

## Тренировочная работа №5 по ФИЗИКЕ

11 класс

18 мая 2020 года

Вариант ФИ1910501

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. Ответ 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 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 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 $\pi$	$\pi = 3,14$
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 <sup>3</sup>	подсолнечного масла	900 кг/м <sup>3</sup>
древесины (сосны)	400 кг/м <sup>3</sup>	алюминия	2700 кг/м <sup>3</sup>
керосина	800 кг/м <sup>3</sup>	железа	7800 кг/м <sup>3</sup>
		ртути	13 600 кг/м <sup>3</sup>

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

**Молярная масса**

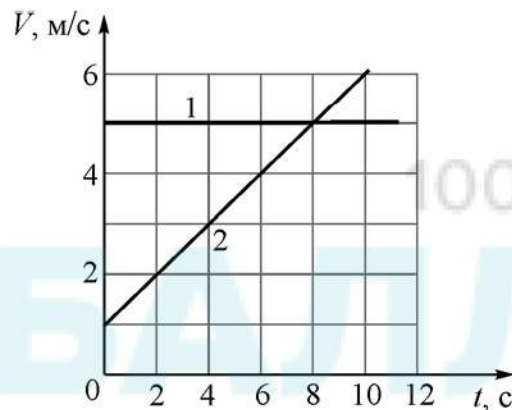
азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
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 или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

- 1 На рисунке изображены графики зависимостей скоростей  $V$  двух точечных тел от времени  $t$ .



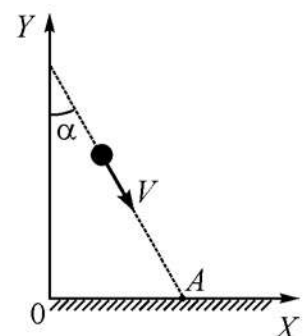
Известно, что в начальный момент времени координата второго тела равна нулю, и в момент времени  $t = 10$  с тела встретились. Определите начальную координату первого тела.

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

- 2 На горизонтальном столе лежит брусок массой 600 г, к которому прикреплена пружина жёсткостью 15 Н/м. Второй конец пружины прицеплен к вбитому в стол гвоздю. В начальный момент времени пружина не растянута и горизонтальна. Коэффициент трения между бруском и столом равен 0,5. На какое максимальное расстояние можно сдвинуть брусок по столу вдоль оси пружины, чтобы после отпущения бруска он покоился?

Ответ: \_\_\_\_\_ см.

- 3 По гладкой горизонтальной плоскости  $XOY$  (см. рис., вид сверху) равномерно движется маленький шарик со скоростью 5 м/с, направленной под углом  $\alpha = 30^\circ$  к оси  $OY$ . Масса шарика 100 г. В точке  $A$  шарик абсолютно неупруго сталкивается со стенкой, расположенной вдоль оси  $OX$ . Чему равен модуль изменения проекции импульса шарика на ось  $OX$ ?



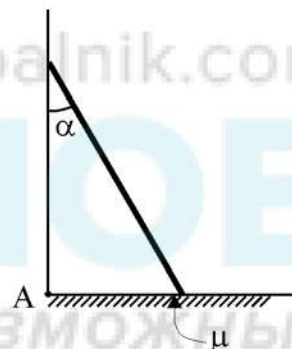
Ответ: \_\_\_\_\_ кг·м/с.

- 4 В сосуд налита жидкость, а поверх неё налита вторая жидкость, не смешивающаяся с первой. На границе раздела этих жидкостей плавает однородное тело, которое не выступает над поверхностью верхней жидкости и не касается дна. Плотность этого тела в 1,25 раз меньше плотности нижней жидкости и во столько же раз больше плотности верхней жидкости. Найдите отношение части объёма тела, который погружён в нижнюю жидкость, к части объёма, погружённого в верхнюю жидкость.

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 5 Максимальный угол наклона к вертикали, под которым может стоять лестница массой  $m$ , прислонённая к вертикальной гладкой стене и опирающаяся на горизонтальный шероховатый пол, равен  $\alpha$ . Коэффициент трения между ножками лестницы и полом равен  $\mu$ . Лестницу установили, наклонив её именно под углом  $\alpha$ .

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



- 1) Модуль силы реакции со стороны стены больше модуля силы трения между ножками лестницы и полом.
- 2) Модуль силы трения между лестницей и полом равен произведению коэффициента трения  $\mu$  на модуль силы реакции со стороны стены.
- 3) Модуль силы трения между лестницей и полом равен произведению коэффициента трения  $\mu$  на модуль силы тяжести.
- 4) Модуль силы тяжести меньше модуля силы реакции со стороны пола.
- 5) Момент силы трения относительно оси, проходящей через точку А, равен нулю.

Ответ:

--	--

**6** Камень бросают под углом к горизонту с горизонтальной площадки. Затем камень бросают во второй раз с той же площадки, сохранив неизменным модуль начальной скорости, но увеличив угол между вектором начальной скорости и площадкой. Как изменяются во втором случае по сравнению с первым высота подъёма камня и кинетическая энергия камня в наивысшей точке траектории?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

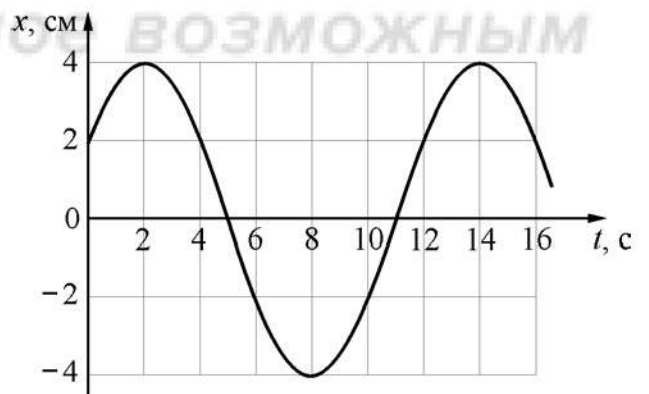
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Высота подъёма камня	Кинетическая энергия камня в наивысшей точке траектории

**7** Точечное тело совершает гармонические колебания. На рисунке изображён график зависимости смещения  $x$  этого тела от времени  $t$ .

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



- ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**
- А) модуль максимальной скорости тела
  - Б) начальная фаза колебаний

- ЗНАЧЕНИЕ (В СИ)**
- 1)  $\frac{1}{3}\pi$
  - 2)  $\frac{0,02}{3}\pi$
  - 3)  $\frac{1}{6}\pi$
  - 4)  $\frac{0,01}{9}\pi^2$

Ответ:

А	Б



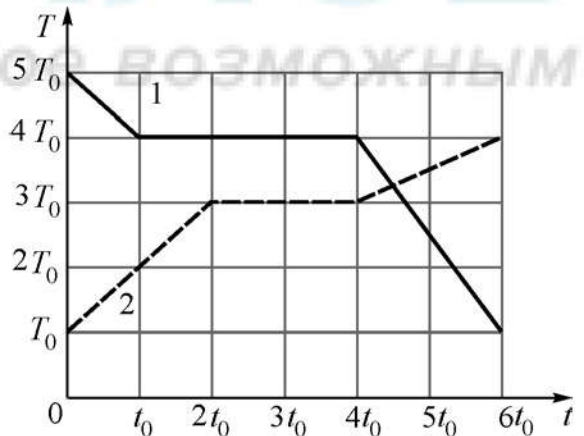
- 8 Порция идеального одноатомного газа обладала внутренней энергией 300 Дж. В некотором процессе давление этой порции газа увеличилось в 6 раз, а объём уменьшился в 1,5 раза. Чему стала равна внутренняя энергия газа в конце данного процесса?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

- 9 В 1860 году бельгийский инженер Жан Этьен Ленуар создал газовый двигатель с зажиганием от электрической искры. КПД одной из модификаций этого двигателя составлял 3%. Какая энергия выделялась за одну минуту при сгорании газа в камере этого двигателя, если он развивал мощность 1200 Вт?

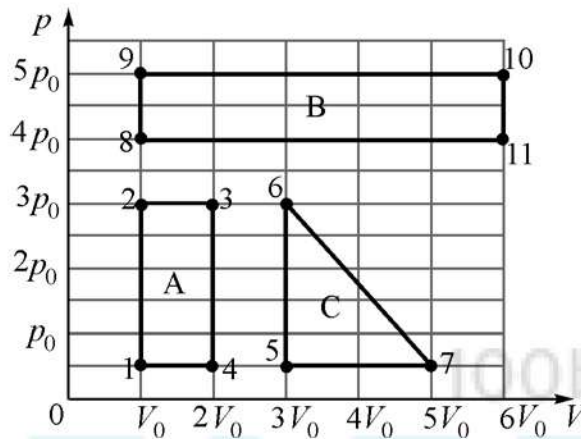
Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

- 10 Две капсулы с твёрдым и жидким веществами, имеющими одинаковую массу, помещают в калориметры – в первый калориметр капсулу с жидким веществом, во второй – с твёрдым. В момент времени  $t_0 = 0$  с в первом калориметре включают режим охлаждения, а во втором – нагревания. Мощности охлаждающего и нагревательного элементов одинаковы, теплотери отсутствуют. На рисунке изображены графики зависимостей температур  $T$  этих тел от времени  $t$ . Определите отношение удельной теплоёмкости второго тела в твёрдом состоянии к удельной теплоёмкости первого тела в твёрдом состоянии.



Ответ: \_\_\_\_\_.

- 11** На  $pV$ -диаграмме изображены три циклических процесса А, В и С, совершаемых одним молем идеального одноатомного газа. Обход каждого цикла на диаграмме совершается в направлении часовой стрелки.



Выберите **два** верных утверждения.

- 1) Максимальная работа совершается газом в цикле В.
- 2) Процесс 6–7 является адиабатическим расширением.
- 3) КПД цикла А равен КПД цикла С.
- 4) Работа, совершаемая газом в процессе 1-2, больше работы, совершаемой газом в процессе 8-9.
- 5) Изменение внутренней энергии в цикле В равно изменению внутренней энергии в цикле А.

Ответ:

--	--

- 12** В результате некоторого процесса концентрация молекул идеального одноатомного газа повышается. При этом среднеквадратичная скорость молекул остаётся прежней. Как в результате этого процесса изменяются давление газа и внутренняя энергия газа?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

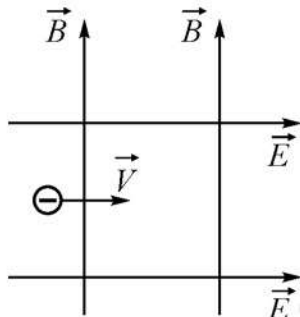
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Давление газа	Внутренняя энергия газа



- 13 Отрицательно заряженная частица влетает со скоростью  $\vec{V}$  в область, в которой созданы скрещенные электрическое и магнитное поля (см. рис.). Линии напряжённости  $\vec{E}$  и магнитной индукции  $\vec{B}$  этих полей взаимно перпендикулярны.



Определите, как направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) сила Кулона, действующая на эту частицу. Ответ запишите словом (словами).

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 14 Электрическая цепь состоит из последовательно соединенных батареи с ЭДС 12 В и внутренним сопротивлением 1 Ом, резистора сопротивлением 3 Ом, незаряженного конденсатора и разомкнутого ключа. Ключ замкнули, и после этого оказалось, что в некоторый момент времени напряжение на конденсаторе равно 4 В. Какая сила тока течёт в этот момент в данной электрической цепи?

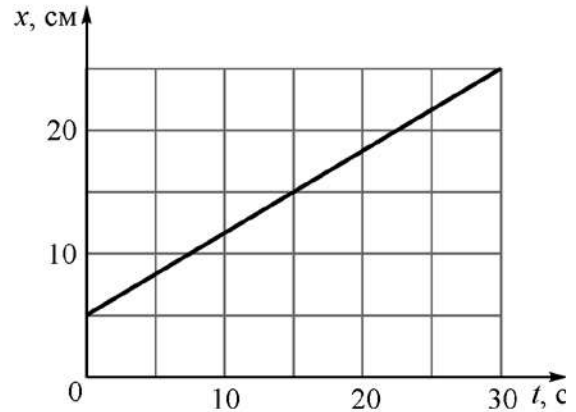
Ответ: \_\_\_\_\_ А.

- 15 В идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, происходят незатухающие колебания. Известно, что напряжение на конденсаторе изменяется со временем по закону  $U(t) = 25 \cdot \cos \frac{\pi t}{2}$ . Определите период колебаний энергии в катушке.

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

16

Точечный источник света удаляется от тонкой собирающей линзы, двигаясь вдоль её главной оптической оси. Фокусное расстояние линзы равно 10 см. На рисунке показан график зависимости расстояния  $x$  между источником и линзой от времени  $t$ .



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

- 1) В момент времени  $t_0 = 0$  с изображение источника в линзе было мнимым и находилось в фокальной плоскости линзы.
- 2) Изображение источника в линзе в любой момент времени действительное.
- 3) В момент времени  $t = 25$  с увеличение линзы меньше единицы.
- 4) Изображение источника в линзе движется с постоянной скоростью в течение всего времени наблюдения.
- 5) В момент времени  $t = 10$  с пучок световых лучей, прошедших через линзу, становится параллельным её главной оптической оси.

Ответ:

--	--

17

По П-образным рельсам, лежащим на горизонтальной плоскости, перемещают прямую проводящую цилиндрическую перемычку, двигая её с постоянной скоростью  $V$ . Рельсы находятся в вертикальном магнитном поле с индукцией  $\vec{B}$ . Перемычку заменили на другую – из такого же материала, такой же длины, но с большей массой. Остальные условия проведения эксперимента оставили неизменными. Определите, как в результате замены перемычки изменились возникающая в контуре ЭДС индукции и модуль действующей на перемычку силы Ампера.

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.

ЭДС индукции, возникающая в контуре	Модуль сила Ампера, действующей на перемычку

**18** Покоящаяся частица массой  $M$  распадается на несколько частиц-осколков. Одна из частиц-осколков, образовавшихся в результате этого распада, приобретает половину энергии исходной частицы и импульс  $p$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, которые можно использовать для их вычисления.

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

**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

**ФОРМУЛА**

А) энергия частицы-осколка

1)  $p^2/M$

Б) масса частицы-осколка

2)  $M/2$

3)  $Mc^2/2$

4)  $\sqrt{\frac{M^2}{4} - \frac{p^2}{c^2}}$

Ответ:

А	Б

**19** В результате распада ядра урана  ${}_{92}^{234}\text{U}$  образуются  $\alpha$ -частица и ядро некоторого элемента. Определите число протонов и число нейтронов в ядре этого элемента.

Число протонов	Число нейтронов

**20** Сколько миллиардов фотонов с частотой  $10^{20}$  Гц должна поглотить пылинка массой 22 мкг для того, чтобы приобрести скорость 1 мм/с? Один миллиард равен  $10^9$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ млрд.



- 21** В результате ядерной реакции изотоп полония распадается на изотоп свинца и  $\alpha$ -частицу:  ${}^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow {}^{206}_{82}\text{Pb} + \alpha$ . Период полураспада этого изотопа полония равен  $T = 140$  дней. Пусть в момент времени  $t_0 = 0$  число ядер полония в пробирке было равно  $N_0$ . Установите соответствие между физическими величинами, указанными в таблице, и формулами, при помощи которых их можно рассчитать. 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 ядер полония в пробирке в момент времени $t = 3T$                             | 1) 0                |
| Б) разность числа ядер гелия и числа ядер полония в пробирке в момент времени $t = 2T$ | 2) $\frac{N_0}{2}$  |
|  | 3) $\frac{N_0}{8}$  |
|  | 4) $\frac{3N_0}{4}$ |

Ответ:

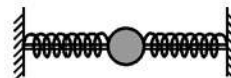
А	Б

- 22** Лист миллиметровой бумаги формата А4 имеет размеры 210 мм x 297 мм и массу  $(4,990 \pm 0,006)$  г. Найдите, какую массу имеет одна бумажная клеточка с размерами 1 мм x 1 мм, и определите, чему равна погрешность определения этой массы. Выразите обе величины в микрограммах и округлите их до десятых долей.

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) мкг.

23

Пружинный маятник представляет собой систему, состоящую из груза, закреплённого на гладкой горизонтальной спице, и двух одинаковых лёгких пружин, прикрепленных к грузу с двух сторон. Другие концы пружин прикреплены к стенкам. В положении равновесия пружины не деформированы. В таблице приведены возможные комплекты грузов и пружин, которые можно использовать для сборки такого маятника. Какие **два** комплекта необходимо использовать для того, чтобы установить, как зависит период колебаний этого маятника от массы груза?

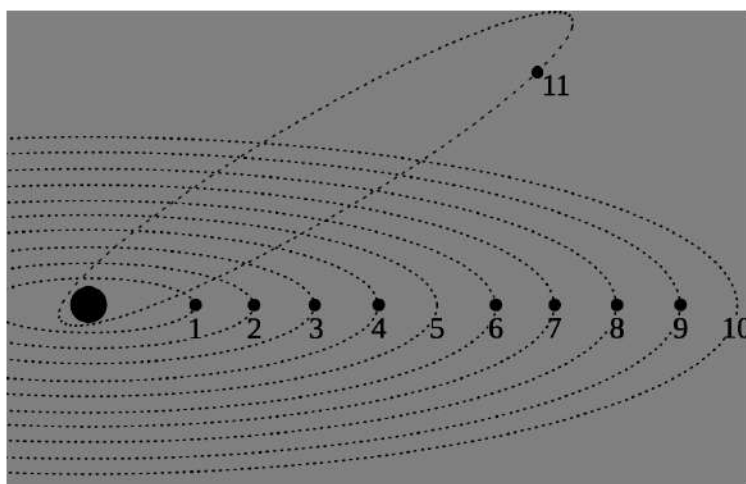


№ комплекта	Масса груза	Жёсткость пружин
1	$m$	$k$
2	$2m$	$k/2$
3	$2m$	$2k$
4	$m$	$k/2$
5	$2m$	$3k$

Ответ: \_\_\_\_\_.

24

На рисунке изображена схема Солнечной системы. Цифрами 5 и 10 обозначены области пространства, в которых находятся объекты Солнечной системы, где 1–4 и 6–9 – планеты.



Выберите **все** правильные утверждения.

- 1) Цифрами 1–4 отмечены планеты-гиганты.
- 2) Объект, обозначенный цифрой 11, может быть как кометой, так и астероидом.
- 3) Цифрой 7 обозначена Земля.
- 4) Все карликовые планеты располагаются в области 5.
- 5) Цифрой 10 отмечен пояс Койпера.

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** В вертикальном сосуде под подвижным поршнем находится водяной пар с начальным объёмом 7,5 л при температуре 100 °С. Давление пара 50 кПа. Поршень начинают медленно опускать, изменяя объём пара со скоростью 0,125 л/мин. и поддерживая температуру внутри сосуда постоянной. Через какое время на стенках сосуда выпадет роса?

Ответ: \_\_\_\_\_ мин.

- 26** Электролитическая ванна имеет вид прямоугольного параллелепипеда. Её дно представляет собой квадрат со стороной  $L = 10$  см, а две противоположные вертикальные стенки сделаны из проводящего материала с очень малым электрическим сопротивлением. В ванну до высоты  $L$  налили электролит плотностью 1200 кг/м<sup>3</sup>. Его удельное сопротивление равно 0,3 Ом·м, а удельная теплоёмкость 4200 Дж/(кг·°С). Между проводящими стенками приложили постоянное напряжение 10 В. Через какое время после подключения напряжения температура электролита увеличится на 10 °С? Считайте, что всё выделяющееся в электролите количество теплоты идёт на его нагревание.

Ответ: \_\_\_\_\_ мин.



*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.*

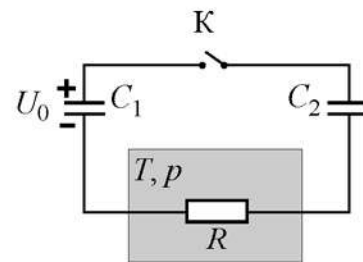
- 27** Поезд № 28 Москва–Симферополь выехал с Крымского моста на керченской стороне со скоростью 72 км/час и далее двигался по прямому участку пути, ускорившись до 90 км/час за время  $t_1 = 2$  мин. Затем он обогнул с этой постоянной скоростью мыс Ак-Бурун по дуге окружности радиусом  $R = 2$  км за время  $t_2 = 2$  мин, повернув налево по ходу поезда. Далее поезд на прямом участке пути за время  $t_3 = 4$  мин затормозил и остановился на  $t_4 = 5$  мин на станции Керчь-Южная. Постройте график зависимости модуля ускорения  $a$  поезда (в  $\text{м/с}^2$ ) от времени, отсчитанного в минутах от 0 на выезде с моста до конца промежутка  $t_4$ . Возле каждого участка графика надпишите словами, куда был направлен вектор ускорения поезда относительно направления его скорости (*вперёд, назад, направо, налево*). Ускорения на разных участках пути считайте постоянными, а сам поезд – материальной точкой.

*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 кастрюлю положили кусок льда массой  $m = 1,5$  кг с температурой  $t_0 = 0$  °С и поставили её на газовую горелку плиты. Когда лёд полностью расплавился, оказалось, что по счётчику был израсходован объём газа (метана  $\text{CH}_4$  с молярной массой 16 г/моль)  $V = 35$  л. Найдите, сколько процентов составляли потери количества теплоты, полученного от сгорания газа. Давление газа считайте близким к нормальному атмосферному, температура газа  $T = 295$  К, удельная теплота сгорания метана равна  $q = 50,1$  МДж/кг.
- 29** На горизонтальной плоскости находятся два гладких абсолютно упругих одинаковых бильярдных шара: первый покоится, а второй движется в его направлении со скоростью  $V_0$ . После их столкновения первый шар отскочил со скоростью  $V_1 = V_0/2$ . Чему равен радиус  $R$  шаров, если «прицельное расстояние» между прямой, по которой двигался центр второго шара, и центром первого шара было равно  $d = 59$  мм?

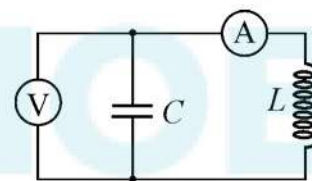
30

В цепи, схема которой изображена на рисунке, ёмкости конденсаторов равны  $C_1 = 100$  мкФ и  $C_2 = 50$  мкФ, ключ  $K$  разомкнут. Вначале первый конденсатор заряжен до напряжения  $U_0 = 200$  В, второй конденсатор не заряжен, а теплоёмкость резистора  $R$ , заключённого в лёгкую герметичную теплоизолированную капсулу, равна  $C_R = 10$  Дж/К. Капсула заполнена одним молем идеального одноатомного газа, находящегося при температуре  $T$  и давлении  $p$ , соответствующих нормальным условиям. На сколько изменится давление газа в капсуле после замыкания ключа и установления равновесия в данной системе?



31

В идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора ёмкостью  $C = 0,1$  Ф и катушки индуктивностью  $L = 0,4$  Гн, параллельно конденсатору включён идеальный вольтметр, показывающий напряжение и его знак, а последовательно с катушкой – идеальный амперметр, показывающий ток в цепи и его знак (см. рисунок). В начале колебательного процесса вольтметр показывал напряжение  $U_0 = +40$  В, а ток в контуре был равен нулю. Спустя некоторое время вольтметр первый раз стал показывать напряжение  $U_1 = -20$  В. Какой ток  $I_1$  при этом показывал амперметр? Положительное направление тока соответствует тому, которое бывает при разрядке конденсатора от максимального положительного значения напряжения на нём.



32

Параллельный пучок света с длиной волны  $\lambda = 440$  нм падает на дифракционную решётку, содержащую  $n = 100$  штрихов на мм, под углом  $\theta = 30^\circ$  между нормалью к плоскости решётки и пучком, а затем попадает на тонкую линзу, главная оптическая ось которой направлена вдоль пучка. В фокальной плоскости этой линзы с фокусным расстоянием  $F = 25$  см расположен экран, на котором наблюдаются дифракционные максимумы. Найдите расстояние на экране между максимумами  $\pm 1$  порядка.



## Тренировочная работа №5 по ФИЗИКЕ

11 класс

18 мая 2020 года

Вариант ФИ1910502

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. Ответ 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 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 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 $\pi$	$\pi = 3,14$
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 <sup>3</sup>	подсолнечного масла	900 кг/м <sup>3</sup>
древесины (сосны)	400 кг/м <sup>3</sup>	алюминия	2700 кг/м <sup>3</sup>
керосина	800 кг/м <sup>3</sup>	железа	7800 кг/м <sup>3</sup>
		ртути	13 600 кг/м <sup>3</sup>

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

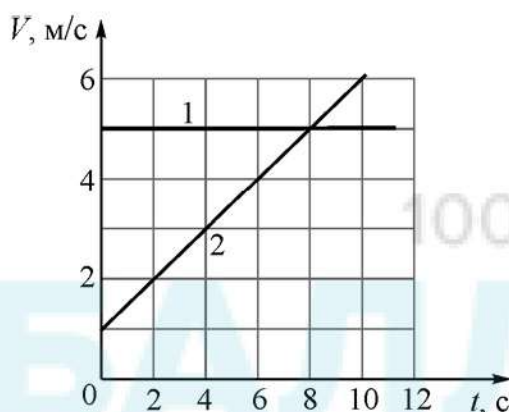
**Молярная масса**

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

- 1 На рисунке изображены графики зависимостей скоростей  $V$  двух точечных тел от времени  $t$ .



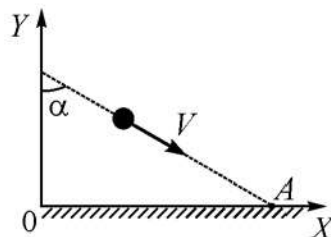
Известно, что в начальный момент времени координата первого тела равна 15 м, и в момент времени  $t = 10$  с тела встретились. Определите начальную координату второго тела.

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

- 2 На горизонтальном столе лежит брусок, к которому прикреплена пружина жёсткостью 20 Н/м. Второй конец пружины прицеплен к вбитому в стол гвоздю. В начальный момент времени пружина не растянута и горизонтальна. Коэффициент трения между бруском и столом равен 0,5. Брусок смещают по столу вдоль оси пружины и отпускают. Выясняется, что если смещение не превышает 10 см, то после отпущения бруска он остаётся в покое. Чему равна масса бруска?

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

- 3 По гладкой горизонтальной плоскости  $XOY$  (см. рисунок, вид сверху) равномерно движется маленький шарик со скоростью 5 м/с, направленной под углом  $\alpha = 60^\circ$  к оси  $OY$ . Масса шарика 200 г. В точке  $A$  шарик абсолютно неупруго сталкивается со стенкой, расположенной вдоль оси  $OX$ . Чему равен модуль изменения проекции импульса шарика на ось  $OY$ ?



Ответ: \_\_\_\_\_ кг·м/с.

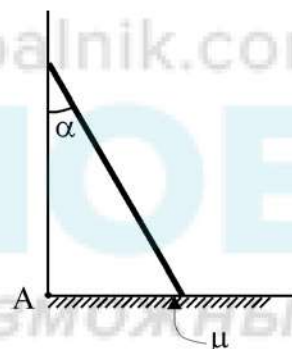


- 4 В сосуд налита жидкость, а поверх неё налита вторая жидкость, не смешивающаяся с первой. На границе раздела этих жидкостей плавает однородное тело, которое не выступает над поверхностью верхней жидкости и не касается дна. Плотность этого тела в 2,5 раза меньше плотности нижней жидкости и во столько же раз больше плотности верхней жидкости. Найдите отношение части объёма тела, который погружен в нижнюю жидкость, к части объёма, погруженного в верхнюю жидкость.

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 5 Максимальный угол наклона, под которым может стоять лестница массой  $m$ , прислонённая к вертикальной гладкой стене и опирающаяся на горизонтальный шероховатый пол, равен  $\alpha$ . Коэффициент трения между ножками лестницы и полом равен  $\mu$ . Лестницу установили, наклонив её именно под углом  $\alpha$ .

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



- 1) Модуль силы реакции со стороны стены равен модулю силы трения между ножками лестницы и полом.
- 2) Модуль силы трения между лестницей и полом равен произведению коэффициента трения  $\mu$  на модуль суммы сил реакции пола и стены.
- 3) Модуль силы трения между лестницей и полом больше произведения коэффициента трения  $\mu$  на модуль силы тяжести.
- 4) Модуль силы тяжести равен модулю силы реакции со стороны пола.
- 5) Момент силы трения относительно оси, проходящей через точку А, по модулю больше момента силы тяжести, относительно этой же оси.

Ответ:

--	--

6 Камень бросают под углом к горизонту с горизонтальной площадки. Затем камень бросают во второй раз с той же площадки, сохранив неизменным модуль начальной скорости, но уменьшив угол между вектором начальной скорости и площадкой. Как изменяются во втором случае по сравнению с первым высота подъёма камня и кинетическая энергия камня в наивысшей точке траектории?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

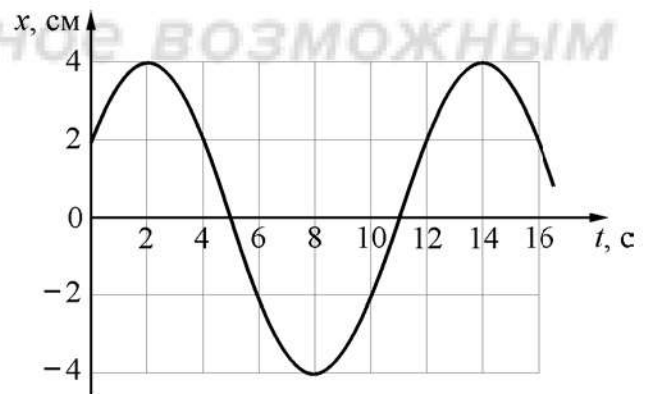
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Высота подъёма камня	Кинетическая энергия камня в наивысшей точке траектории

7 Точечное тело совершает гармонические колебания. На рисунке изображён график зависимости смещения  $x$  этого тела от времени  $t$ .

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



- ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**
- А) модуль максимального ускорения тела  
 Б) фаза колебаний в момент времени  $t = 1$  с

- ЗНАЧЕНИЕ (В СИ)**
- 1)  $\frac{1}{3}\pi$
  - 2)  $\frac{0,02}{3}\pi$
  - 3)  $\frac{1}{6}\pi$
  - 4)  $\frac{0,01}{9}\pi^2$

Ответ:

А	Б

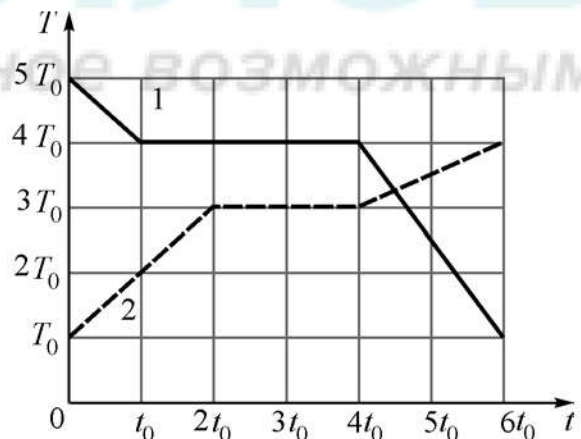
- 8 Порция идеального одноатомного газа обладала внутренней энергией 400 Дж. В некотором процессе давление этой порции газа уменьшилось в 2,5 раза, а объём увеличился в 5 раз. Чему стала равна внутренняя энергия газа в конце данного процесса?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

- 9 В 1860 году бельгийский инженер Жан Этьен Ленуар создал газовый двигатель с зажиганием от электрической искры. КПД усовершенствованного варианта этого двигателя составлял 4%. Какая энергия выделялась за одну минуту при сгорании газа в камере этого двигателя, если он развивал мощность 1400 Вт?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

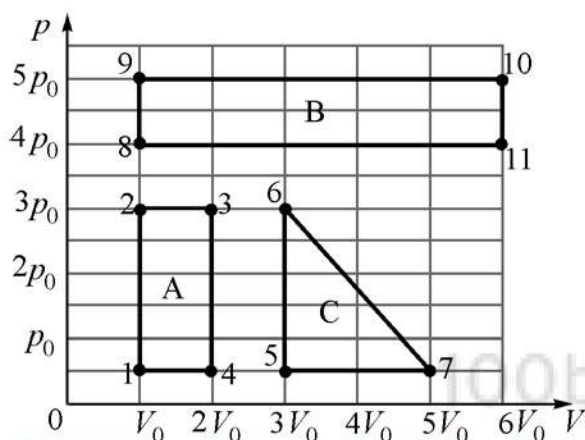
- 10 Две капсулы с твёрдым и жидким веществами, имеющими одинаковую массу, помещают в калориметры – в первый калориметр капсулу с жидким веществом, во второй – с твёрдым. В момент времени  $t_0 = 0$  с в первом калориметре включают режим охлаждения, а во втором – нагревания. Мощности охлаждающего и нагревательного элементов одинаковы, теплопотери отсутствуют. На рисунке изображены графики зависимостей температур  $T$  этих тел от времени  $t$ . Определите отношение удельной теплоёмкости второго тела в жидком состоянии к удельной теплоёмкости первого тела в жидком состоянии.



Ответ: \_\_\_\_\_.



- 11** На  $pV$ -диаграмме изображены три циклических процесса А, В и С, совершаемых одним молем идеального одноатомного газа. Обход каждого цикла на диаграмме совершается в направлении часовой стрелки.



Выберите **два** верных утверждения.

- 1) В цикле С газ получает количество теплоты только в изобарном процессе.
- 2) Процесс 6–7 является изотермическим расширением.
- 3) Работа, совершаемая газом в цикле А, равна работе, совершаемой газом в цикле С.
- 4) Работа, совершаемая газом в цикле А, в 2 раза меньше работы, совершаемой газом в цикле В.
- 5) Изменение внутренней энергии в цикле В в 2 раза больше изменения внутренней энергии в цикле С.

Ответ:

--	--

- 12** В результате некоторого процесса концентрация молекул идеального одноатомного газа понижается. При этом среднеквадратичная скорость молекул остаётся прежней. Как в результате этого процесса изменяются давление газа и внутренняя энергия газа?

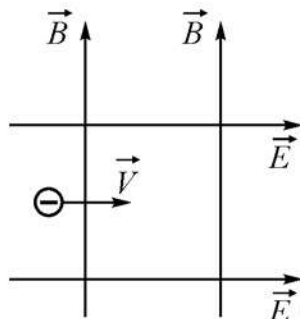
Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

Давление газа	Внутренняя энергия газа

- 13 Отрицательно заряженная частица влетает со скоростью  $\vec{V}$  в область, в которой созданы скрещенные электрическое и магнитное поля (см. рисунок). Линии напряжённости  $\vec{E}$  и магнитной индукции  $\vec{B}$  этих полей взаимно перпендикулярны.



Определите, как направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) сила Лоренца, действующая на эту частицу. Ответ запишите словом (словами).

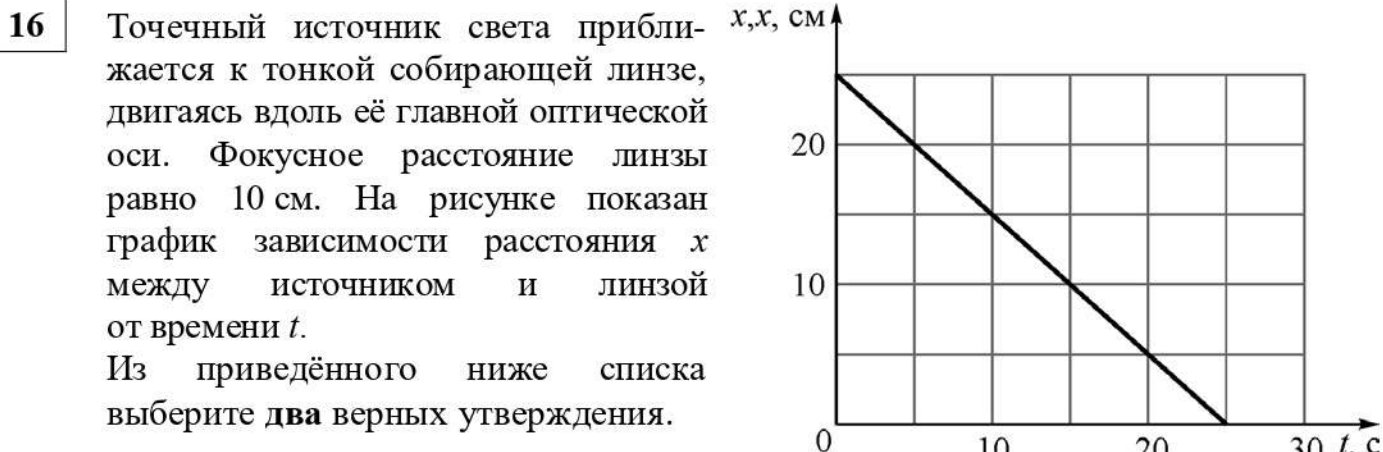
Ответ: \_\_\_\_\_.

- 14 Электрическая цепь состоит из последовательно соединенных батареи с ЭДС 9 В и внутренним сопротивлением 0,5 Ом, резистора сопротивлением 2,5 Ом, незаряженного конденсатора и разомкнутого ключа. Ключ замкнули, и после этого оказалось, что в некоторый момент времени напряжение на конденсаторе равно 3 В. Какая сила тока течёт в этот момент в данной электрической цепи?

Ответ: \_\_\_\_\_ А.

- 15 В идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, происходят незатухающие колебания. Известно, что сила тока в катушке изменяется со временем по закону  $I(t) = 25 \cdot \cos \frac{\pi t}{4}$ .  
Определите частоту  $\nu$  колебаний энергии в конденсаторе.

Ответ: \_\_\_\_\_ Гц.



- 1) В момент времени  $t_0 = 0$  с изображение источника в линзе было действительным и находилось на расстоянии более 10 см линзы.
- 2) Изображение источника в линзе в любой момент времени действительное.
- 3) В момент времени  $t = 20$  с увеличение линзы по модулю превышает единицу.
- 4) Изображение источника в линзе движется с постоянной скоростью всё время наблюдения.
- 5) В момент времени  $t = 10$  с пучок световых лучей, прошедших через линзу, становится параллельным её главной оптической оси.

Ответ:

**17** По П-образным рельсам, лежащим на горизонтальной плоскости, перемещают прямую проводящую цилиндрическую перемычку, двигая её с постоянной скоростью  $V$ . Рельсы находятся в вертикальном магнитном поле с индукцией  $\vec{B}$ . Перемычку заменили на другую – из такого же материала, такой же длины, но с меньшей массой. Остальные условия проведения эксперимента оставили неизменными. Определите, как в результате замены перемычки изменились модуль действующей на перемычку силы Ампера и возникающая в контуре ЭДС индукции.

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.

Модуль силы Ампера, действующей на перемычку	ЭДС индукции, возникающая в контуре



**18** Покоящаяся частица массой  $M$  распадается на три одинаковых частицы-осколка. Энергия исходной частицы делится поровну между частицами-осколками, образовавшимися в результате этого распада, и каждая из частиц-осколков приобретает импульс  $p$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, которые можно использовать для их вычисления.

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

**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

**ФОРМУЛА**

А) энергия частицы-осколка

1)  $3p^2/(2M)$

Б) масса частицы-осколка

2)  $Mc^2/3$

3)  $M/3$

4)  $\sqrt{\frac{M^2}{9} - \frac{p^2}{c^2}}$

Ответ:

А	Б

**19** В результате распада ядра тория  ${}_{90}^{230}\text{Th}$  образуются  $\alpha$ -частица и ядро некоторого элемента. Определите число протонов и число нейтронов в ядре этого элемента.

Число протонов	Число нейтронов

**20** Сколько миллиардов фотонов с частотой  $10^{19}$  Гц должна поглотить пылинка массой 44 мкг для того, чтобы приобрести скорость 0,5 мм/с? Один миллиард равен  $10^9$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ млрд.

- 21** В результате ядерной реакции изотоп полония распадается на изотоп свинца и  $\alpha$ -частицу:  ${}^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow {}^{206}_{82}\text{Pb} + \alpha$ . Период полураспада этого изотопа полония равен  $T = 140$  дней. Пусть в момент времени  $t_0 = 0$  число ядер полония в пробирке было равно  $N_0$ . Установите соответствие между физическими величинами, указанными в таблице, и формулами, при помощи которых их можно рассчитать. 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 ядер свинца в пробирке в момент времени $t = 2T$                             | 1) 0                |
| Б) разность числа ядер гелия и числа ядер свинца в пробирке в момент времени $t = 3T$ | 2) $\frac{N_0}{2}$  |
|   | 3) $\frac{N_0}{8}$  |
|   | 4) $\frac{3N_0}{4}$ |

Ответ:

А	Б

- 22** Лист миллиметровой бумаги формата А5 имеет размеры 148 мм x 210 мм и массу  $(2,488 \pm 0,003)$  г. Найдите, какую массу имеет одна бумажная клеточка с размерами 1 мм x 1 мм, и определите, чему равна погрешность определения этой массы. Выразите обе величины в микрограммах и округлите их до десятых долей.

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) мкг.

23

Пружинный маятник представляет собой систему, состоящую из груза, закреплённого на гладкой горизонтальной спице, и двух одинаковых лёгких пружин, прикрепённых к грузу с двух сторон. Другие концы пружин прикреплены к стенкам. В положении равновесия пружины не деформированы. В таблице приведены возможные комплекты грузов и пружин, которые можно использовать для сборки такого маятника. Какие **два** комплекта необходимо использовать для того, чтобы установить, как зависит период колебаний этого маятника от жёсткости пружины?



№ комплекта	Масса груза	Жёсткость пружин
1	$m$	$k$
2	$3m$	$k/2$
3	$m/2$	$2k$
4	$m$	$k/2$
5	$2m$	$3k$

Ответ: \_\_\_\_\_.

24

Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о планетах Солнечной системы.

Планета	Большая полуось орбиты, а.е	Эксцентриситет орбиты	Наклон орбиты к плоскости эклиптики	Масса, в массах Земли	Радиус, в радиусах Земли
Юпитер	5,2	0,048	$1,3^\circ$	318	11,2
Сатурн	9,5	0,056	$2,5^\circ$	95,2	9,4
Уран	19	0,046	$0,77^\circ$	14,5	4,0
Нептун	30	0,0097	$1,8^\circ$	17,1	3,9

Выберите **все** верные утверждения.

- 1) Расстояние Нептуна до плоскости эклиптики, выраженное в единицах расстояния, самое большое.
- 2) Орбита Нептуна пересекает (или скрещивается) с орбитой Урана.
- 3) Плотность Сатурна наименьшая.
- 4) Самая вытянутая орбита у Нептуна.
- 5) Юпитер ближе всех остальных планет подходит к Земле.

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** В вертикальном сосуде под подвижным поршнем находится водяной пар с начальным объёмом 7,5 л при температуре 100 °С. Давление пара 25 кПа. Поршень начинают медленно опускать, изменяя объём пара со скоростью 0,125 л/мин и поддерживая температуру внутри сосуда постоянной. Через какое время на стенках сосуда выпадет роса?

Ответ: \_\_\_\_\_ мин.

- 26** Электролитическая ванна имеет вид прямоугольного параллелепипеда. Её дно представляет собой квадрат со стороной  $L = 20$  см, а две противоположные вертикальные стенки сделаны из проводящего материала с очень малым электрическим сопротивлением. В ванну до высоты  $L$  налили электролит плотностью 1200 кг/м<sup>3</sup>. Его удельное сопротивление равно 0,3 Ом·м, а удельная теплоёмкость 4200 Дж/(кг·°С). Между проводящими стенками приложили постоянное напряжение 20 В. Через какое время после подключения напряжения температура электролита увеличится на 20 °С? Считайте, что всё выделяющееся в электролите количество теплоты идёт на его нагревание.

Ответ: \_\_\_\_\_ мин.

*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 Поезд № 28 Симферополь-Москва выехал на керченской стороне из туннеля со скоростью 72 км/час и далее двигался по прямому участку пути, ускорившись до 90 км/час за время  $t_1 = 2$  мин. Затем он проехал с этой скоростью за время  $t_2 = 2$  мин по путепроводу над автомобильной трассой «Таврида», повернув налево по дуге радиусом  $R = 2$  км. Далее поезд на прямом участке пути за время  $t_3 = 4$  мин затормозил и остановился на  $t_4 = 5$  мин на станции Керчь-Южная. Постройте график зависимости модуля ускорения  $a$  поезда (в  $\text{м/с}^2$ ) от времени, отсчитанного в минутах от 0 на выезде из туннеля до конца промежутка  $t_4$ . Возле каждого участка графика надпишите словами, куда был направлен вектор ускорения поезда относительно направления его скорости (*вперёд, назад, направо, налево*). Ускорения на разных участках пути считайте постоянными, а сам поезд – материальной точкой.

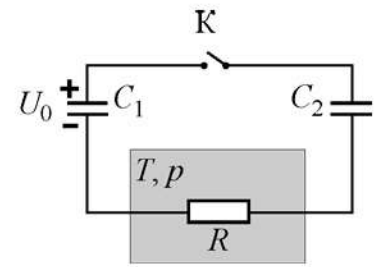
*Полное правильное решение каждой из задач 28–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.*

- 28 В кастрюлю положили кусок льда массой  $m = 2$  кг с температурой  $t_0 = 0$  °С и поставили её на газовую горелку плиты. Когда лёд полностью расплавился, оказалось, что по счётчику был израсходован объём газа (метана  $\text{CH}_4$  с молярной массой 16 г/моль)  $V = 40$  л. Найдите КПД газовой горелки. Давление газа считайте близким к нормальному атмосферному, температура газа  $T = 300$  К, удельная теплота сгорания метана равна  $q = 50,1$  МДж/кг.

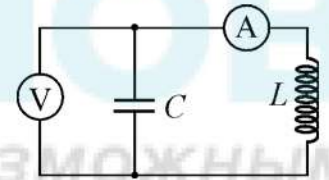
- 29 На горизонтальной плоскости находятся два гладких абсолютно упругих одинаковых бильярдных шара: первый покоится, а второй движется в его направлении со скоростью  $V_0$ . После их столкновения первый шар отскочил со скоростью  $V_1 = V_0/2$ . Радиус шаров равен  $R = 30$  мм. Чему равно «прицельное расстояние»  $d$  между прямой, по которой двигался центр второго шара, и центром первого шара?



**30** В цепи, схема которой изображена на рисунке, ёмкости конденсаторов равны  $C_1 = 120$  мкФ и  $C_2 = 60$  мкФ, ключ  $K$  разомкнут. Вначале первый конденсатор заряжен до напряжения  $U_0 = 300$  В, второй конденсатор не заряжен, а теплоёмкость резистора  $R$ , заключённого в лёгкую герметичную теплоизолированную капсулу, равна  $C_R = 8$  Дж/К. Капсула заполнена одним молем идеального одноатомного газа, находящегося при некоторой температуре  $T$  и давлении  $p = 10^5$  Па. Через продолжительное время после замыкания ключа давление газа в капсуле возрастает на  $\Delta p = 32$  Па. Чему была равна температура  $T$  до замыкания ключа?



**31** В идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора ёмкостью  $C = 200$  мкФ и катушки индуктивностью  $L = 20$  мГн, параллельно конденсатору включен идеальный вольтметр, показывающий напряжение и его знак, а последовательно с катушкой – идеальный амперметр, показывающий ток в цепи и его знак (см. рисунок). В начале колебательного процесса вольтметр показывал напряжение  $U_0 = +120$  В, а ток в контуре был равен нулю. Спустя некоторое время вольтметр первый раз стал показывать напряжение  $U_1 = -60$  В. Какой ток  $I_1$  при этом показывал амперметр? Положительное направление тока соответствует тому, которое бывает при разрядке конденсатора от максимального положительного значения напряжения на нём.



**32** Параллельный пучок света с длиной волны  $\lambda = 420$  нм падает на дифракционную решётку, содержащую  $n = 150$  штрихов на мм, под углом  $\theta = 45^\circ$  между нормалью к плоскости решётки и пучком, а затем попадает на тонкую линзу, главная оптическая ось которой направлена вдоль пучка. В фокальной плоскости этой линзы с фокусным расстоянием  $F = 20$  см расположен экран, на котором наблюдаются дифракционные максимумы. Найдите расстояние на экране между максимумами  $\pm 1$  порядка.