрое меньшего радиуса, не изменяя другие условия опыта?

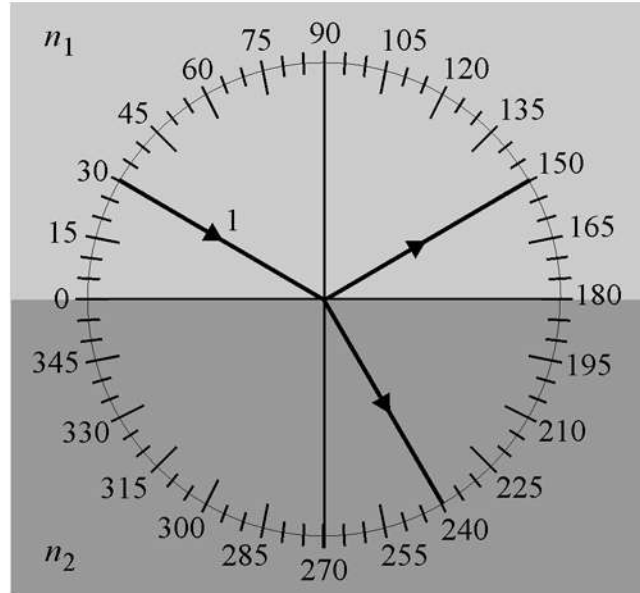


Ответ: _____.

- 16** Заряд q конденсатора в идеальном колебательном контуре изменяется по закону $q = 10^{-4} \sin(2000\pi t)$ (все величины в формуле приведены в СИ). Чему равен период колебаний силы тока в этом контуре?

Ответ: _____ мс.

- 17 На рисунке изображён ход светового луча 1, падающего из среды с показателем преломления n_1 на плоскую поверхность среды с показателем преломления n_2 . На рисунке также показаны отражённый и преломлённый лучи.

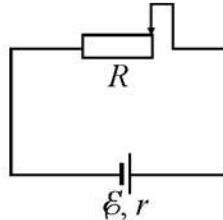


Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Угол падения луча на границу раздела сред равен 60° .
- 2) Угол отражения луча равен 150° .
- 3) Угол между отражённым и преломлённым лучами равен 90° .
- 4) Показатель преломления среды 1 меньше показателя преломления среды 2.
- 5) Скорость распространения света в среде 1 меньше скорости распространения света в среде 2.

Ответ: _____.

- 18** На рисунке изображена схема электрической цепи, состоящей из последовательно соединённых источника постоянного напряжения с ЭДС E и внутренним сопротивлением r и реостата с полным сопротивлением $R = r$. В исходном состоянии контакт реостата находится в правом положении. Контакт реостата перемещают влево. Как в результате этого изменяются сила тока в цепи и тепловая мощность, выделяющаяся в реостате?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Сила тока в цепи	Тепловая мощность, выделяющаяся в реостате

- 19** На рис. 1 изображена электрическая схема идеального колебательного контура, состоящего из конденсатора ёмкостью C , катушки индуктивностью L и ключа. Конденсатору сообщают некоторый начальный заряд q_0 , а затем в момент времени $t_0 = 0$ замыкают ключ. На рис. 2 показан график зависимости напряжения U между обкладками этого конденсатора от времени t .

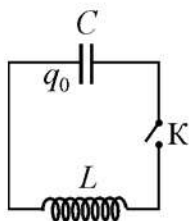


Рис. 1

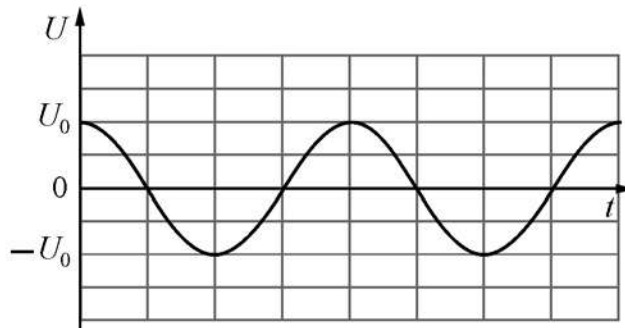


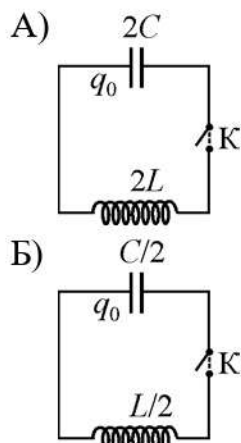
Рис. 2

Затем опыт повторяют с двумя другими колебательными контурами, каждый раз сообщая конденсатору один и тот же начальный заряд. Установите соответствие между схемами этих колебательных контуров и графиками

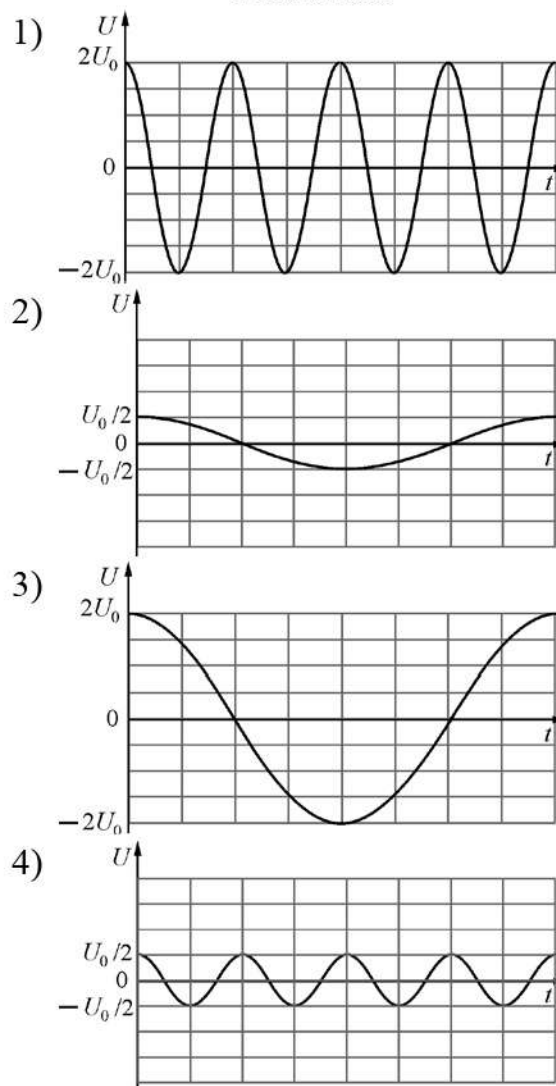
зависимостей от времени напряжения между обкладками конденсаторов, входящих в состав контуров. Цена деления на шкале времени на всех графиках одинаковая.

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

КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР



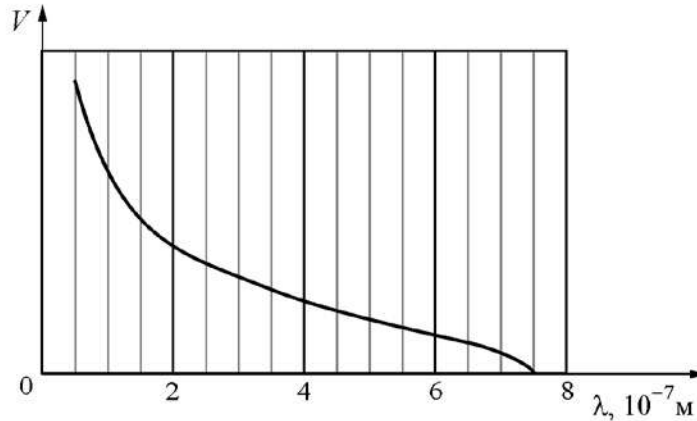
ГРАФИК



Ответ:

А	Б

- 20** На рисунке изображён график зависимости максимальной скорости V фотоэлектронов от длины волны λ света, падающего на поверхность металлической пластины. Определите, чему равна работа выхода электрона с поверхности этого металла.



Ответ: _____ эВ.

- 21** Частота волны падающего на катод и вызывающего фотоэффект излучения равна ν . Величина задерживающей разности потенциалов, при которой фототок прекращается, равна U_3 .

Как изменятся длина волны падающего на тот же катод излучения и модуль задерживающей разности потенциалов U_3 , если частота волны падающего излучения увеличится?

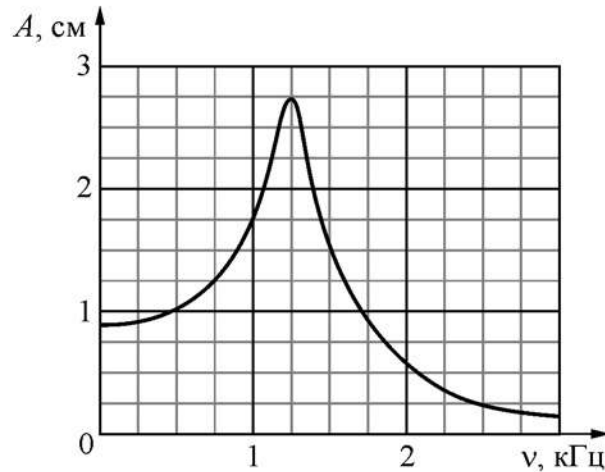
Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

Длина падающей волны	Модуль задерживающей разности потенциалов U_3

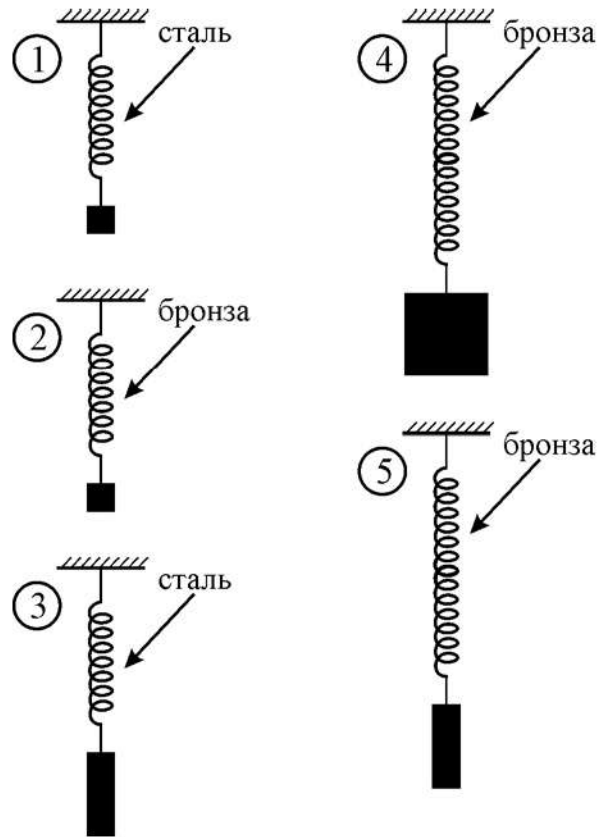
- 22 На рисунке изображён график зависимости амплитуды A установившихся вынужденных колебаний от частоты ν вынуждающей силы. Погрешность определения физических величин с помощью этого графика равна половине соответствующего размера ячейки координатной сетки.



Найдите величину резонансной частоты с учётом погрешности её определения.

Ответ: (_____ \pm _____) кГц.

23 Учитель поручил школьнику проверить, зависит ли период колебаний пружинного маятника от жёсткости пружины, на которой подвешен груз. Ученик взял из шкафа в школьном кабинете физики набор грузов разной массы и набор пружин. Длины пружин были разными, они были изготовлены из различных материалов, но все имели одинаковый диаметр. Все грузы были изготовлены из стали. Какие две установки нужно использовать школьнику для проведения исследования? На рисунках пружины показаны в недеформированном состоянии.



В ответе запишите номера выбранных проводников.

Ответ:

--	--

Часть 2

Для записи ответов на задания 24–30 используйте чистый лист. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

24 Школьник решил прошедшей весной сделать модель солнечных часов. Для этого он на горизонтальной открытой площадке около своей школы в Москве установил вертикальный стержень высотой $h = 2$ м, окружил его кругом, разбитым на 24 одинаковых часовых сектора для отсчёта времени, и стал следить за тенью стержня в светлое время суток от восхода до заката Солнца, измеряя через каждый час длину тени от основания стержня до конца тени. Опыт он проводил в день весеннего равноденствия (20 марта 2021 г.). Широта Москвы $\varphi_M \approx 56^\circ$; можно считать, что восход был в 6.00, а заход – в 18.00. Постройте примерный график длины тени H от времени суток t (в промежутке от восхода до захода Солнца). Какова была при этом минимальная скорость V_M движения конца тени по площадке?

25 В начале астрономического исследования Солнечной системы в 1766 г. немецким физиком И. Титциусом было сформулировано правило, приблизительно описывающее расстояния планет от Солнца. В 1781 г. после открытия Урана, большая полуось орбиты которого точно соответствовала этому правилу, И. Э. Боде предположил о возможности существования пятой от Солнца планеты между орбитами Марса и Юпитера с периодом обращения вокруг Солнца $T_x \approx 4,7$ года, которая до сих пор не была обнаружена. Вместо неё, как выяснилось позже, образовался пояс астероидов, которые не смогли «слипнуться» в планету из-за влияния тяготения массивного Юпитера. Каково было бы среднее расстояние от этой несостоявшейся планеты до Солнца в астрономических единицах? 1 а.е. = 150 млн. км – среднее расстояние от Земли до Солнца. Орбиты планет можно считать окружностями, лежащими в одной плоскости, с центром в Солнце.

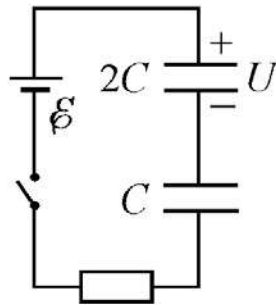
26 Электропоезд на магнитной подушке приводится в движение благодаря взаимодействию магнитного поля постоянных магнитов, вмонтированных в основание пути и дающих вертикальное магнитное поле с индукцией $B = 1$ Тл, с цепочкой горизонтальных проводников, которые прикреплены перпендикулярно вагонам под дном поезда вблизи от магнитов. Длина проводников $l = 2$ м, они расположены через каждые $\Delta L = 0,5$ м (первый – отступив $0,25$ м от «хвоста» поезда), длина поезда $L = 150$ м, токи I во всех проводниках направлены одинаково. Скорость движения поезда $V = 300$ км/час, полезная мощность, развиваемая при этом описанным выше двигателем, $P = 1000$ кВт. Найдите значение силы тока I в проводниках.

27 Свинцовая пуля массой $m_1 = 8$ г при температуре $t_1 = 150$ °С, летящая со скоростью $v = 400$ м/с, попадает в неподвижную медную сферу массой $m_2 = 100$ г, содержащую внутри лёд массой $m_3 = 40$ г при температуре $t_2 = 0$ °С, и застревает там, при этом сфера не вращается. Какая температура t_3 установится в системе после достижения теплового равновесия, если пуля и сфера находятся в невесомости и не обмениваются теплотой с другими телами?

28 Плоскостью поляризации света называется плоскость, в которой в электромагнитной волне колеблется вектор напряжённости электрического поля E . Существуют такие пластинки – «поляроиды», которые пропускают волны только с проекцией вектора E на определённое направление, равной $E_{\text{п}} = E \cdot \cos\varphi$, где φ – угол между «плоскостью пропускания» поляроида и плоскостью поляризации света. Энергия волны пропорциональна E^2 , так что интенсивность (плотность потока энергии) плоскополяризованной волны после поляроида пропорциональна $\cos^2\varphi$.

Средняя плотность потока энергии от Солнца у поверхности Земли (солнечная постоянная) равна $I = 1,36$ кВт/м², и свет не поляризован, то есть в нём с равной вероятностью присутствуют всевозможные плоскости поляризации. Пусть на теплоизолированную пластинку поляроида площадью $S = 30$ см² нормально падает солнечный свет в течение времени $t = 15$ мин. На сколько градусов она нагреется за это время, если теплоёмкость пластинки равна $C_{\text{п}} = 270$ Дж/К? Указание: среднее значение $\cos^2\varphi$ при $0 \leq \varphi \leq 2\pi$ равно $1/2$.

- 29** Из двух конденсаторов ёмкостями $C = 6 \text{ мкФ}$ и $2C$, резистора, идеального источника с ЭДС $E = 10 \text{ В}$ и ключа собрали электрическую цепь, схема которой показана на рисунке. Изначально ключ был разомкнут, конденсатор ёмкостью C не заряжен, а конденсатор ёмкостью $2C$ заряжен до напряжения $U = E/2$ и подключён к цепи в полярности, показанной на рисунке. Ключ замыкают и ждут окончания перераспределения зарядов в цепи. Какое количество теплоты выделится в резисторе после замыкания ключа?



- 30** На гладкой горизонтальной плоскости лежит закреплённый обруч радиусом $R = 100 \text{ см}$, в центре которого покоится грузик массой $m = 2 \text{ кг}$, к которому прикреплены четыре невесомые пружины (№№ 1–4), другие концы которых прикреплены к обручу через равные угловые промежутки по 90° (см. рис.). Две пружины напротив друг друга натянуты с одинаковыми силами $T = 2 \text{ Н}$, а две остальные не натянуты и имеют одинаковые коэффициенты упругости $k = 2 \text{ Н/м}$. Грузик смещают вдоль оси X , направленной перпендикулярно натянутым пружинам, на малое расстояние $x_0 = 2 \text{ см}$ от положения равновесия, и отпускают без начальной скорости в момент времени $t = 0$. Запишите закон движения грузика вдоль оси X . Какие законы Вы использовали для описания движения грузика? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

