

Тренировочная работа №2 по ФИЗИКЕ

11 класс

7 ноября 2019 года

Вариант ФИ1910201

Выполнена: ФИО _____ класс _____

Инструкция по выполнению работы

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

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 25 и 26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

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

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

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

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

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.**

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношения между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а. е. м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
1 астрономическая единица	$1 \text{ а.е.} \approx 150\,000\,000 \text{ км}$
1 световой год	$1 \text{ св. год} \approx 9,46 \cdot 10^{15} \text{ м}$
1 парсек	$1 \text{ пк} \approx 3,26 \text{ св. года}$

Масса частиц

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

Астрономические величины

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

Плотность

воды	1000 кг/м ³	подсолнечного масла	900 кг/м ³
древесины (сосны)	400 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
		ртути	13 600 кг/м ³

Удельная теплоёмкость

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

Удельная теплота

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

Нормальные условия

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

Молярная масса

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

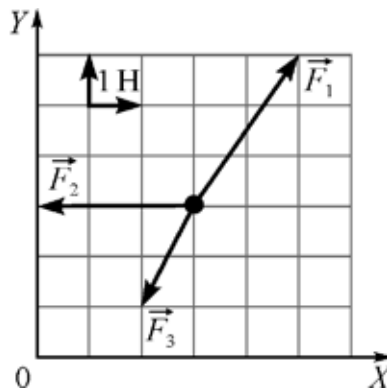
Часть 1

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

- 1** Материальная точка начинает двигаться по плоскости в момент времени $t = 0$. Её координаты x и y зависят от времени t по законам $x(t) = 10 + 4t^2$ и $y(t) = 20 + 3t^2$ (время измеряется в секундах, координаты – в метрах). Чему равен модуль перемещения точки за первую секунду движения?

Ответ: _____ м.

- 2** Точечное тело массой 0,5 кг находится на гладкой горизонтальной плоскости XOY . На это тело одновременно начинают действовать постоянные силы, векторы которых изображены на рисунке. Масштаб сетки на рисунке равен 1 Н.



Чему равна проекция ускорения этого тела на ось OY ?

Ответ: _____ м/с².

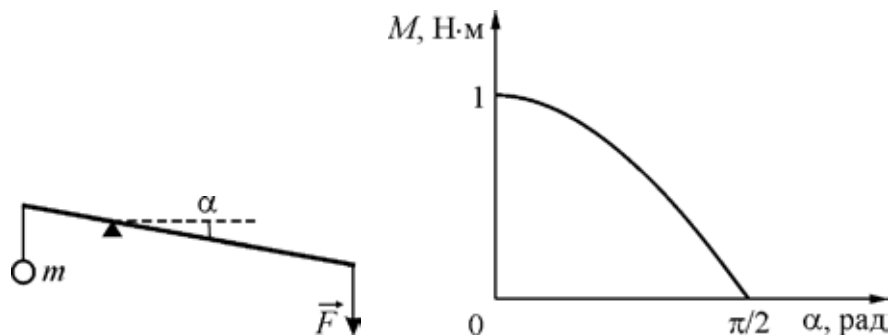
- 3** Тележка с кирпичами катится по инерции по горизонтальным рельсам, двигаясь со скоростью 2 м/с. Общая масса тележки и кирпичей равна 100 кг. Сопротивление движению тележки пренебрежимо мало. В дне тележки открывается люк, через который вертикально вниз выпадает кирпич массой 10 кг. Через некоторое время на тележку сверху падает кирпич такой же массы. Скорость этого кирпича в момент падения направлена вниз перпендикулярно скорости тележки. Найдите модуль скорости, с которой будет двигаться тележка после прилипания к ней кирпича.

Ответ: _____ м/с.

- 4) Металлический куб с длиной ребра 0,3 м, лежавший на дне заполненного водой бассейна, начинают поднимать на тросе. Определите работу силы Архимеда при вертикальном перемещении куба на 2 м. Куб всё время находится в воде.

Ответ: _____ Дж.

- 5) Из лёгкого жёсткого стержня сделан горизонтальный рычаг с длинами плеч 40 см и 200 см. К короткому концу рычага на нити подвешен груз массой m , а к длинному концу рычага для уравнивания приложена некоторая сила. Человек начинает медленно опускать длинный конец рычага, прикладывая к нему вертикально вниз силу \vec{F} (см. рисунок). На графике показана зависимость момента M силы тяжести груза m (относительно точки опоры рычага) от угла α между рычагом и горизонтом.



Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения на основании анализа графика.

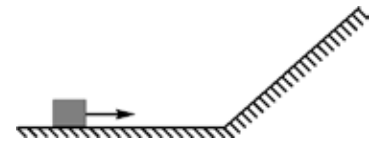
- 1) При повороте рычага плечо действующей на груз силы тяжести не изменяется.
- 2) Когда уравновешенный рычаг горизонтален, модуль приложенной к его длинному концу силы равен 5 Н.
- 3) Масса груза m равна 250 г.
- 4) При увеличении угла α момент силы \vec{F} относительно точки опоры рычага уменьшается.
- 5) Момент силы \vec{F} относительно точки опоры рычага всё время больше 1 Н·м.

Ответ:

--	--

6

Точечное тело равномерно тянут по шероховатой поверхности, изображённой на рисунке, прикладывая к телу внешнюю силу, которая всё время параллельна поверхности.



Коэффициент трения между бруском и поверхностью одинаков на всём пути. Определите, как изменятся модуль действующей на тело силы трения и модуль действующей на него силы тяжести после перехода тела с горизонтальной поверхности на наклонную.

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 действующей на тело силы трения	Модуль действующей на тело силы тяжести

7

К лёгкой вертикальной пружине подвешивают гирию, в результате чего она в положении равновесия оказывается растянутой (по сравнению с недеформированным состоянием) на длину L . Затем груз толкают в вертикальном направлении, и он начинает колебаться с амплитудой $A < L$. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими получившийся пружинный маятник, и формулами, при помощи которых их можно найти. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) период колебаний маятника	1) $A\sqrt{\frac{g}{L}}$
Б) модуль максимальной скорости гири в процессе колебаний	2) \sqrt{gL}
	3) $2p\sqrt{\frac{A}{g}}$
	4) $2p\sqrt{\frac{L}{g}}$

Ответ:

А	Б

8 При некотором значении среднеквадратичной скорости хаотического движения молекул идеального газа средняя кинетическая энергия его молекул равна 56×10^{-22} Дж. На сколько увеличится средняя кинетическая энергия молекул этого газа после увеличения средней квадратичной скорости его молекул в 2 раза? В качестве ответа приведите целое число, которое должно умножаться на 10^{-22} .

Ответ: _____ $\times 10^{-22}$ Дж.

9 Внутренняя энергия одного моля газообразного метана в 2,5 раза больше внутренней энергии такого же количества идеального одноатомного газа при той же температуре. Какое количество теплоты необходимо затратить для того, чтобы изобарически нагреть 0,1 моля газообразного метана на 100 К? Ответ округлите до целого числа.

Ответ: _____ Дж.

10 При КПД теплового двигателя, равном 25%, работа газа за один цикл равна 200 Дж. Найдите модуль количества теплоты, отданного холодильнику за один цикл этой тепловой машиной.

Ответ: _____ Дж.

11 В таблице показаны результаты измерения зависимости давления p некоторого постоянного количества идеального одноатомного газа от его объёма V в некотором процессе. Давление приведено в атмосферах (1 атм. = 10^5 Па). Объём измерялся с точностью до сотой доли литра.

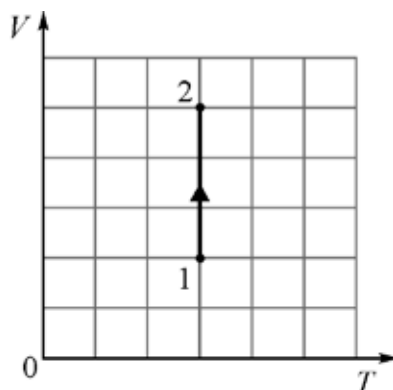
p , атм.	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1
V , л	1,66	1,78	1,92	2,08	2,27

Выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленной таблицы.

- 1) Этот процесс можно считать изотермическим.
- 2) Этот процесс можно считать изобарным.
- 3) Этот процесс можно считать изохорным.
- 4) Внутренняя энергия газа в этом процессе возрастает.
- 5) Внутренняя энергия газа в этом процессе при объёме 1,35 л была примерно равна 374 Дж.

Ответ:

- 12** На VT -диаграмме изображён процесс перехода одного моля идеального газа из состояния 1 в состояние 2.



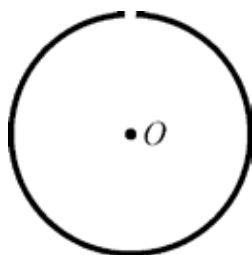
Определите, как при этом переходе изменяются давление газа и плотность газа. Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

Давление газа	Плотность газа

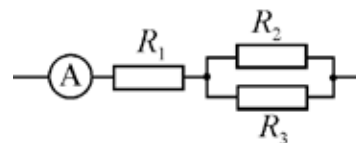
- 13** Непроводящее кольцо равномерно заряжено по длине положительным электрическим зарядом. Из кольца вырезали очень маленький кусочек так, как показано на рисунке.



Куда направлен относительно рисунка (*влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор напряжённости электростатического поля в центре O кольца? *Ответ запишите словом (словами).*

Ответ: _____.

- 14 На рисунке изображена схема участка электрической цепи, состоящего из трёх одинаковых резисторов и идеального амперметра, который показывает силу тока 2 А.



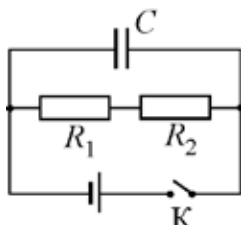
Найдите отношение мощности, выделяемой в сопротивлении R_1 к мощности, выделяемой в сопротивлении R_3 .

Ответ: _____.

- 15 Школьник прочитал в физической энциклопедии о том, что индуктивность катушки, намотанной из проволоки, пропорциональна квадрату числа витков. Школьник впаял в разные участки электрической цепи катушку № 1, в которой было 1200 витков, и катушку № 2, в которой было 300 витков. Оказалось, что сила тока, текущего в катушке № 1, в 2 раза меньше силы тока, текущего в катушке № 2. Во сколько раз отличаются энергии магнитного поля, запасённые в катушках № 1 и № 2?

Ответ: _____.

- 16 На рисунке показана схема электрической цепи, содержащая источник постоянного напряжения с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением, два резистора, имеющие сопротивления $R_1 = R$ и $R_2 = 2R$, конденсатор, соединительные провода и ключ.



Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения.

- 1) Так как при замкнутом ключе ток через конденсатор не течёт, то напряжение на конденсаторе равно нулю.
- 2) При замкнутом ключе сумма напряжений на резисторах больше напряжения на конденсаторе.
- 3) Напряжение на конденсаторе равно ЭДС источника напряжения.
- 4) При замкнутом ключе напряжение на резисторе R_1 меньше напряжения на резисторе R_2 .
- 5) После размыкания ключа количество теплоты, выделившееся в резисторе R_1 , будет больше, чем количество теплоты, выделившееся в резисторе R_2 .

Ответ:

17 Колебательный контур радиоприёмника, подключённый к антенне, состоит из катушки индуктивности и конденсатора. Ёмкость конденсатора уменьшили, не меняя индуктивность катушки. При этом амплитуда колебаний силы тока в контуре также уменьшилась. Как в результате этого изменились резонансная частота этого контура и амплитуда колебаний заряда конденсатора?

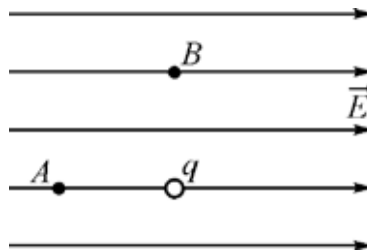
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась;
- 2) уменьшилась;
- 3) не изменилась.

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

Резонансная частота контура	Амплитуда колебаний заряда конденсатора

18 Во внешнем однородном электростатическом поле напряжённостью 400 В/м находится точечный положительный заряд $q = 3$ нКл. Точки A и B расположены на расстоянии 30 см от заряда q (см. рисунок).



Установите соответствие между отношениями физических величин и численными значениями этих отношений. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ОТНОШЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН	ЧИСЛЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ
А) отношение модуля напряжённости результирующего электростатического поля в точке A к модулю напряжённости внешнего электростатического поля	1) 0,25 2) 0,6 3) 1,25
Б) отношение модуля напряжённости электростатического поля заряда q в точке B к модулю напряжённости результирующего электростатического поля в точке B	4) 3

Ответ:

А	Б

- 19** Натрий имеет порядковый номер 11 в периодической системе элементов Д.И. Менделеева. В настоящее время науке известны 20 изотопов натрия, массовые числа которых отличаются на единицу. Самый лёгкий из них имеет массовое число 18. Укажите минимальное и максимальное число нейтронов, которое может содержаться в известном науке изотопе натрия.

Минимальное число нейтронов	Максимальное число нейтронов

- 20** Дифракционная решётка имеет 500 штрихов на 1 мм длины. На неё падает поток фотонов, частота которых равна 6×10^{14} Гц. Во сколько раз длина волны излучения этого фотона меньше расстояния между соседними штрихами дифракционной решётки?

Ответ: _____.

- 21** Установите соответствие между источником света и свойствами излучения, испускаемого этим источником. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ИСТОЧНИК
СВЕТА

- А) лазер
Б) свеча

СВОЙСТВО ИЗЛУЧЕНИЯ,
ИСПУСКАЕМОГО ИСТОЧНИКОМ

- 1) нельзя наблюдать невооружённым глазом
2) спектр является сплошным
3) нельзя использовать для получения интерференционной картины
4) монохроматичность

Ответ:

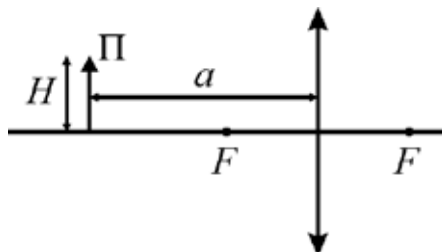
А	Б

- 22** Масса стопки из тысячи одинаковых листов бумаги равна $(3,20 \pm 0,04)$ кг. Чему равна (с учётом погрешности) масса 250 таких листов бумаги?

Ответ: (_____ \pm _____) кг.

23

Школьник экспериментально изучает получение изображений при помощи тонкой собирающей линзы. Для этого он располагает тонкий предмет Π перпендикулярно главной оптической оси линзы на расстоянии a от линзы с фокусным расстоянием F .



Школьник проводит пять опытов, используя для этого предметы с разной высотой H и разные линзы, а также изменяя расстояние a . Какие **два** опыта позволят школьнику исследовать зависимость размера изображения предмета от расстояния a ?

№ опыта	Высота предмета H , см	Фокусное расстояние линзы F , см	Расстояние от предмета до линзы a , см
1	6	10	12
2	4	10	12
3	10	8	17
4	4	8	15
5	4	10	17

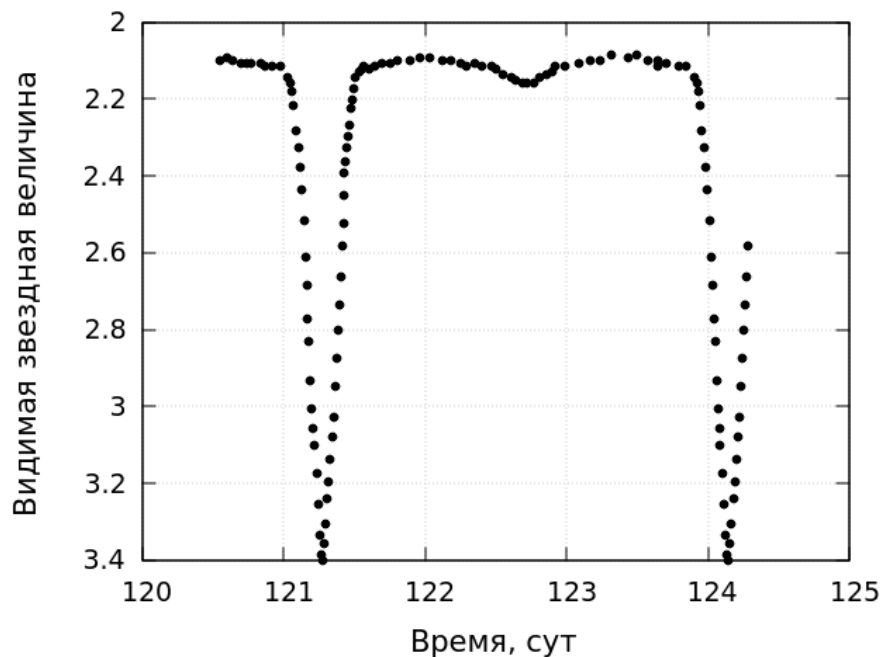
Запишите в ответе номера выбранных опытов.

Ответ:

--	--

24

На рисунке представлена зависимость блеска некоторой переменной звезды от времени.



Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют этому графику.

- 1) Период этой звезды составляет 1 сутки и 10 часов.
- 2) Эту звезду можно увидеть невооружённым глазом.
- 3) В моменты времени 121.3 суток и 124.1 суток звезда наиболее яркая.
- 4) Температура фотосферы звезды изменяется на 1200 К за период.
- 5) Эта звезда находится в нашей Галактике.

Ответ: _____.

Часть 2

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

- 25** Прямоугольная рамка из жёсткой проволоки находится в однородном магнитном поле с индукцией $0,1$ Тл, линии которого перпендикулярны плоскости рамки. Длина короткой стороны рамки 10 см. По рамке течёт постоянный ток. При этом сила Ампера, которая растягивает рамку в направлении вдоль её длинной стороны, в 3 раза отличается от силы Ампера, которая растягивает рамку вдоль её короткой стороны. Чему равен магнитный поток, пронизывающий рамку?

Ответ: _____ мВб.

- 26** Опыты по наблюдению фотоэффекта показывают, что работа выхода электрона из кристаллического образца зависит от ориентации кристалла относительно направления падающего излучения. При освещении медного образца светом с некоторой фиксированной длиной волны было установлено, что при вращении образца максимальная скорость фотоэлектронов изменяется в пределах от 610 км/с до 764 км/с. На сколько отличаются работы выхода электрона из меди при разных положениях образца? Ответ выразите в эВ и округлите до десятых долей.

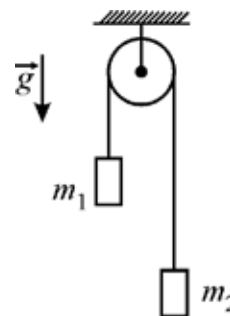
Ответ: _____ эВ.

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

- 27** Школьнику надо было долить воду в аквариум. Для этого он заполнил водой двухлитровую пластиковую бутылку, перевернул её и установил горловиной вниз на штативе на небольшой высоте над поверхностью воды в аквариуме, чтобы не держать её самому и не ждать, пока вся вода «выбулькнет» из бутылки. Однако оказалось, что когда вода в аквариуме поднялась до горловины бутылки и коснулась её, то вытекание воды прекратилось, а уровень воды в бутылке установился на высоте $H = 15$ см над уровнем воды в аквариуме. Объясните, опираясь на известные законы физики, почему вода перестала вытекать из бутылки. Чему при этом было равно давление p воздуха внутри неё, если атмосферное давление в этот момент равнялось $p_a = 102$ кПа? Постройте также примерный график зависимости давления внутри бутылки от высоты над уровнем её горловины. Высота бутылки равна h_0 .

Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

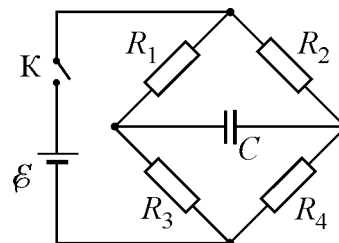
- 28** В системе, изображённой на рисунке, нить невесома и нерастяжима, блок невесом, трения нет. Массы грузов $m_1 = 1,5$ кг и $m_2 = 2$ кг. Во сколько раз изменится сила T натяжения нити, если увеличить массу груза m_1 в $n = 2$ раза?



- 29** Два одинаковых бильярдных шара массой $m = 250$ г каждый испытывают абсолютно упругое лобовое столкновение, причём первый шар перед столкновением двигался со скоростью $v = 4$ м/с, а второй – покоился. Какова была максимальная потенциальная энергия упругой деформации шаров в процессе их столкновения?

- 30** На газовой плите стоит цилиндрическая кастрюля с площадью поперечного сечения $S = 200$ см², в которой кипятятся 2 литра воды. Если подвод теплоты от горелки не меняется с течением времени, то за 10 минут выкипает слой воды толщиной $h = 1$ см. В кастрюлю начинают бросать с постоянной скоростью маленькие шарики льда, имеющие температуру $t = 0$ °С. Какую массу M таких шариков в минуту надо бросать для поддержания постоянного уровня кипящей воды в этой кастрюле?

- 31** В цепи, схема которой изображена на рисунке, ЭДС идеального источника равна $\mathcal{E} = 6$ В, ёмкость конденсатора $C = 2$ мкФ, сопротивления резисторов равны $R_1 = 1$ кОм, $R_2 = 2$ кОм, $R_3 = 3$ кОм, $R_4 = 4$ кОм. Какой заряд установится на конденсаторе спустя большое время после замыкания ключа К?



32

Учитель физики сделал наглядную действующую модель электронного осциллографа. Луч от лазерной указки отражается последовательно от двух небольших зеркал, находящихся на расстоянии $l = 10$ см друг от друга. Эти зеркала колеблются по гармоническим законам $\alpha_1 = \alpha_{10} \sin \omega t$ и $\alpha_2 = \alpha_{20} \sin \omega t$ вокруг взаимно перпендикулярных осей с амплитудами $\alpha_{10} = 2,58^\circ$ и $\alpha_{20} = 2,86^\circ$. На расстоянии $L = 1$ м от второго зеркала находится экран, перпендикулярный падающему на него лучу. Определите максимальный размер картинка, «выписываемой» на экране лазерным лучом, отражённым от зеркал два раза. Используйте то обстоятельство, что при малых углах α справедливы соотношения $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha \approx \alpha$.

Тренировочная работа №2 по ФИЗИКЕ

11 класс

7 ноября 2019 года

Вариант ФИ1910202

Выполнена: ФИО _____ класс _____

Инструкция по выполнению работы

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

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 25 и 26 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

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

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

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

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

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.**

Баллы, полученные Вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться Вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношения между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а. е. м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
1 астрономическая единица	$1 \text{ а.е.} \approx 150\,000\,000 \text{ км}$
1 световой год	$1 \text{ св. год} \approx 9,46 \cdot 10^{15} \text{ м}$
1 парсек	$1 \text{ пк} \approx 3,26 \text{ св. года}$

Масса частиц

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

Астрономические величины

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

Плотность

воды	1000 кг/м ³	подсолнечного масла	900 кг/м ³
древесины (сосны)	400 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
		ртути	13 600 кг/м ³

Удельная теплоёмкость

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

Удельная теплота

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

Нормальные условия

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

Молярная масса

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

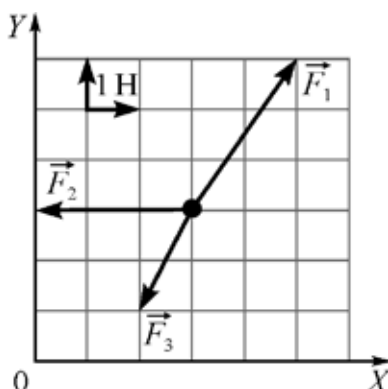
Часть 1

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

- 1** Материальная точка начинает двигаться по плоскости в момент времени $t = 0$. Её координаты x и y зависят от времени t по законам $x(t) = 15 - 3t^2$ и $y(t) = 25 - 4t^2$ (время измеряется в секундах, координаты – в метрах). Чему равен модуль перемещения точки за первую секунду движения?

Ответ: _____ м.

- 2** Точечное тело массой 0,5 кг находится на гладкой горизонтальной плоскости XOY . На это тело одновременно начинают действовать постоянные силы, векторы которых изображены на рисунке. Масштаб сетки на рисунке равен 1 Н.



Чему равна проекция ускорения этого тела на ось OX ?

Ответ: _____ м/с².

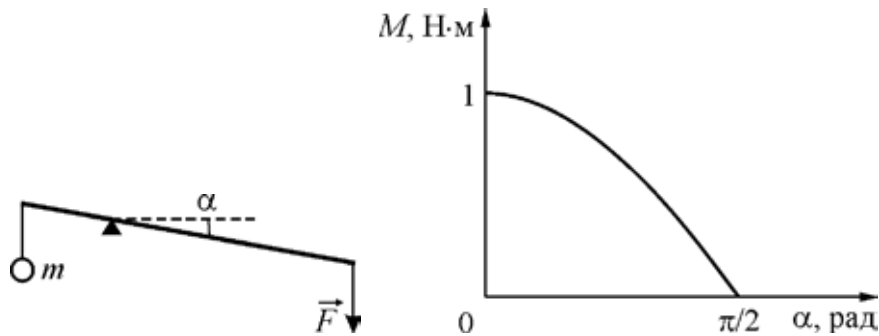
- 3** Тележка с кирпичами катится по инерции по горизонтальным рельсам, двигаясь со скоростью 2,2 м/с. Общая масса тележки и кирпичей равна 100 кг. Сопротивление движению тележки пренебрежимо мало. На тележку сверху падает кирпич массой 10 кг и прилипает к тележке. Скорость этого кирпича в момент падения направлена вниз перпендикулярно скорости тележки. Через некоторое время в дне тележки открывается люк, через который вертикально вниз выпадает такой же кирпич. Найдите модуль скорости, с которой будет двигаться тележка после выпадания кирпича через люк.

Ответ: _____ м/с.

4 Металлический куб с длиной ребра 0,5 м начинают опускать на тросе на дно заполненного водой бассейна. Определите модуль работы силы Архимеда при вертикальном перемещении куба на 4 м. Куб всё время был полностью погружён в воду.

Ответ: _____ Дж.

5 Из лёгкого жёсткого стержня сделан горизонтальный рычаг с длинами плеч 50 см и 200 см. К короткому концу рычага на нити подвешен груз массой m , а к длинному концу рычага для уравнивания приложена некоторая сила. Человек начинает медленно опускать длинный конец рычага, прикладывая к нему вертикально вниз силу \vec{F} (см. рисунок). На графике показана зависимость момента M силы тяжести груза m (относительно точки опоры рычага) от угла α между рычагом и горизонтом.



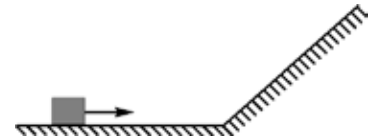
Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения на основании анализа графика.

- 1) При повороте рычага плечо действующей на груз силы тяжести не изменяется.
- 2) Когда уравновешенный рычаг горизонтален, модуль приложенной к его длинному концу силы равен 0,5 Н.
- 3) Масса груза m равна 250 г.
- 4) При увеличении угла α сила давления рычага на опору уменьшается.
- 5) Момент силы \vec{F} относительно точки опоры рычага всё время не превышает 1 Нм.

Ответ:

6

Точечное тело равномерно тянут по шероховатой поверхности, изображённой на рисунке, прикладывая к телу внешнюю силу, которая всё время параллельна поверхности.



Коэффициент трения между бруском и поверхностью одинаков на всём пути. Определите, как изменятся модуль действующей на тело силы нормальной реакции опоры и модуль равнодействующей всех приложенных к телу сил после перехода тела с горизонтальной поверхности на наклонную.

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 действующей на тело силы нормальной реакции	Модуль равнодействующей всех приложенных к телу сил

7

К лёгкой вертикальной пружине подвешивают гирию, в результате чего она в положении равновесия оказывается растянутой (по сравнению с недеформированным состоянием) на длину L . Затем груз толкают в вертикальном направлении, и он начинает колебаться с амплитудой $A < L$. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими получившийся пружинный маятник, и формулами, при помощи которых их можно найти. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ФОРМУЛА

- А) число колебаний маятника в единицу времени
 Б) модуль максимального ускорения гири в процессе колебаний

- 1) $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{A}}$
- 2) g
- 3) $\frac{Ag}{L}$
- 4) $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{L}}$

Ответ:

А	Б

8 При некотором значении среднеквадратичной скорости хаотического движения молекул идеального газа средняя кинетическая энергия его молекул равна 76×10^{-22} Дж. На сколько уменьшится средняя кинетическая энергия молекул этого газа после уменьшения средней квадратичной скорости его молекул в 2 раза? В качестве ответа приведите целое положительное число, которое должно умножаться на 10^{-22} .

Ответ: _____ $\times 10^{-22}$ Дж.

9 Внутренняя энергия одного моля газообразного метана в 2,5 раза больше внутренней энергии такого же количества идеального одноатомного газа при той же температуре. Какое количество теплоты выделится при изобарическом охлаждении 0,3 молей газообразного метана на 50 К? Ответ округлите до целого числа.

Ответ: _____ Дж.

10 При КПД теплового двигателя, равном 20%, модуль количества теплоты, отданного холодильнику за один цикл этой тепловой машиной, равен 1000 Дж. Какую работу совершает газ за один цикл?

Ответ: _____ Дж.

11 В таблице показаны результаты измерения зависимости давления p некоторого постоянного количества идеального одноатомного газа от его объёма V в некотором процессе. Давление приведено в атмосферах (1 атм. = 10^5 Па). Объём измерялся с точностью до сотой доли литра.

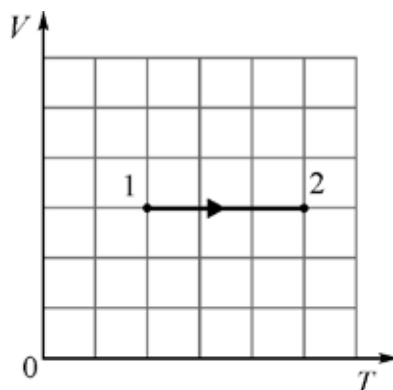
p , атм.	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1
V , л	1,50	1,56	1,63	1,70	1,78

Выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленной таблицы.

- 1) Этот процесс можно считать изотермическим.
- 2) Этот процесс можно считать изобарным.
- 3) Этот процесс можно считать адиабатным.
- 4) Внутренняя энергия газа в этом процессе убывает.
- 5) Внутренняя энергия газа в этом процессе при объёме 2,25 л была примерно равна 561 Дж.

Ответ:

- 12** На VT -диаграмме изображён процесс перехода одного моля идеального газа из состояния 1 в состояние 2.



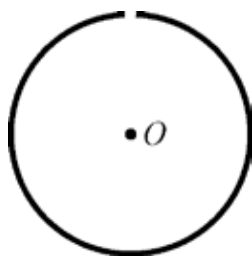
Определите, как при этом переходе изменяются давление газа и плотность газа. Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

Давление газа	Плотность газа

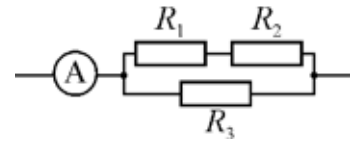
- 13** Непроводящее кольцо равномерно заряжено по длине отрицательным электрическим зарядом. Из кольца вырезали очень маленький кусочек так, как показано на рисунке.



Куда направлен относительно рисунка (*влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор напряжённости электростатического поля в центре O кольца? *Ответ запишите словом (словами).*

Ответ: _____.

14 На рисунке изображена схема участка электрической цепи, состоящего из трёх одинаковых резисторов и идеального амперметра, который показывает силу тока 3 А.



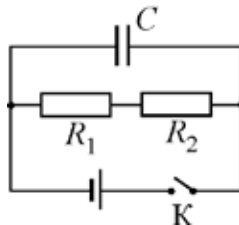
Найдите отношение мощности, выделяемой в сопротивлении R_3 к мощности, выделяемой в сопротивлении R_1 .

Ответ: _____.

15 Школьник прочитал в физической энциклопедии о том, что индуктивность катушки, намотанной из проволоки, пропорциональна квадрату числа витков. Школьник впаял в разные участки электрической цепи катушку № 1, в которой было 1600 витков, и катушку № 2, в которой было 200 витков. Оказалось, что сила тока, текущего в катушке № 1, в 4 раза меньше силы тока, текущего в катушке № 2. Во сколько раз отличаются энергии магнитного поля, запасённые в катушках № 1 и № 2?

Ответ: _____.

16 На рисунке показана схема электрической цепи, содержащая источник постоянного напряжения с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением, два резистора, имеющие сопротивления $R_1 = R$ и $R_2 = 2R$, конденсатор, соединительные провода и ключ.



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

- 1) Так как при замкнутом ключе ток через конденсатор не течёт, то напряжение на конденсаторе равно нулю.
- 2) При замкнутом ключе сумма напряжений на резисторах равна напряжению на конденсаторе.
- 3) Напряжение на конденсаторе меньше ЭДС источника напряжения.
- 4) При замкнутом ключе напряжение на резисторе R_1 равно напряжению на резисторе R_2 .
- 5) После размыкания ключа количество теплоты, выделившееся в резисторе R_1 , будет меньше, чем количество теплоты, выделившееся в резисторе R_2 .

Ответ:

17 Колебательный контур радиоприемника, подключённый к антенне, состоит из катушки индуктивности и конденсатора. Индуктивность катушки уменьшили, не меняя ёмкость конденсатора. При этом амплитуда колебаний силы тока в контуре также уменьшилась. Как в результате этого изменились резонансная частота этого контура и амплитуда колебаний заряда конденсатора?

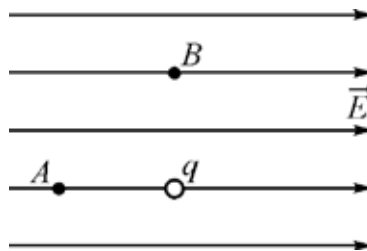
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась;
- 2) уменьшилась;
- 3) не изменилась.

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

Резонансная частота контура	Амплитуда колебаний заряда конденсатора

18 Во внешнем однородном электростатическом поле напряжённостью 400 В/м находится точечный положительный заряд $q = 3$ нКл. Точки A и B расположены на расстоянии 30 см от заряда q (см. рис.).



Установите соответствие между отношениями физических величин и численными значениями этих отношений. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ОТНОШЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН	ЧИСЛЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ОТНОШЕНИЯ
А) отношение модуля напряжённости результирующего электростатического поля в точке B к модулю напряжённости внешнего электростатического поля	1) 0,25 2) 0,6 3) 1,25
Б) отношение модуля напряжённости электростатического поля заряда q в точке A к модулю напряжённости результирующего электростатического поля в точке A	4) 3

Ответ:

А	Б

- 19** Магний имеет порядковый номер 12 в периодической системе элементов Д.И. Менделеева. В настоящее время науке известны 22 изотопа магния, массовые числа которых отличаются на единицу. Самый лёгкий из них имеет массовое число 19. Укажите минимальное и максимальное число нейтронов, которое может содержаться в известном науке изотопе магния.

Минимальное число нейтронов	Максимальное число нейтронов

- 20** На дифракционную решётку падает поток фотонов, частота которых равна 6×10^{14} Гц. Длина волны излучения этого фотона меньше расстояния между соседними штрихами дифракционной решётки в 2 раза. Сколько штрихов на 1 мм длины имеет эта дифракционная решётка?

Ответ: _____.

- 21** Установите соответствие между источником света и свойствами излучения, испускаемого этим источником. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ИСТОЧНИК
СВЕТА

- А) лампа накаливания
Б) лазер

СВОЙСТВО ИЗЛУЧЕНИЯ,
ИСПУСКАЕМОГО ИСТОЧНИКОМ

- 1) спектр содержит одну линию (или небольшое число линий)
- 2) нельзя использовать для получения интерференционной картины
- 3) испускается каждым атомом независимо от излучения, испускаемого другими атомами
- 4) нельзя наблюдать невооружённым глазом

Ответ:

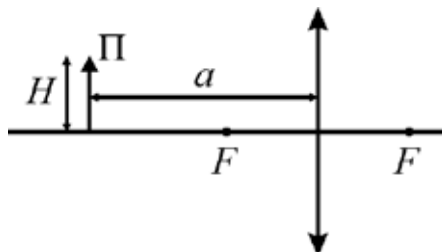
А	Б

- 22** Масса стопки из тысячи одинаковых листов бумаги равна $(3,20 \pm 0,05)$ кг. Чему равна (с учётом погрешности) масса 200 таких листов бумаги?

Ответ: (_____ \pm _____) кг.

23

Школьник экспериментально изучает получение изображений при помощи тонкой собирающей линзы. Для этого он располагает тонкий предмет Π перпендикулярно главной оптической оси линзы на расстоянии a от линзы с фокусным расстоянием F .



Школьник проводит пять опытов, используя для этого предметы с разной высотой H и разные линзы, а также изменяя расстояние a . Какие **два** опыта позволят школьнику исследовать зависимость размера изображения предмета от фокусного расстояния линзы?

№ опыта	Высота предмета H , см	Фокусное расстояние линзы F , см	Расстояние от предмета до линзы a , см
1	6	10	12
2	4	10	12
3	6	8	17
4	4	8	12
5	4	10	17

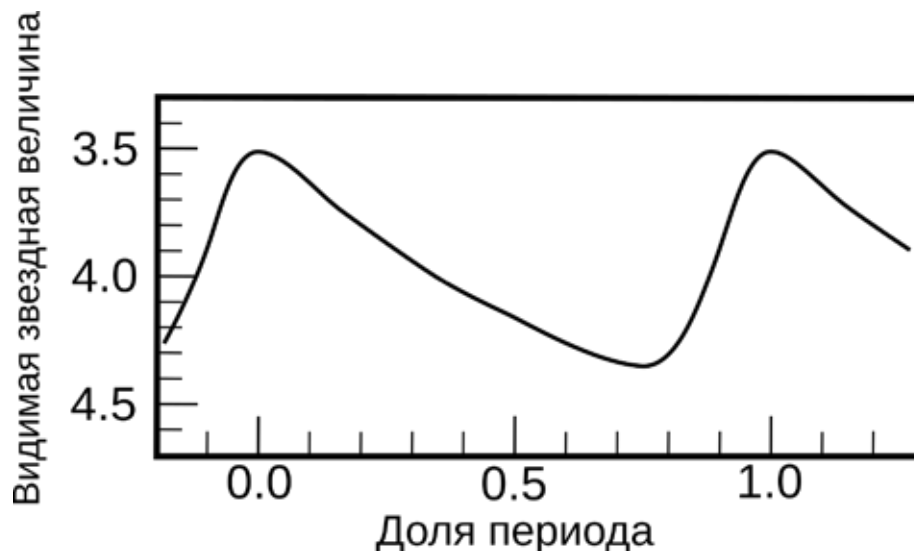
Запишите в ответе номера выбранных опытов.

Ответ:

--	--

24

На рисунке представлена зависимость блеска некоторой переменной звезды от времени, выраженного в долях периода. Период равен 5,375 суток.



Выберите **все** верные утверждения, которые соответствуют этому графику.

- 1) От минимума до максимума блеска звезды проходит около суток.
- 2) Эту звезду невозможно увидеть в телескоп.
- 3) В максимуме блеска звёздная величина звезды составляет 4,3.
- 4) За один период звезда светит ярче звёздной величины 3,8 в течение около полутора суток.
- 5) Это затменная переменная звезда.

Ответ: _____.

Часть 2

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

25

Прямоугольная рамка из жёсткой проволоки находится в однородном магнитном поле с индукцией $0,1$ Тл, линии которого перпендикулярны плоскости рамки. Магнитный поток, пронизывающий рамку, равен 12 мВб. По рамке течёт постоянный ток. При этом сила Ампера, которая растягивает рамку в направлении вдоль её короткой стороны, в 3 раза отличается от силы Ампера, которая растягивает рамку вдоль её длинной стороны. Чему равна длина короткой стороны рамки?

Ответ: _____ см.

26

Опыты по наблюдению фотоэффекта показывают, что работа выхода электрона из кристаллического образца зависит от ориентации кристалла относительно направления падающего излучения. При освещении образца из тантала светом с некоторой фиксированной длиной волны было установлено, что при вращении образца максимальная скорость фотоэлектронов изменяется в пределах от 230 км/с до 578 км/с. На сколько отличаются работы выхода электрона из тантала при разных положениях образца? Ответ выразите в эВ и округлите до десятых долей.

Ответ: _____ эВ.

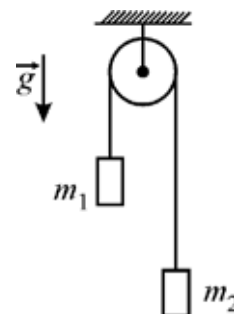
Для записи ответов на задания 27–32 используйте чистый лист. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем – решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

27

Школьнику надо было долить воду в аквариум. Для этого он заполнил водой полуторалитровую пластиковую бутылку, перевернул её и установил горловиной вниз на штативе на небольшой высоте над поверхностью воды в аквариуме, чтобы не держать её самому и не ждать, пока вся вода «выбулькнет» из бутылки. Однако оказалось, что когда вода в аквариуме поднялась до горловины бутылки и коснулась её, то вытекание воды прекратилось, а уровень воды в бутылке установился на высоте $H = 10$ см над уровнем воды в аквариуме. Объясните, опираясь на известные законы физики, почему вода перестала вытекать из бутылки. На сколько при этом давление p воздуха внутри бутылки отличалось от атмосферного давления $p_a = 10^5$ Па? Постройте также примерный график зависимости давления внутри бутылки от высоты над уровнем её горлышка. Высота бутылки равна h_0 .

Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

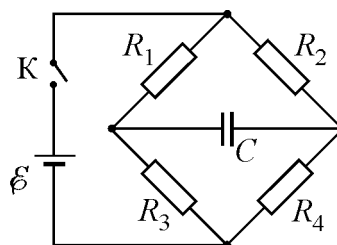
- 28** В системе, изображённой на рисунке, нить невесома и нерастяжима, блок невесом, трения нет. Массы грузов $m_1 = 200$ г и $m_2 = 600$ г. Во сколько раз изменится сила T натяжения нити, если увеличить массу груза m_2 в $n = 3$ раза?



- 29** Два одинаковых бильярдных шара массой $m = 0,5$ кг каждый испытывают абсолютно упругое лобовое столкновение, причём первый шар перед столкновением двигался со скоростью $v = 2$ м/с, а второй – покоился. Какова была максимальная потенциальная энергия упругой деформации шаров в процессе их столкновения?

- 30** На газовой плите стоит цилиндрическая кастрюля с площадью поперечного сечения $S = 250$ см², в которой кипятятся 2,5 литра воды. Если подвод теплоты от горелки не меняется с течением времени, то за 15 минут выкипает слой воды толщиной $h = 1,5$ см. В кастрюлю начинают бросать с постоянной скоростью маленькие шарики льда, имеющие температуру $t = 0$ °С. Какую массу M таких шариков в минуту надо бросать для того, чтобы уровень кипящей воды в этой кастрюле понижался вдвое медленнее?

- 31** В цепи, схема которой изображена на рисунке, ЭДС идеального источника равна $\mathcal{E} = 6$ В, ёмкость конденсатора $C = 4$ мкФ, сопротивления резисторов равны $R_1 = 4$ кОм, $R_2 = 3$ кОм, $R_3 = 2$ кОм, $R_4 = 1$ кОм. Какую энергию запасёт конденсатор спустя большое время после замыкания ключа К?



32

Учитель физики сделал наглядную действующую модель электронного осциллографа. Луч от лазерной указки отражается последовательно от двух небольших зеркал, находящихся на расстоянии $l = 20$ см друг от друга. Эти зеркала колеблются по гармоническим законам $\alpha_1 = \alpha_{10} \sin \omega t$ и $\alpha_2 = \alpha_{20} \sin \omega t$ вокруг взаимно перпендикулярных осей с амплитудами $\alpha_{10} = 2,58^\circ$ и $\alpha_{20} = 2,86^\circ$. На расстоянии $L = 2$ м от второго зеркала находится экран, перпендикулярный падающему на него лучу. Определите максимальный размер картинка, «выписываемой» на экране лазерным лучом, отражённым от зеркал два раза. Используйте то обстоятельство, что при малых углах α справедливы соотношения $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha \approx \alpha$.