

Тренировочная работа №5 по ФИЗИКЕ

11 класс

6 мая 2019 года

Вариант ФИ10501

Выполнена: ФИО _____ класс _____

Инструкция по выполнению работы

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

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 25–27 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы.

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

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

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

Ответ к заданиям 28–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. На чистом листе бумаги укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.**

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

Желаем успеха!

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

Десятичные приставки

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

Константы

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

Соотношения между различными единицами

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

Масса частиц

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

Астрономические величины

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

Плотность

воды	1000 кг/м ³	подсолнечного масла	900 кг/м ³
древесины (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	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

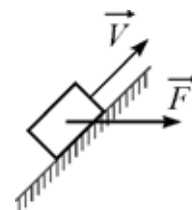
Часть 1

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** Установленная на станке фреза равномерно вращается с частотой 600 оборотов в минуту. Чему равен модуль ускорения точек, находящихся на расстоянии 3 см от оси фрезы? Ответ округлите до целого числа.

Ответ: _____ м/с².

- 2** По шероховатой наклонной плоскости с углом наклона 45° под действием горизонтально направленной силы $F = 2$ Н равномерно движется брусок массой 50 г. (см. рисунок). Определите отношение модуля силы трения к модулю силы нормальной реакции плоскости. Ответ округлите до десятых долей.

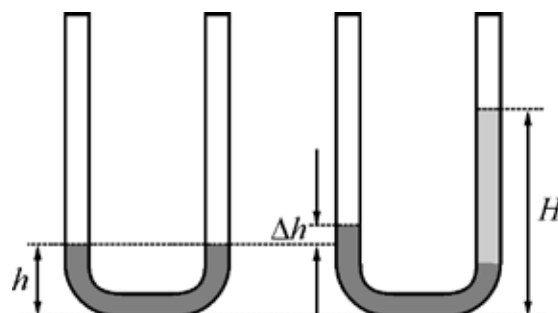


Ответ: _____.

- 3** Тело массой 500 г, упавшее с высоко летящего самолёта, летит вниз в воздухе с установившейся скоростью 60 м/с. Чему равен модуль мощности, которую развивает при этом сила сопротивления воздуха?

Ответ: _____ Вт.

- 4** В U-образную трубку налита вода до уровня $h = 10$ см. В правое колено трубки долили керосин. Высота уровня жидкости в правом колене составляет $H = 13$ см. На какую величину Δh поднялся уровень воды в левом колене трубки?



Ответ: _____ см.

5

Точечное тело массой 1,5 кг движется вдоль оси OX . В таблице представлена зависимость проекции V_x скорости тела на эту ось от времени t .

$t, \text{с}$	3	4	5	6	7
$V_x, \text{м/с}$	2	4	6	10	11

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленной таблицы.

- 1) В интервале от 3 с до 7 с тело движется равноускоренно.
- 2) В интервале от 3 с до 5 с проекция среднего ускорения тела на ось OX равна 2 м/с^2 .
- 3) В интервале от 3 с до 5 с тело движется равноускоренно.
- 4) В момент времени 6 с модуль импульса тела равен $15 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$.
- 5) В момент времени 3,5 с модуль импульса тела был равен $4,5 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$.

Ответ:

--	--

6

Маленький шарик массой m , надетый на горизонтальную гладкую спицу между двух пружин жёсткостью k (см. рисунок 1), совершает гармонические колебания с амплитудой A . Концы пружин прикреплены к вертикальным стенкам.

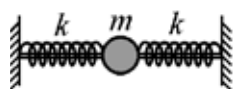


рис. 1

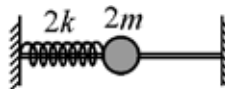


рис. 2

Определите, как изменятся максимальная потенциальная энергия системы и частота колебаний шарика, если систему заменить на другую, изображённую на рисунке 2, при неизменной амплитуде колебаний (в обоих случаях шарик не ударяется о стенки).

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Максимальная потенциальная энергия системы	Частота колебаний шарика

7

Искусственный спутник массой m движется вокруг Земли по круговой орбите радиусом R . Масса Земли равна M . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, которые их выражают.

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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

А) модуль силы притяжения спутника к Земле

Б) модуль импульса спутника

ФОРМУЛА

1) $\sqrt{\frac{GM}{R}}$

2) $\frac{GmM}{R}$

3) $m\sqrt{\frac{GM}{R}}$

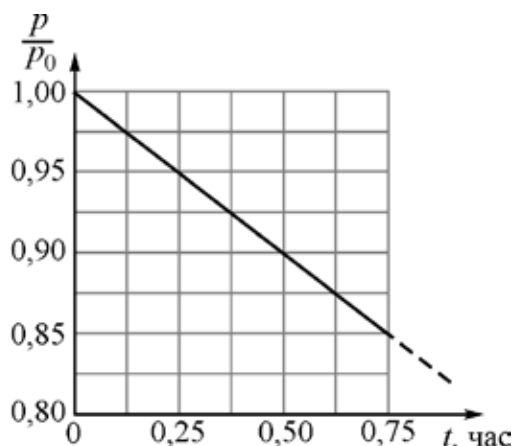
4) $\frac{GmM}{R^2}$

Ответ:

А	Б

8

В сосуде объёмом V находится идеальный газ при температуре T и давлении p_0 . В момент времени $t=0$ газ начинает равномерно и очень медленно вытекать из сосуда. При этом температура газа поддерживается постоянной. График зависимости давления этого газа (в долях p/p_0 от начального давления) от времени t изображён на рисунке. Определите, за какое время давление газа в сосуде станет в 4 раза меньше первоначального.



Ответ: _____ час.

9

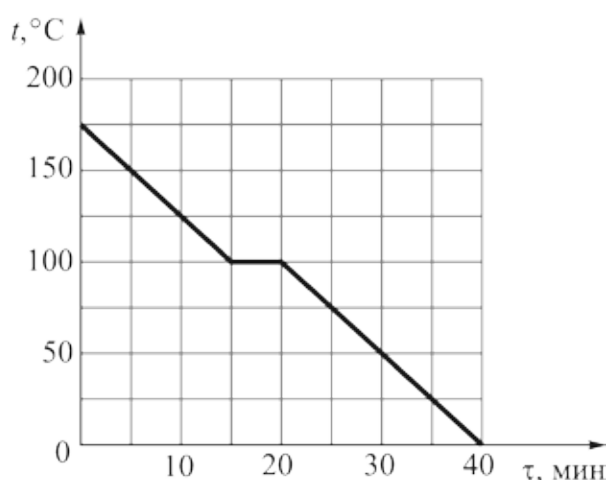
Идеальный газ участвует в циклическом процессе 1® 2® 3® 1. На участке 1® 2 давление газа изохорно возрастает. В процессе 2® 3 объём газа всё время возрастает, при этом газ совершает работу 25 Дж. В процессе 3® 1 объём газа всё время уменьшается, при этом над газом совершается работа 13 Дж. Чему равна полная работа, совершаемая газом за весь цикл?

Ответ: _____ Дж.

- 10** В калориметре находится 100 г льда при температуре $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Какую массу воды при температуре $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ необходимо долить в калориметр, чтобы 25 % льда растаяло? Потерями теплоты можно пренебречь. Ответ выразите в граммах и округлите до целого числа.

Ответ: _____ г.

- 11** На рисунке представлен график зависимости температуры t порции воды от времени t при её остывании в некотором эксперименте. Масса этой порции воды равна 200 г, удельная теплоёмкость водяного пара $2000\text{ Дж/(кг}\cdot^{\circ}\text{C)}$.



Выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленного графика.

- 1) Водяной пар от начала эксперимента до начала конденсации отдал количество теплоты 30 кДж.
- 2) Вода в жидком состоянии до конца эксперимента отдала количество теплоты 40 кДж.
- 3) К моменту окончания эксперимента вся вода замерзла.
- 4) Конденсация водяного пара происходила в течение 10 минут.
- 5) Конденсация водяного пара происходила в течение 5 минут.

Ответ:

--	--

- 12** Два теплоизолированных стеклянных сосуда одинаковых объёмов соединены короткой трубкой с закрытым краном. В одном сосуде находится два моля гелия при температуре T , в другом – три моля аргона при температуре $2T$. Кран открывают. Определите, как изменятся суммарная внутренняя энергия газов и внутренняя энергия гелия в результате достижения системой состояния термодинамического равновесия.

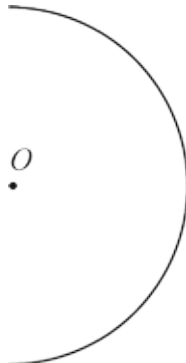
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Суммарная внутренняя энергия газов	Внутренняя энергия гелия

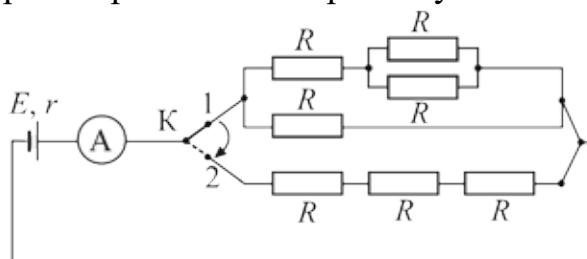
- 13** Положительный электрический заряд равномерно распределён по половине дуги окружности.



Определите, как направлен относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор напряжённости электрического поля в точке O , являющейся центром указанной окружности. *Ответ запишите словом (словами).*

Ответ: _____.

- 14** На рисунке изображена схема электрической цепи, состоящей из источника постоянного напряжения с ЭДС 4 В и внутренним сопротивлением 2 Ом, идеального амперметра, одинаковых резисторов с сопротивлением 2 Ом каждый, соединительных проводов и ключа К. В некоторый момент времени ключ переводят из положения 1 в положение 2. Определите отношение показаний амперметра в первом и во втором случае.



Ответ: _____.

- 15** Магнитный поток, пронизывающий катушку индуктивностью 2 мГн, уменьшился от 3 мВб до 1 мВб. Найдите модуль изменения энергии магнитного поля, запасенной в катушке.

Ответ: _____ мДж.

- 16** На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 20$ см расположен тонкий светящийся стержень ABC длиной 20 см. Точка C расположена ближе всего к линзе и находится на расстоянии $1,5F$ от линзы. Точка B - середина стержня.

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

- 1) Длина светящегося стержня составляет 0,75 от длины его изображения.
- 2) Оптическая сила линзы равна 0,05 дптр.
- 3) Если повернуть стержень вокруг точки B на 90 градусов, расположив его параллельно линзе, то размер изображения уменьшится.
- 4) Если сместить стержень вдоль главной оптической оси дальше от линзы на расстояние, равное четверти фокусного, то размер изображения возрастёт.
- 5) Если закрыть среднюю часть линзы непрозрачным материалом, то изображение предмета пропадёт.

Ответ:

--	--

17

Свет падает сверху под некоторым углом на горизонтальную поверхность стекла. При этом часть света отражается, а часть преломляется. На стекло сверху наливают слой воды. Свет продолжает падать под тем же углом уже на воду. Как в результате наливания воды изменятся угол отражения света от стекла и угол преломления света на границе стекла?

Для каждой физической величины определите соответствующий характер изменения:

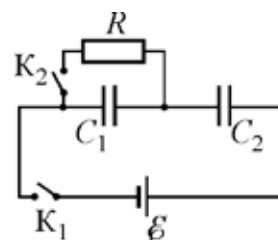
- 1) увеличилась;
- 2) уменьшилась;
- 3) не изменилась.

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

Угол отражения света от стекла	Угол преломления света на границе стекла

18

Электрическая цепь состоит из источника постоянного напряжения с ЭДС E , двух ключей, двух незаряженных конденсаторов одинаковой электроёмкостью $C_1 = C_2 = C$ и резистора сопротивлением R . Ключ K_1 замыкают, ключ K_2 при этом остаётся разомкнутым. Через достаточно продолжительное время после этого ключ K_2 также замыкают.



Установите соответствие между физическими величинами и выражающими их формулами. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ФОРМУЛА

- А) заряд конденсатора C_1 непосредственно перед замыканием ключа K_2
- Б) напряжение на конденсаторе C_2 через большое время после замыкания ключа K_2

- 1) $\frac{CE}{2}$
- 2) E
- 3) $\frac{E}{2}$
- 4) CE

Ответ:

А	Б

- 19** Молекула тяжёлой воды состоит из двух атомов дейтерия ${}^2_1\text{D}$ и одного атома кислорода с атомным номером 8. Атомная масса этой молекулы равна 22. Сколько нейтронов содержится в ядре изотопа кислорода и каково общее число протонов в ядрах всех атомов, составляющих эту молекулу?

Число нейтронов в ядре изотопа кислорода	Общее число протонов в ядрах атомов, составляющих молекулу

- 20** Через 5 суток наблюдения количество нераспавшихся ядер некоторого радиоактивного изотопа оказалось в 3 раза меньше количества распавшихся ядер. Определите период полураспада этого изотопа.

Ответ: _____ час.

- 21** Установите соответствие между наименованием ядерной реакции и уравнением, которое может служить примером такой ядерной реакции.
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

НАИМЕНОВАНИЕ ЯДЕРНОЙ РЕАКЦИИ

УРАВНЕНИЕ, СЛУЖАЩЕЕ
ПРИМЕРОМ ЯДЕРНОЙ
РЕАКЦИИ

- А) вынужденное деление атомного ядра
Б) альфа-распад

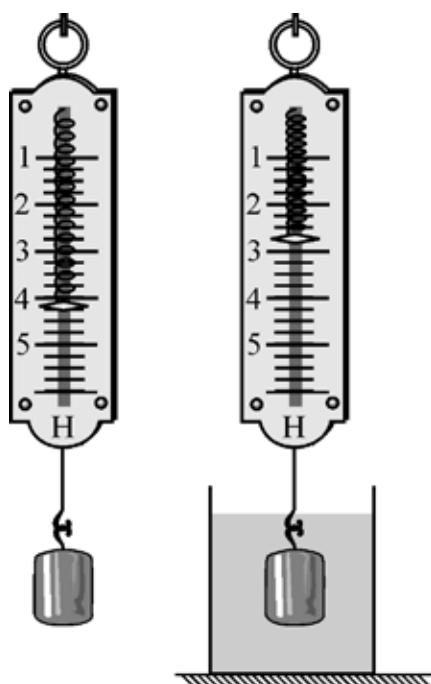
- 1) ${}^3_1\text{H} + {}^3_2\text{He} + {}^0_{-1}\text{e} + \bar{\nu}_e$
 2) ${}^8_4\text{Be} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{12}_6\text{C}$
 3) ${}^1_0\text{n} + {}^{235}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{92}_{36}\text{Kr} + {}^{141}_{56}\text{Ba} + 3 {}^1_0\text{n}$
 4) ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\text{Th} + {}^4_2\text{He}$

Ответ:

А	Б

22

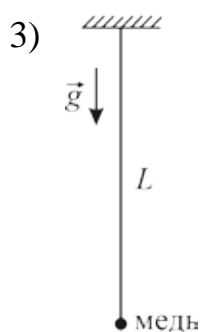
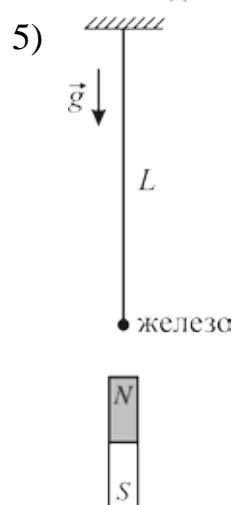
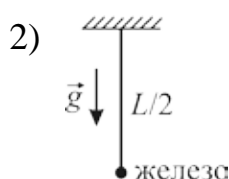
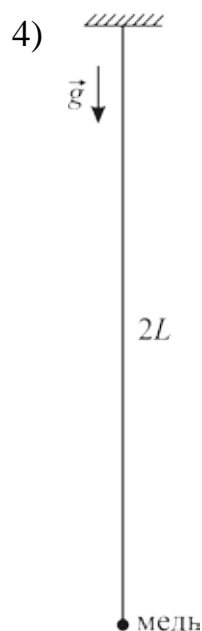
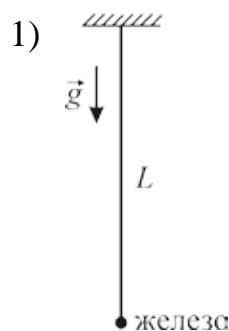
Определите модуль силы Архимеда, действующей на тело, погруженное в жидкость, учитывая, что погрешность измерений равна цене деления шкалы динамометра.



Ответ: (_____ \pm _____) Н.

23

Школьник решил проверить утверждение о том, что период малых свободных колебаний математического маятника при прочих равных условиях не зависит от массы груза, из которого изготовлен маятник. В качестве грузов маятников школьник может применять шарики одинакового радиуса, сделанные из разных материалов. Какие **две** установки следует использовать для проверки этого утверждения?



Ответ:

--	--

24

Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

Звезда	Видимая звездная величина	Спектральный класс	Радиус, (в радиусах Солнца)	Масса, (в массах Солнца)
Антарес	0,9	М	400	12
Поллукс	1,1	К	8	1,7
Фомальгаут	1,2	А	1,8	1,9
Мимоза	1,3	В	8	14
Денеб	1,3	А	210	21
Адара	1,5	В	14	10

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд.

- 1) Антарес – самая холодная звезда в этом списке.
- 2) Средняя плотность Поллукса больше, чем у Мимозы.
- 3) Фомальгаут имеет красный цвет.
- 4) Денеб – самая удалённая от нас звезда в этом списке.
- 5) Адара – самая яркая звезда на нашем небе в этом списке.

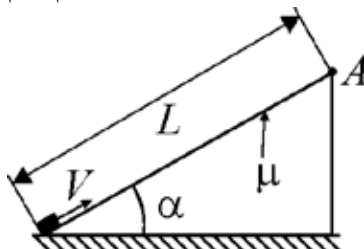
Ответ:

--	--

Часть 2

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

- 25** Маленькому телу, покоящемуся у основания шероховатой наклонной плоскости, сообщают начальную скорость $V = 4$ м/с, направленную вверх вдоль наклонной плоскости. Длина наклонной плоскости $L = 50$ см, угол при её основании $\alpha = 60^\circ$, коэффициент трения тела о плоскость $\mu = 0,19$, сопротивление воздуха пренебрежимо мало. На какую максимальную высоту поднимется тело относительно точки А наклонной плоскости? Ответ выразите в см и округлите до целого числа.



Ответ: _____ см.

- 26** В сосуде находится смесь воздуха с насыщенным водяным паром. Если при неизменной температуре увеличить объём этого сосуда в k раз, то влажность воздуха в сосуде уменьшится на 38 %. Определите величину k . Ответ округлите до десятых долей.

Ответ: _____.

- 27** К источнику постоянного напряжения с внутренним сопротивлением 2 Ом подсоединены параллельно два одинаковых резистора с сопротивлением 6 Ом каждый. Один из резисторов отсоединяют. Найдите, как относится КПД источника после отсоединения резистора к КПД, который был у источника до отсоединения резистора.

Ответ: _____.

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

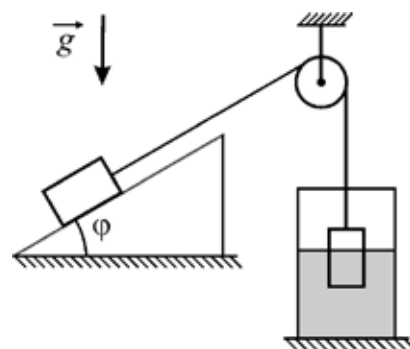
28

Дифракционная решётка с периодом d освещена нормально падающим параллельным пучком монохроматического света с длиной волны λ . После решётки свет фокусируется на экране, находящемся в фокальной плоскости линзы с фокусным расстоянием F . В результате на экране наблюдается дифракционная картина в виде маленьких светлых пятен, расположенных вдоль линии, перпендикулярной штрихам решетки. Затем к этой решётке прикладывают вторую такую же, у которой штрихи расположены перпендикулярно штрихам первой решетки. Объясните, руководствуясь известными физическими законами и закономерностями, какой вид будет иметь дифракционная картина на экране при малых углах отклонения света от оптической оси системы, и чему будет равен период этой картины.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29

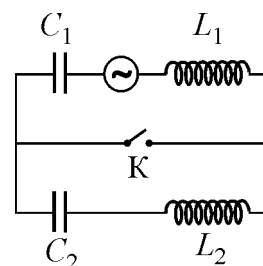
Механическая система, изображённая на рисунке, находится в состоянии равновесия. Трения нет, нить невесома и соединяет через неподвижный блок два тела, массы которых одинаковы. Первое тело находится на наклонной плоскости с углом наклона к горизонту $\varphi = 30^\circ$, а второе погружено на $2/3$ своего объёма в жидкость, налитую в неподвижный сосуд. Найдите отношение плотностей жидкости и второго тела ρ/ρ_T .

**30**

В очень лёгкий калориметр, содержащий $m_v = 500$ г воды при температуре $t_1 = 20^\circ\text{C}$, опустили железный шарик массой $m_{\text{ж}} = 200$ г, разогретый до температуры $t_2 = 1400^\circ\text{C}$. Чему будет равна температура воды, оставшейся в калориметре после завершения всех процессов теплообмена между частями этой системы? Считайте, что 10% массы паров воды, образующихся в процессе её кипения, сразу покидают калориметр без теплообмена с его содержимым, а остальные конденсируются в воде, окружающей шарик.

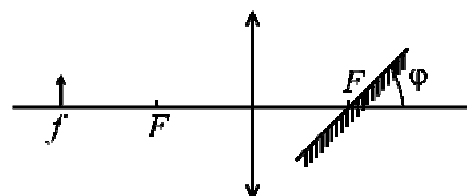
31

В колебательном контуре, состоящем из двух катушек, двух конденсаторов, ключа и источника переменного напряжения, соединённых как показано на схеме, ёмкости конденсаторов равны $C_1 = 5 \text{ мкФ}$ и $C_2 = 20 \text{ мкФ}$, индуктивности катушек $L_1 = 5 \text{ мГн}$, и $L_2 = 4 \text{ мГн}$. Сопротивление цепи пренебрежимо мало. Во сколько раз изменится резонансная частота этого контура после замыкания ключа К?



32

На рисунке изображена оптическая схема системы, в которой малый предмет находится на расстоянии $f = 40 \text{ см}$ на главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 20 \text{ см}$. За линзой на расстоянии F от неё расположено плоское зеркало, наклонённое под углом $\varphi = 45^\circ$ к главной оптической оси. Чему равно расстояние l между предметом и его действительным изображением в этой оптической системе?



Тренировочная работа №5 по ФИЗИКЕ

11 класс

6 мая 2019 года

Вариант ФИ10502

Выполнена: ФИО _____ класс _____

Инструкция по выполнению работы

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

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 25–27 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы.

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

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

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

Ответ к заданиям 28–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. На чистом листе бумаги укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.**

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

Желаем успеха!

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

Десятичные приставки

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

Константы

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

Соотношения между различными единицами

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

Масса частиц

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

Астрономические величины

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

Плотность

воды	1000 кг/м ³	подсолнечного масла	900 кг/м ³
древесины (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	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

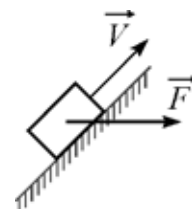
Часть 1

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** Установленная на станке фреза равномерно вращается с частотой 300 оборотов в минуту. Модуль ускорения некоторой точки фрезы равен $49,3 \text{ м/с}^2$. На каком расстоянии от оси фрезы находится эта точка? Ответ округлите до целого числа.

Ответ: _____ см.

- 2** По шероховатой наклонной плоскости с углом наклона 45° под действием горизонтально направленной силы $F = 2 \text{ Н}$ равномерно движется брусок массой 50 г. (см. рисунок). Определите отношение модуля силы трения к модулю силы тяжести. Ответ округлите до десятых долей.

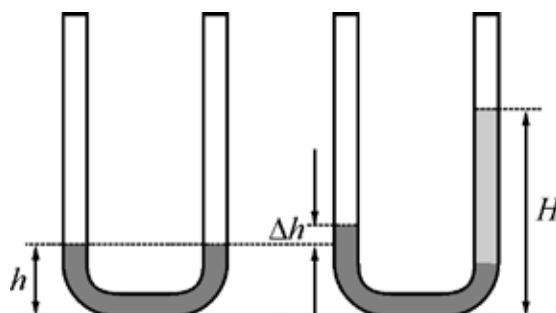


Ответ: _____.

- 3** Тело массой 0,7 кг, упавшее с высоко летящего самолёта, летит вниз в воздухе с установившейся скоростью 3 км/мин. Чему равен модуль мощности, которую развивает при этом сила сопротивления воздуха?

Ответ: _____ Вт.

- 4** В U-образную трубку налита вода до уровня $h = 5 \text{ см}$. В правое колено трубки долили керосин. При этом высота уровня воды в левом колене трубки увеличилась на величину $\Delta h = 2 \text{ см}$. Определите высоту уровня свободной поверхности жидкости H в правом колене трубки.



Ответ: _____ см.

5

Точечное тело массой 2 кг движется вдоль оси OX . В таблице представлена зависимость проекции V_x скорости тела на эту ось от времени t .

$t, \text{с}$	5	6	7	8	9
$V_x, \text{м/с}$	-3	-5	-7	-11	-12

Из приведённого ниже списка выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленной таблицы.

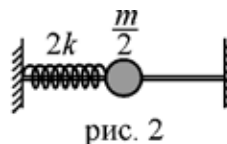
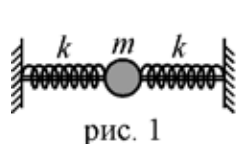
- 1) В интервале от 5 с до 9 с тело движется равнозамедленно.
- 2) В интервале от 5 с до 7 с проекция среднего ускорения тела на ось OX равна -2 м/с^2 .
- 3) В интервале от 5 с до 7 с тело движется равноускоренно.
- 4) В момент времени 6 с кинетическая энергия тела равна 25 Дж.
- 5) В момент времени 5,5 с модуль импульса тела был равен 8 кгЖ/с.

Ответ:

--	--

6

Маленький шарик массой m , надетый на горизонтальную гладкую спицу между двух пружин жёсткостью k (см. рисунок 1), совершает гармонические колебания с амплитудой A . Концы пружин прикреплены к вертикальным стенкам.



Определите, как изменятся период колебаний шарика и максимальная кинетическая энергия шарика, если систему заменить на другую, изображённую на рисунке 2, при неизменной амплитуде колебаний.

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.

Период колебаний шарика	Максимальная кинетическая энергия шарика

7

Искусственный спутник массой m движется вокруг Земли по круговой орбите радиусом R . Масса Земли равна M . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, которые их выражают.

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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

А) модуль скорости спутника

Б) кинетическая энергия спутника

ФОРМУЛА

1) $\sqrt{\frac{GM}{R}}$

2) $\frac{GmM}{2R}$

3) $m\sqrt{\frac{GM}{R}}$

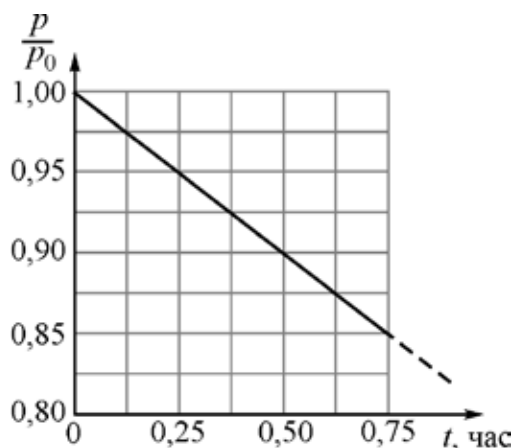
4) $\frac{GmM}{R}$

Ответ:

А	Б

8

В сосуде объёмом V находится идеальный газ при температуре T и давлении p_0 . В момент времени $t = 0$ газ начинает равномерно и очень медленно вытекать из сосуда. При этом температура газа поддерживается постоянной. График зависимости давления этого газа (в долях p/p_0 от начального давления) от времени t изображён на рисунке. Определите, через какое время давление газа в сосуде станет в 5 раз меньше первоначального.



Ответ: _____ час.

9

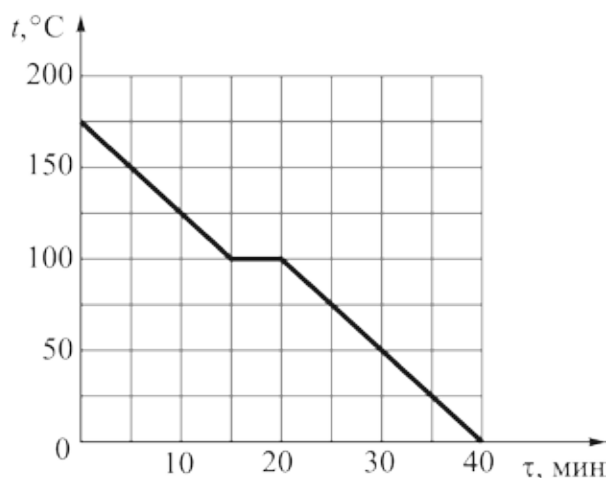
Идеальный газ участвует в циклическом процессе 1® 2® 3® 1. На участке 1® 2 давление газа изохорно уменьшается. В процессе 2® 3 объём газа всё время уменьшается, при этом над газом совершается работа 11 Дж. В процессе 3® 1 объём газа всё время увеличивается, при этом газ совершает работу 25 Дж. Чему равна полная работа, совершаемая газом за весь цикл?

Ответ: _____ Дж.

- 10** В калориметре находится 100 г льда при температуре -10°C . Какую массу воды при температуре 32°C необходимо долить в калориметр, чтобы 75% льда растаяло? Потерями теплоты можно пренебречь. Ответ выразите в граммах и округлите до целого числа.

Ответ: _____ г.

- 11** На рисунке представлен график зависимости температуры t порции воды от времени t при её остывании в некотором эксперименте. Масса этой порции воды равна 200 г, удельная теплоёмкость водяного пара $2000 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$.



Выберите **два** верных утверждения на основании анализа представленного графика.

- 1) При конденсации водяной пар отдал количество теплоты 2000 Дж.
- 2) Вода находилась в жидком состоянии в течение 5 минут.
- 3) Вода находилась полностью в газообразном состоянии в течение 15 минут.
- 4) Вода в жидком состоянии до конца эксперимента отдала количество теплоты 84 кДж.
- 5) К моменту окончания эксперимента вся вода замерзла.

Ответ:

--	--

- 12** Два теплоизолированных стеклянных сосуда одинаковых объёмов соединены короткой трубкой с закрытым краном. В одном сосуде находится два моля гелия при температуре T , в другом – три моля аргона при температуре $2T$. Кран открывают. Определите, как изменятся внутренняя энергия аргона и суммарная внутренняя энергия газов в результате достижения системой состояния термодинамического равновесия.

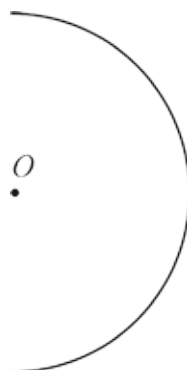
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Внутренняя энергия аргона	Суммарная внутренняя энергия газов

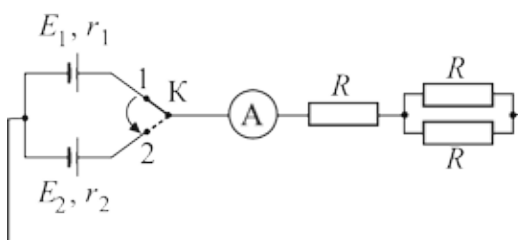
- 13** Отрицательный электрический заряд равномерно распределён по половине дуги окружности.



Определите, как направлен относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор напряжённости электрического поля в точке O , являющейся центром указанной окружности. *Ответ запишите словом (словами).*

Ответ: _____.

- 14** На рисунке изображена схема электрической цепи, состоящей из двух источников постоянного напряжения с ЭДС $E_1 = 4$ В и внутренним сопротивлением $r_1 = 2$ Ом и с ЭДС $E_2 = 2$ В и внутренним сопротивлением $r_2 = 4,5$ Ом, идеального амперметра, одинаковых резисторов с сопротивлением 2 Ом каждый, соединительных проводов и ключа К. В некоторый момент времени ключ переводят из положения 1 в положение 2. Определите отношение показаний амперметра в первом и во втором случае.



Ответ: _____.

- 15** Магнитный поток, пронизывающий катушку индуктивностью 3 мГн, увеличился от 2 мВб до 4 мВб. На сколько изменилась энергия магнитного поля, запасенная в катушке?

Ответ: _____ мДж.

- 16** На главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 20$ см расположен тонкий светящийся стержень ABC длиной 20 см. Точка C расположена ближе всего к линзе и находится на расстоянии $1,5F$ от линзы. Точка B - середина стержня. Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения.

- 1) Длина изображения светящегося стержня составляет 0,75 от длины самого стержня.
- 2) Оптическая сила линзы равна 5 дптр.
- 3) Если повернуть стержень вокруг точки B на 90 градусов, расположив его параллельно линзе, то размер изображения стержня возрастет.
- 4) Если сместить стержень вдоль главной оптической оси, дальше от линзы на расстояние, равное четверти фокусного, то размер изображения уменьшится.
- 5) Если переместить стержень вверх, параллельно главной оптической оси, на расстояние 6 см, то изображение стержня пропадёт.

Ответ:

--	--

17

На горизонтальную поверхность стекла налит слой воды. Свет падает сверху под некоторым углом на воду. При этом часть света отражается, а часть преломляется. Вода высыхает, и свет продолжает падать под тем же углом уже на стекло. Как в результате высыхания воды изменятся угол отражения света от стекла и угол преломления света на границе стекла?

Для каждой физической величины определите соответствующий характер изменения:

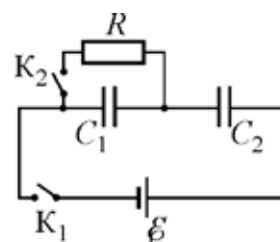
- 1) увеличилась;
- 2) уменьшилась;
- 3) не изменилась.

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

Угол отражения света от стекла	Угол преломления света на границе стекла

18

Электрическая цепь состоит из источника постоянного напряжения с ЭДС E , двух ключей, двух незаряженных конденсаторов одинаковой электроёмкостью $C_1 = C_2 = C$ и резистора сопротивлением R . Ключ K_1 замыкают, ключ K_2 при этом остаётся разомкнутым. Через достаточно продолжительное время после этого ключ K_2 также замыкают.



Установите соответствие между физическими величинами и выражающими их формулами. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ФОРМУЛА

- А) заряд конденсатора C_2 через большое время после замыкания ключа K_2
- Б) напряжение на конденсаторе C_1 непосредственно перед замыканием ключа K_2

- 1) $\frac{CE}{2}$
- 2) E
- 3) $\frac{E}{2}$
- 4) CE

Ответ:

А	Б

- 19** Молекула тяжёлой воды состоит из двух атомов дейтерия ${}^2_1\text{D}$ и одного атома кислорода с атомным номером 8. Атомная масса этой молекулы равна 21. Сколько нейтронов содержится в ядре изотопа кислорода и каково общее число протонов в ядрах всех атомов, составляющих эту молекулу?

Число нейтронов в ядре изотопа кислорода	Общее число протонов в ядрах атомов, составляющих молекулу

- 20** Через 6 суток наблюдения количество нераспавшихся ядер некоторого радиоактивного изотопа оказалось в 7 раз меньше количества распавшихся ядер. Определить период полураспада этого изотопа.

Ответ: _____ час.

- 21** Установите соответствие между наименованием ядерной реакции и уравнением, которое может служить примером такой ядерной реакции.
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

НАИМЕНОВАНИЕ ЯДЕРНОЙ
РЕАКЦИИ

- А) реакция ядерного синтеза
Б) электронный бета-распад

УРАВНЕНИЕ, СЛУЖАЩЕЕ
ПРИМЕРОМ ЯДЕРНОЙ РЕАКЦИИ

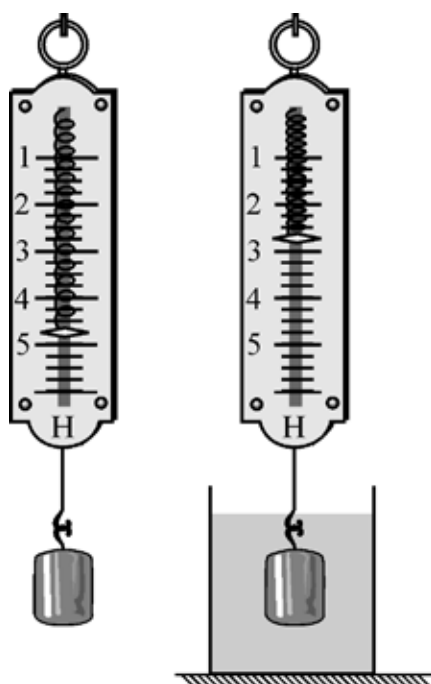
- 1) ${}^3_1\text{H} + {}^3_2\text{He} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$
2) ${}^8_4\text{Be} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{12}_6\text{C}$
3) ${}^{236}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{92}_{36}\text{Kr} + {}^{141}_{56}\text{Ba} + 3 {}^1_0\text{n}$
4) ${}^{238}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{234}_{90}\text{Th} + {}^4_2\text{He}$

Ответ:

А	Б

22

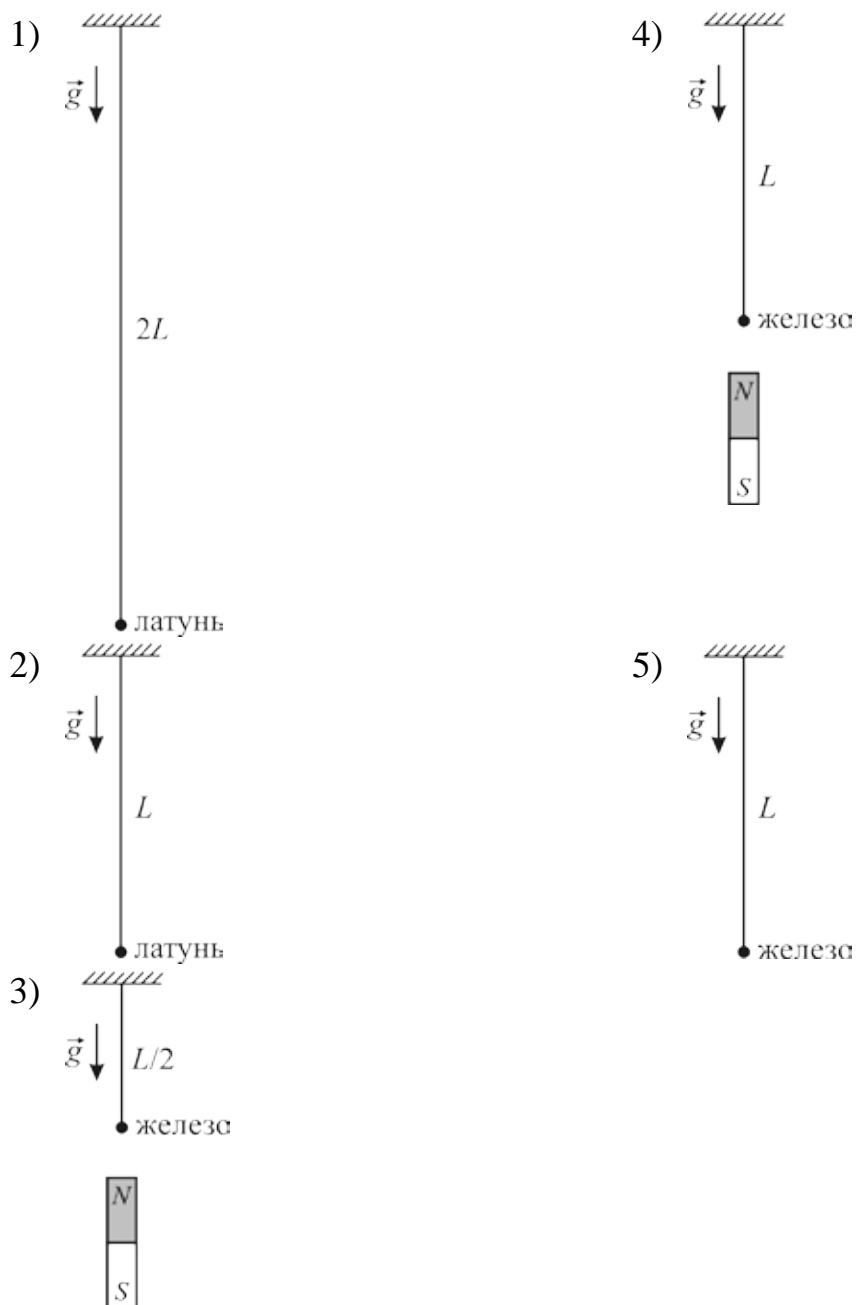
Определите модуль силы Архимеда, действующей на тело, погруженное в жидкость, учитывая, что погрешность измерений равна цене деления шкалы динамометра.



Ответ: (_____ \pm _____) Н.

23

Школьник решил проверить утверждение о том, что период малых свободных колебаний математического маятника при прочих равных условиях не зависит от массы груза, из которого изготовлен маятник. В качестве грузов маятников школьник может применять шарики одинакового радиуса, сделанные из разных материалов. Какие **две** установки следует использовать для проверки этого утверждения?



Ответ:

--	--

24

Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

Звезда	Видимая звездная величина	Спектральный класс	Радиус, (в радиусах Солнца)	Расстояние, парсек
Антарес	0,9	М	400	190
Поллукс	1,1	К	8	10
Фомальгаут	1,2	А	1,8	7,7
Мимоза	1,3	В	8	86
Денеб	1,3	А	210	505
Адара	1,5	В	14	131

Выберите **два** утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд.

- 1) Антарес относится к красным карликам.
- 2) У Фомальгаута самая высокая светимость среди этого списка звёзд.
- 3) Объём Мимозы в 512 раз больше объёма Солнца.
- 4) Параллакс Денеба минимальный среди звёзд этого списка.
- 5) От Адары приходит в 4 раза меньше света, чем от Поллукса.

Ответ:

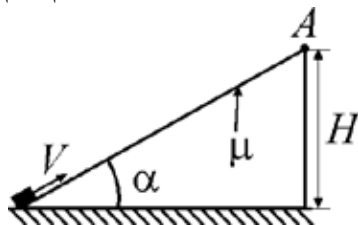
--	--

Часть 2

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

25

Маленькому телу, покоящемуся у основания шероховатой наклонной плоскости, сообщают начальную скорость $V = 6$ м/с, направленную вверх вдоль наклонной плоскости. Высота наклонной плоскости $H = 80$ см, угол при её основании $\alpha = 45^\circ$, коэффициент трения тела о плоскость $\mu = 1/2$, сопротивление воздуха пренебрежимо мало. На какую максимальную высоту поднимется тело относительно точки А наклонной плоскости? Ответ выразите в см и округлите до целого числа.



Ответ: _____ см.

26

В сосуде находится смесь воздуха с насыщенным водяным паром. Если при неизменной температуре увеличить объём этого сосуда в k раз, то влажность воздуха в сосуде уменьшится на 68 %. Определите величину k . Ответ округлите до десятых долей.

Ответ: _____.

27

К источнику постоянного напряжения с внутренним сопротивлением 2 Ом подсоединен резистор с сопротивлением 6 Ом. Параллельно резистору подсоединили второй такой же. Найдите, как относится КПД источника после подсоединения второго резистора к КПД, который был у источника до подсоединения второго резистора.

Ответ: _____.

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

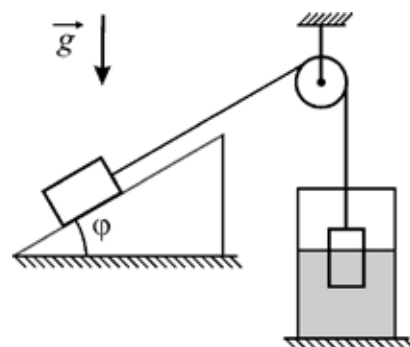
28

Дифракционная решётка с периодом d освещена нормально падающим параллельным пучком монохроматического света с длиной волны λ . После решётки свет фокусируется на экране, находящемся в фокальной плоскости линзы с фокусным расстоянием F . В результате на экране наблюдается дифракционная картина в виде маленьких светлых пятен, расположенных вдоль линии, перпендикулярной штрихам решетки (ось x). Затем к этой решётке прикладывают вторую с периодом $d/2$, у которой штрихи расположены перпендикулярно штрихам первой решетки. Объясните, руководствуясь известными физическими законами и закономерностями, какой вид будет иметь дифракционная картина на экране при малых углах отклонения света от оптической оси системы, и чему будут равны периоды этой картины вдоль оси x и перпендикулярной к ней оси y .

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

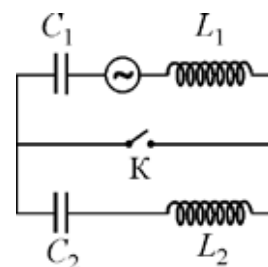
29

Механическая система, изображённая на рисунке, находится в состоянии равновесия. Трения нет, нить невесома и соединяет через неподвижный блок два тела, массы которых одинаковы. Первое тело находится на наклонной плоскости с углом наклона к горизонту $\varphi = 45^\circ$, а второе погружено на $3/4$ своего объёма в жидкость, налитую в неподвижный сосуд. Найдите отношение плотностей жидкости и второго тела ρ/ρ_T .



30 В очень лёгкий калориметр, содержащий $m_{\text{в}} = 600$ г воды при температуре $t_1 = 20$ °С, опустили железный шарик массой $m_{\text{ж}} = 200$ г, разогретый до температуры $t_2 = 1300$ °С. Чему будет равна температура воды, оставшейся в калориметре после завершения всех процессов теплообмена между частями этой системы? Считайте, что 10% массы паров воды, образующихся в процессе её кипения, сразу покидают калориметр без теплообмена с его содержимым, а остальные конденсируются в воде, окружающей шарик.

31 В колебательном контуре, состоящем из двух катушек, двух конденсаторов, ключа и источника переменного напряжения, соединённых как показано на схеме, ёмкости конденсаторов равны $C_1 = 4$ мкФ и $C_2 = 6$ мкФ, индуктивности катушек $L_1 = 9$ мГн и $L_2 = 6$ мГн. Сопротивление цепи пренебрежимо мало. Во сколько раз изменится резонансная частота этого контура после замыкания ключа К?



32 На рисунке изображена оптическая схема системы, в которой малый предмет находится на расстоянии $f = 20$ см на оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 10$ см. За линзой на расстоянии F от неё расположено плоское зеркало, наклоненное под углом $\varphi = 45^\circ$ к главной оптической оси. Чему равно расстояние l между предметом и его действительным изображением в этой оптической системе?

