

## Тренировочная работа №2 по ФИЗИКЕ

11 класс

20 декабря 2021 года

Вариант ФИ2110203

Выполнена: ФИО \_\_\_\_\_ класс \_\_\_\_\_

### Инструкция по выполнению работы

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

В заданиях 3–5, 9–11, 14–16 и 20 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответом к заданиям 1, 2, 6–8, 12, 13, 17–19, 21, 23 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы без пробелов, запятых и других дополнительных символов.

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

Ответ к заданиям 24–30 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. На чистом листе укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

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

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

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

*Желаем успеха!*

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

### Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	$10^9$	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	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

### Масса частиц

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

### Плотность

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

**Удельная теплоёмкость**

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

**Удельная теплота**

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

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

**Молярная масса**

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

## Часть 1

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

1

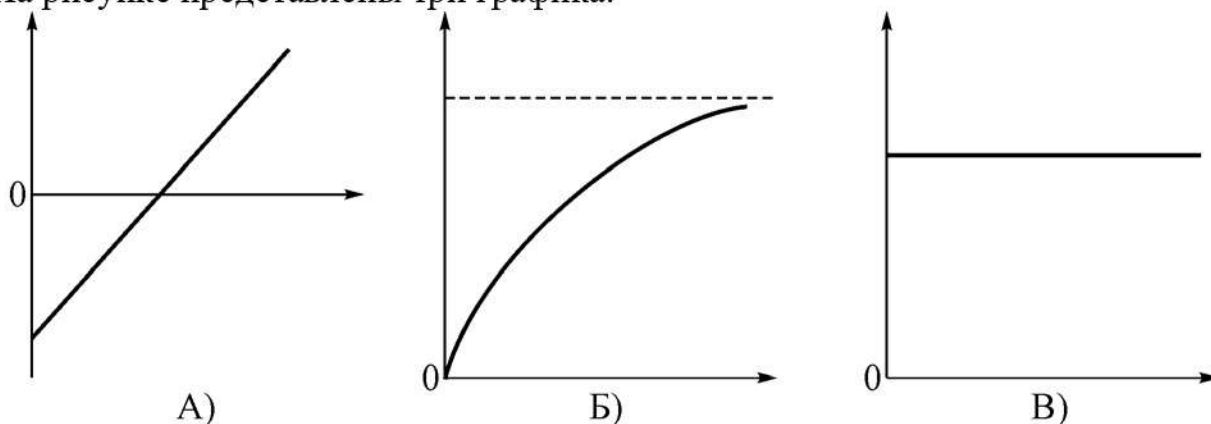
Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При равномерном движении точечного тела по окружности вектор ускорения этого тела направлен к центру указанной окружности.
- 2) Внутренняя энергия неизменного количества идеального газа зависит от его температуры и объёма.
- 3) Модуль силы взаимодействия двух точечных электрических зарядов обратно пропорционален расстоянию между ними.
- 4) При сложении гармонических волн от двух синфазных точечных когерентных источников интерференционные максимумы наблюдаются там, где разность хода волн от указанных источников равна целому числу длин волн.
- 5) Любой движущейся частице можно поставить в соответствие волну, длина которой обратно пропорциональна модулю импульса этой частицы, а коэффициент пропорциональности является фундаментальной физической константой.

Ответ: \_\_\_\_\_.

2

На рисунке представлены три графика.



Установите соответствие между этими графиками и перечисленными ниже зависимостями физических величин, которые эти графики могли бы отображать.

- 1) Зависимость потенциальной энергии упругой пружины от величины её растяжения из недеформированного состояния.
- 2) Зависимость модуля импульса материальной точки от модуля её скорости.
- 3) Зависимость количества распавшихся ядер от времени при радиоактивном распаде вещества.
- 4) Зависимость проекции скорости материальной точки на ось  $Ox$  от времени при равноускоренном ( $a_x > 0$ ) движении вдоль этой оси.
- 5) Зависимость модуля ускорения маленького камушка от времени в случае, когда камушек был брошен под углом к горизонту при отсутствии сопротивления воздуха.

Ответ:

--	--	--	--	--	--

3

Точечное тело движется по окружности так, что модуль его скорости за любую секунду движения возрастает на  $0,5$  м/с. В некоторый момент скорость тела была равна  $2$  м/с. Через какое время после этого момента модуль центростремительного ускорения тела возрастет в 4 раза?

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

- 4) Снаряд, выпущенный под углом к горизонту, разрывается в верхней точке своей траектории на два осколка, массы, которых относятся как 3 : 1. Скорость снаряда непосредственно перед разрывом была равна 15 м/с. Оказывается, что сразу после разрыва более тяжёлый осколок летит вертикально вниз со скоростью 15 м/с. Найдите модуль скорости лёгкого осколка сразу после разрыва, если массой сторевавшего при взрыве вещества можно пренебречь.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

- 5) Однородный стержень массой  $m = 36$  кг подвешен в горизонтальном положении на двух канатах так, как показано на рисунке. Каждый из канатов составляет с горизонтом угол  $\alpha = 30^\circ$ . Найдите модуль силы натяжения каждого из канатов.



Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

- 6) Школьник прочитал в научно-популярной книге, что ускорение свободного падения на поверхности Луны в 6 раз меньше ускорения свободного падения на поверхности Земли, масса Земли равна  $6 \cdot 10^{24}$  кг, а радиус Земли примерно в 3,7 раз больше радиуса Луны. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, относящиеся к Земле и Луне. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Если подбросить тело массой 1 кг вертикально вверх с одинаковой начальной скоростью на Земле и Луне, то на Земле, без учёта сопротивления воздуха, максимальная высота подъёма этого тела будет в 6 раз меньше, чем на Луне.
- 2) Средняя плотность Земли равна средней плотности Луны.
- 3) Масса Луны примерно равна  $7,3 \cdot 10^{22}$  кг.
- 4) Радиус Земли примерно равен 9000 км.
- 5) Вес покоящегося тела на поверхности Луны в 6 раз меньше, чем на поверхности Земли.

Ответ: \_\_\_\_\_.

7

Подвешенный на пружине груз совершает незатухающие гармонические колебания с некоторой амплитудой, двигаясь вдоль оси пружины. Пружину заменили на другую, имеющую вдвое большую жёсткость, а груз оставили прежним. Как изменятся после замены пружины период колебаний груза и полная механическая энергия системы, если амплитуда колебаний и положение равновесия груза будут теми же, что и раньше?

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.

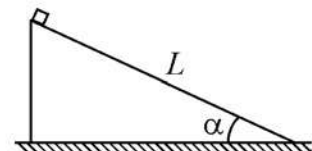
Период колебаний груза	Полная механическая энергия системы

8

Небольшой брусок соскальзывает без начальной скорости с наклонной плоскости длиной  $L$ . Наклонная плоскость составляет с горизонтом угол  $\alpha$ . В процессе движения на брусок со стороны плоскости действует сила нормальной реакции, модуль которой равен  $N$ , а модуль силы трения скольжения при этом равен  $F$ .

Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими движение бруска, и формулами, выражающими эти величины в рассматриваемой задаче.

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



ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

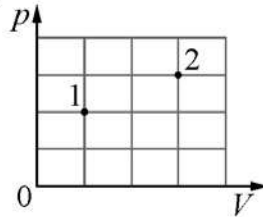
ФОРМУЛА

- |  |  |
|--|--|
| А) кинетическая энергия бруска в конце движения по наклонной плоскости | 1) $\frac{L}{2}(N \operatorname{tg} \alpha + F)$         |
| Б) время движения бруска до основания наклонной плоскости              | 2) $\sqrt{\frac{2LN}{g(N \sin \alpha - F \cos \alpha)}}$ |
|  | 3) $\sqrt{\frac{2LN}{g(F \sin \alpha - N \cos \alpha)}}$ |
|  | 4) $L(N \operatorname{tg} \alpha - F)$                   |

Ответ:

А	Б

- 9 В сосуде находится некоторое постоянное количество идеального газа. Определите температуру газа в состоянии 2, если в состоянии 1 температура газа равна 100 К (см. рисунок).



Ответ: \_\_\_\_\_ К.

- 10 Тепловой двигатель, работающий по циклу Карно, имеет нагреватель с температурой  $+127\text{ }^\circ\text{C}$  и холодильник с температурой  $+27\text{ }^\circ\text{C}$ . Какое количество теплоты этот двигатель отдаёт холодильнику за один цикл работы, если за каждый цикл он получает от нагревателя количество теплоты, равное 2 кДж?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

- 11 Для нагревания на  $20\text{ }^\circ\text{C}$  алюминиевой детали потребовалось сообщить ей некоторое количество теплоты. На сколько градусов нагреется чугунная деталь той же массы, если сообщить ей такое же количество теплоты?

Ответ: \_\_\_\_\_  $^\circ\text{C}$ .

- 12 В жёстком закрытом сосуде находится влажный воздух при температуре  $25\text{ }^\circ\text{C}$ . Плотность водяных паров в сосуде равна  $1,412 \cdot 10^{-2}\text{ кг/м}^3$ . Воздух в сосуде охлаждают до  $16\text{ }^\circ\text{C}$ . Пользуясь таблицей зависимости плотности  $\rho_{\text{нп}}$  насыщенных паров воды от температуры  $t$ , выберите все верные утверждения о результатах этого опыта. Запишите цифры, под которыми они указаны.

$t, \text{ }^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho_{\text{нп}}, \cdot 10^{-2}\text{ кг/м}^3$	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

- 1) При температуре  $16\text{ }^\circ\text{C}$  пар в сосуде насыщенный.
- 2) Давление в сосуде уменьшается.
- 3) Плотность водяного пара в сосуде уменьшается.
- 4) Относительная влажность воздуха в сосуде при  $20\text{ }^\circ\text{C}$  равна 60 %.
- 5) При уменьшении температуры относительная влажность воздуха в сосуде увеличивается.

Ответ: \_\_\_\_\_.

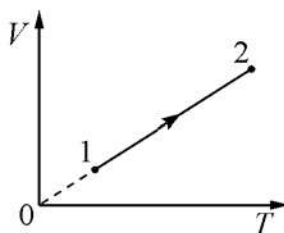


- 13** На рисунке приведён график зависимости объёма  $V$  одного моля идеального одноатомного газа от температуры  $T$ . Как изменяются в этом процессе при переходе от состояния 1 к состоянию 2 концентрация газа и его внутренняя энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

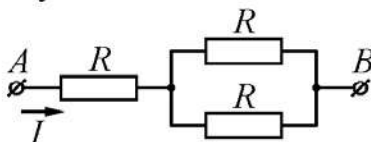


Концентрация газа	Внутренняя энергия газа

- 14** Два маленьких одинаковых металлических шарика, имеющие заряды  $2 \text{ мкКл}$  и  $8 \text{ мкКл}$ , взаимодействуют в вакууме с силой  $0,16 \text{ Н}$ . Какой будет сила взаимодействия между этими шариками, если их привести в соприкосновение, а потом разнести на прежнее расстояние друг от друга?

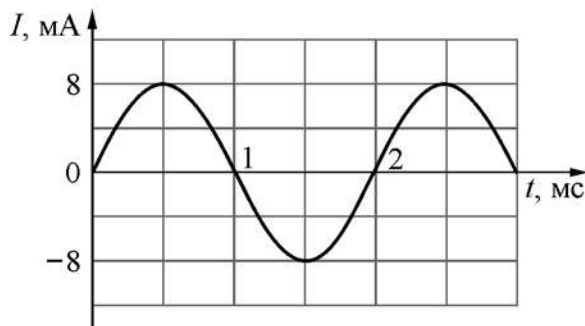
Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

- 15** Через участок цепи  $AB$ , схема которого изображена на рисунке, протекает постоянный ток. Напряжение между точками  $A$  и  $B$  равно  $12 \text{ В}$ . Все резисторы имеют одинаковое сопротивление  $R = 4 \text{ Ом}$ . Какое количество теплоты выделится в данном участке цепи за  $10 \text{ с}$ ?



Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

- 16 На рисунке изображён график зависимости силы тока  $I$  от времени  $t$  в идеальном колебательном контуре. Индуктивность катушки контура равна 10 мГн. Чему в процессе колебаний равна максимальная энергия электрического поля конденсатора, входящего в состав этого контура?



Ответ: \_\_\_\_\_ мкДж.

- 17 При изучении законов геометрической оптики ученик расположил небольшой предмет на расстоянии 50 см от тонкой собирающей линзы. Оптическая сила линзы равна 2,5 дптр. После этого он стал перемещать предмет вдоль главной оптической оси линзы. Выберите все верные утверждения о результатах этого опыта. В ответе укажите их номера.

- 1) Фокусное расстояние линзы равно 25 см.
- 2) Первоначальное изображение предмета получилось действительным и увеличенным.
- 3) При перемещении предмета на 15 см ближе к линзе изображение предмета стало мнимым.
- 4) Первоначально изображение предмета находилось на расстоянии 2,5 м от линзы.
- 5) При перемещении предмета на 30 см дальше от линзы размер изображения предмета уменьшился.

Ответ: \_\_\_\_\_.

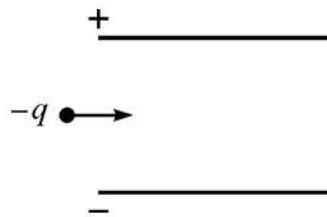
**18** Отрицательно заряженная пылинка, движущаяся со скоростью, намного меньшей скорости света, влетает в пространство между пластинами заряженного плоского конденсатора так, как показано на рисунке. Пылинка пролетает через конденсатор. Действием сил тяжести и трения, а также искажениями электрического поля вблизи краев пластин конденсатора можно пренебречь.

Как изменятся за время пролёта через конденсатор модуль импульса пылинки и расстояние от пылинки до положительно заряженной пластины конденсатора, если увеличить напряжение между его пластинами?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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



Модуль импульса пылинки в момент вылета из конденсатора	Расстояние от пылинки до положительно заряженной пластины конденсатора в момент вылета

**19** Заряженная частица, имеющая положительный заряд  $q$ , движется перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля по окружности радиусом  $R$  с периодом обращения  $T$ . Модуль импульса частицы равен  $p$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) масса частицы	1) $\frac{pR}{q}$
Б) модуль индукции магнитного поля	2) $\frac{p}{qR}$
	3) $\frac{pT}{2\pi R}$
	4) $\frac{2\pi T}{pR}$

Ответ:

А	Б

**20** За 78 лет распадается 87,5 % от изначально большого количества ядер радиоактивного цезия. Чему равен период полураспада этого изотопа?

Ответ: \_\_\_\_\_ лет.

**21** Для проведения опытов по наблюдению фотоэффекта взяли пластину из металла с работой выхода  $3,4 \cdot 10^{-19}$  Дж и стали освещать её светом частотой  $6 \cdot 10^{14}$  Гц. Как изменится сила фототока насыщения  $I_{\max}$  и работа выхода электронов с поверхности металла  $A_{\text{ВЫХ}}$ , если увеличить интенсивность падающего света, не изменяя его частоту?

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.

Сила фототока насыщения $I_{\max}$	Работа выхода электронов с поверхности металла $A_{\text{ВЫХ}}$

22 На строительном рынке 200 одинаковых фанерных листов сложили в одну вертикальную стопку. Высота этой стопки оказалась равной 1,8 м. Абсолютная погрешность измерения стопки составила 4 см. Чему равна толщина одного фанерного листа с учётом погрешности измерений?

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

23 Необходимо собрать экспериментальную установку и определить с её помощью жёсткость пружины. При подготовке этого опыта школьник взял штатив, пружину и грузик. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения данного эксперимента?

- 1) транспортер
- 2) линейку
- 3) манометр
- 4) весы
- 5) стакан с водой

В ответе запишите номера выбранных предметов.

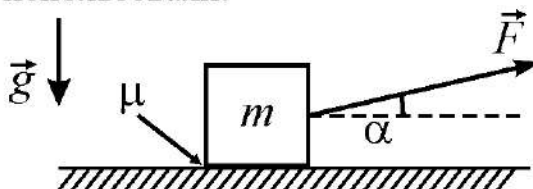
Ответ: 

--	--

## Часть 2

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

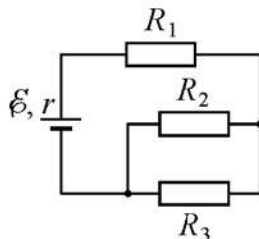
- 24 На шероховатом горизонтальном столе покоится небольшой брусок. В некоторый момент времени на брусок начинает действовать сила  $\vec{F}$ , направленная под постоянным углом  $\alpha$  к горизонту (см. рисунок). Модуль этой силы увеличивается от нулевого значения прямо пропорционально времени  $t$ , которое отсчитывается от момента начала действия силы  $\vec{F}$ . Опираясь на законы физики, опишите характер движения бруска и изобразите график зависимости модуля силы трения  $f$ , действующей на брусок, от времени  $t$ . Коэффициент трения  $\mu$  между столом и бруском постоянен. Объясните построение графика, указав явления и закономерности, которые Вы при этом использовали.



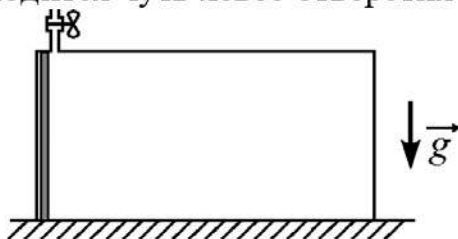
Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

- 25 Для приготовления домашнего мороженого мама школьника использовала следующий способ. Она заморозила в морозильнике до температуры  $t_1 = -18^\circ\text{C}$  фруктовый сок, и далее при помощи блендера превращала кубики льда в «кашицу», состоящую на  $n_l = 80\%$  из мелких ледяных частиц и на  $n_c = 20\%$  жидкого сока, находящуюся при температуре  $t_2 = 0^\circ\text{C}$ . Какую массу  $m$  такого «мороженого» она могла получить за время  $\tau = 5$  мин работы блендера мощностью  $P = 100$  Вт, если  $\eta = 0,9$  этой мощности расходовалась на обработку смеси и доведение её до конечного состояния? Свойства жидкого сока считайте близкими к свойствам воды, теплообменом смеси с окружающими телами можно пренебречь.

- 26 В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, источник имеет ЭДС  $\mathcal{E} = 9$  В и внутреннее сопротивление  $r = 1$  Ом. Сопротивления резисторов равны  $R_1 = 2$  Ом,  $R_2 = 3$  Ом,  $R_3 = 6$  Ом. Найдите силу тока  $I_2$ , который течёт через резистор  $R_2$ .

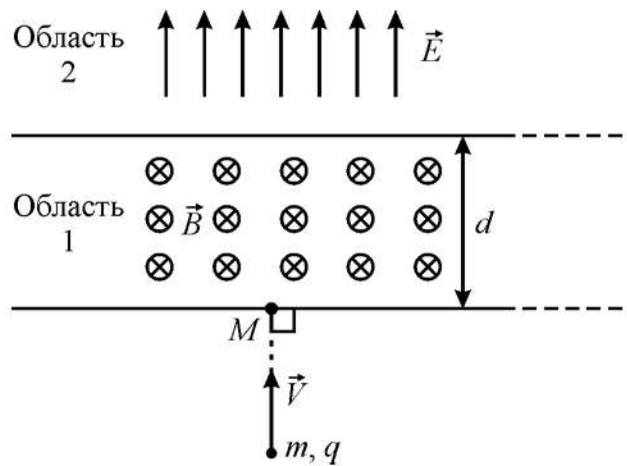


- 27 В закрытый теплопроводящий цилиндр объёмом  $V = 10$  л с гладкими внутренними стенками вставлен тонкий тяжёлый поршень, находящийся вначале, при горизонтальном положении цилиндра, около его левой крышки. Внутренний объём цилиндра сообщается с сухим атмосферным воздухом, находящимся при нормальных условиях, через тонкую трубку с открытым краном, который может отсоединять цилиндр от атмосферы. В исходном положении поршень находится чуть левее отверстия трубки (см. рисунок).

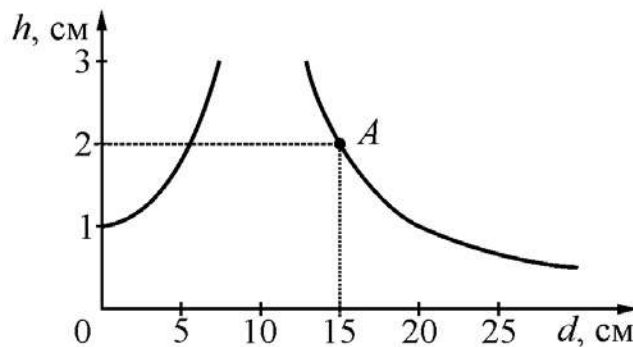


В некоторый момент цилиндр ставят в вертикальное положение с поршнем наверху, который опускается вниз, сразу перекрывая трубку и сжимая воздух под собой, а после установления равновесия находится на высоте  $l/2$  над дном цилиндра (высота цилиндра  $l = 0,9$  м). Затем кран перекрывают и снова кладут цилиндр горизонтально. На какое расстояние  $\Delta l$  сдвинется поршень после нового установления равновесия?

- 28** Частица массой  $m = 8 \cdot 10^{-10}$  кг с отрицательным зарядом  $|q| = 2 \cdot 10^{-8}$  Кл влетает с начальной скоростью  $V = 20$  м/с в область пространства 1 шириной  $d = 20$  см, в которой создано однородное магнитное поле с индукцией  $B = 2$  Тл. Начальная скорость частицы направлена перпендикулярно границе области 1. После вылета из области 1 частица попадает в непосредственно граничащую с ней протяжённую область 2, в которой создано однородное электростатическое поле напряжённостью  $E = 20$  В/м. Направления линий магнитного и электрического полей в областях 1 и 2 показаны на рисунке. На каком расстоянии от точки  $M$  попадания в область 1 частица вылетит из неё, двигаясь в противоположном направлении, пройдя области обоих полей?



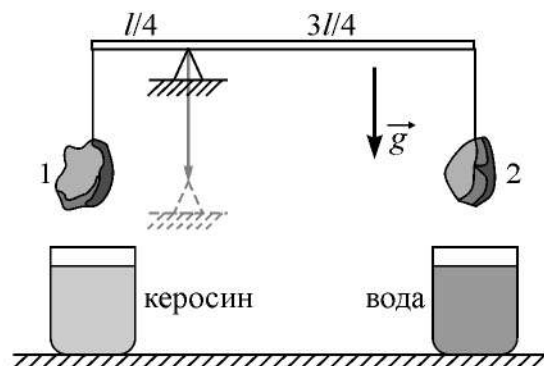
- 29** Перпендикулярно главной оптической оси некоторой тонкой линзы на расстоянии  $d$  от линзы расположена тонкая палочка высотой  $H = 1$  см. На рисунке изображён примерный график зависимости модуля высоты  $h$  изображения палочки от расстояния  $d$ . Пользуясь точкой  $A$ , найдите на этом графике оптическую силу  $D$  линзы.





30

К концам лёгкого стержня длиной  $l$ , лежащего на клиновидной опоре, установленной на расстоянии  $l/4$  от его левого конца, подвешены на невесомых нитях два тяжёлых груза 1 и 2 с плотностями  $\rho_1$  (слева) и  $\rho_2$  (справа). Стержень находится в равновесии в горизонтальном положении (см. рисунок).



Затем грузы полностью погрузили в стаканы с жидкостями – керосином слева и водой справа, опустив точку опоры стержня, и при этом его равновесие сохранилось. Чему равно отношение плотностей грузов  $\rho_2/\rho_1$ ? Какие законы Вы использовали для решения этой задачи? Обоснуйте их применимость к данному случаю.

## Тренировочная работа №2 по ФИЗИКЕ

11 класс

20 декабря 2021 года

Вариант ФИ2110204

Выполнена: ФИО \_\_\_\_\_ класс \_\_\_\_\_

### Инструкция по выполнению работы

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

В заданиях 3–5, 9–11, 14–16 и 20 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответом к заданиям 1, 2, 6–8, 12, 13, 17–19, 21, 23 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы без пробелов, запятых и других дополнительных символов.

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

Ответ к заданиям 24–30 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. На чистом листе укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

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

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

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

*Желаем успеха!*

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

### Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	$10^9$	сантиметры	см	$10^{-2}$
мега	М	$10^6$	миллиметры	мм	$10^{-3}$
кило	к	$10^3$	микрометры	мкм	$10^{-6}$
гекто	г	$10^2$	нанометры	нм	$10^{-9}$
деци	д	$10^{-1}$	пикометры	пм	$10^{-12}$

### 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	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

### Масса частиц

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

### Плотность

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

**Удельная теплоёмкость**

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

**Удельная теплота**

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

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

**Молярная масса**

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

## Часть 1

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

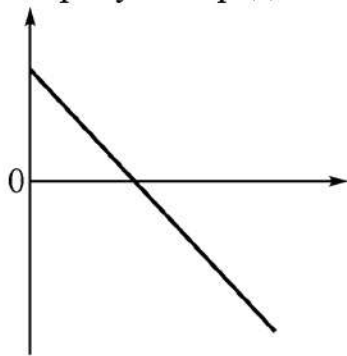
1

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

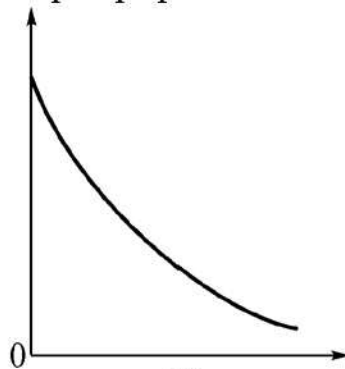
- 1) При равномерном движении точечного тела по окружности вектор ускорения этого тела направлен вдоль радиуса указанной окружности от её центра.
- 2) Внутренняя энергия неизменного количества идеального газа зависит только от его температуры.
- 3) Модуль силы взаимодействия двух точечных электрических зарядов обратно пропорционален квадрату расстояния между ними.
- 4) При сложении гармонических волн от двух синфазных точечных когерентных источников интерференционные минимумы наблюдаются там, где разность хода волн от указанных источников равна нечётному числу длин полуволн.
- 5) Любой движущейся частице можно поставить в соответствие волну, длина которой обратно пропорциональна квадрату модуля импульса этой частицы.

Ответ: \_\_\_\_\_.

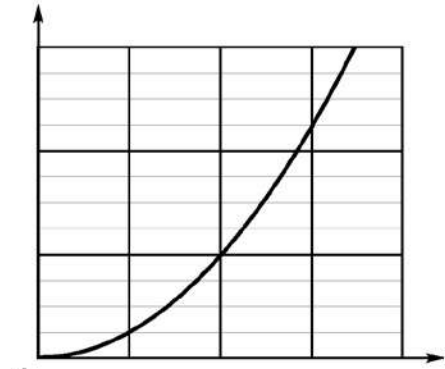
2 На рисунке представлены три графика.



A)



Б)



B)

Установите соответствие между этими графиками и перечисленными ниже зависимостями физических величин, которые эти графики могли бы отображать.

- 1) Зависимость модуля импульса материальной точки от модуля её скорости.
- 2) Зависимость количества нераспавшихся ядер от времени при радиоактивном распаде вещества.
- 3) Зависимость потенциальной энергии упругой пружины от величины её растяжения из недеформированного состояния.
- 4) Зависимость модуля силы гравитационного взаимодействия двух однородных шаров от расстояния между их центрами.
- 5) Зависимость проекции скорости материальной точки на ось  $Ox$  от времени при равнозамедленном ( $a_x < 0$ ) движении вдоль этой оси.

Ответ:

--	--	--	--	--

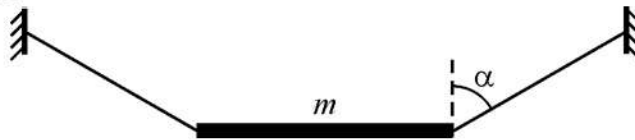
3 Точечное тело движется по окружности так, что модуль его скорости за любую секунду движения возрастает на 1 м/с. В некоторый момент скорость тела была равна 3 м/с. Через какое время после этого момента модуль центростремительного ускорения тела возрастёт в 9 раз?

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

- 4) Снаряд, выпущенный под углом к горизонту, разрывается в верхней точке своей траектории на два осколка, массы, которых относятся как 2 : 1. Скорость снаряда непосредственно перед разрывом была равна 20 м/с. Оказывается, что сразу после разрыва более тяжёлый осколок летит вертикально вниз со скоростью 40 м/с. Найдите модуль скорости лёгкого осколка сразу после разрыва, если массой сторевавшего при взрыве вещества можно пренебречь.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

- 5) Однородный стержень массой  $m = 48$  кг подвешен в горизонтальном положении на двух канатах так, как показано на рисунке. Каждый из канатов составляет с вертикалью угол  $\alpha = 60^\circ$ . Найдите модуль силы натяжения каждого из канатов.



Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

- 6) Школьник прочитал в научно-популярной книге, что ускорение свободного падения на поверхности Луны в 6 раз меньше ускорения свободного падения на поверхности Земли, масса Земли равна  $6 \cdot 10^{24}$  кг, а радиус Земли примерно в 3,7 раз больше радиуса Луны. Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, относящиеся к Земле и Луне. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Покоящееся тело массой 1 кг на поверхности Луны имеет такой же вес, как и на поверхности Земли.
- 2) Средняя плотность планеты Земля больше средней плотности Луны примерно в 1,62 раза.
- 3) Если бросить камень с горизонтальной площадки под одним и тем же углом к горизонту с одинаковой начальной скоростью на Земле и на Луне, то на Земле, без учёта сопротивления воздуха, камень пролетит до падения в 2 раза меньшее расстояние.
- 4) Радиус Земли, вычисленный исходя из приведённых в научно-популярной книге сведений, примерно составляет 6340 км.
- 5) Масса Луны примерно в 82 раза меньше массы Земли.

Ответ: \_\_\_\_\_.

7

Математический маятник совершает незатухающие гармонические колебания. При прохождении положения равновесия скорость груза маятника равна  $V$ . Длину нити маятника увеличили, а груз и его положение равновесия оставили прежними. Как изменятся в результате этого частота колебаний маятника и полная механическая энергия системы, если скорость груза маятника при прохождении положения равновесия будет той же, что и раньше?

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.

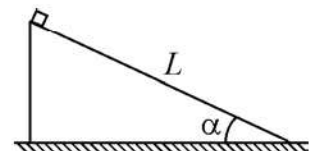
Частота колебаний маятника	Полная механическая энергия системы

8

Небольшой брусок соскальзывает без начальной скорости с наклонной плоскости длиной  $L$ . Наклонная плоскость составляет с горизонтом угол  $\alpha$ . В процессе движения на брусок со стороны плоскости действует сила нормальной реакции, модуль которой равен  $N$ , а модуль силы трения скольжения при этом равен  $F$ .

Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими движение бруска, и формулами, выражающими эти величины в рассматриваемой задаче.

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



**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

- А) модуль импульса бруска в конце движения по наклонной плоскости
- Б) работа силы тяжести за всё время движения по наклонной плоскости

**ФОРМУЛА**

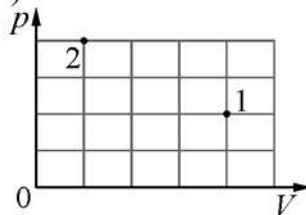
- 1)  $NL \operatorname{tg} \alpha$
- 2)  $\frac{N}{\cos \alpha} \sqrt{\frac{2L}{g} \left( \sin \alpha - \frac{F}{N} \cos \alpha \right)}$
- 3)  $\frac{N}{\cos \alpha} \sqrt{2gL \left( \sin \alpha + \frac{F}{N} \cos \alpha \right)}$
- 4)  $\frac{NL}{\cos \alpha}$

Ответ:

А	Б



- 9 В сосуде находится некоторое постоянное количество идеального газа. Определите температуру газа в состоянии 2, если в состоянии 1 температура газа равна 600 К (см. рисунок).



Ответ: \_\_\_\_\_ К.

- 10 Тепловой двигатель, работающий по циклу Карно, имеет нагреватель с температурой +127 °С и холодильник с температурой +27 °С. Какую работу совершает этот двигатель за три цикла работы, если за каждый цикл он получает от нагревателя количество теплоты, равное 2 кДж?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

- 11 Для нагревания на 72 °С чугунной детали потребовалось сообщить ей некоторое количество теплоты. На сколько градусов нагреется алюминиевая деталь той же массы, если сообщить ей такое же количество теплоты?

Ответ: \_\_\_\_\_ °С.

- 12 В жёстком закрытом сосуде находится влажный воздух при температуре 16 °С. Плотность водяных паров в сосуде равна  $1,078 \cdot 10^{-2}$  кг/м<sup>3</sup>. Воздух в сосуде нагревают до 25 °С. Пользуясь таблицей зависимости плотности  $\rho_{\text{нп}}$  насыщенных паров воды от температуры  $t$ , выберите все верные утверждения о результатах этого опыта. Запишите цифры, под которыми они указаны.

$t, \text{ }^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho_{\text{нп}}, \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

- 1) При температуре 17 °С на стенках сосуда есть капли росы.
- 2) Относительная влажность воздуха в сосуде при 18 °С равна 70 %.
- 3) При увеличении температуры относительная влажность воздуха в сосуде уменьшается.
- 4) Давление в сосуде остаётся постоянным.
- 5) Концентрация водяного пара в сосуде при нагревании остаётся постоянной.

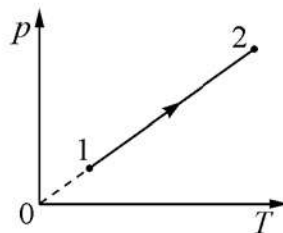
Ответ: \_\_\_\_\_.

**13** На рисунке приведён график зависимости давления  $p$  одного моля идеального одноатомного газа от температуры  $T$ . Как изменяются в этом процессе при переходе от состояния 1 к состоянию 2 плотность газа и средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

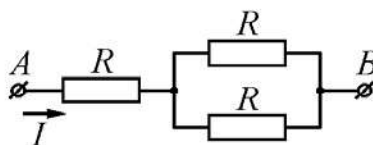


Плотность газа	Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул газа

**14** Два маленьких одинаковых металлических шарика, имеющие заряды 4 мкКл и 6 мкКл, взаимодействуют в вакууме с силой 0,24 Н. Какой будет сила взаимодействия между этими шариками, если их привести в соприкосновение, а потом разнести на прежнее расстояние друг от друга?

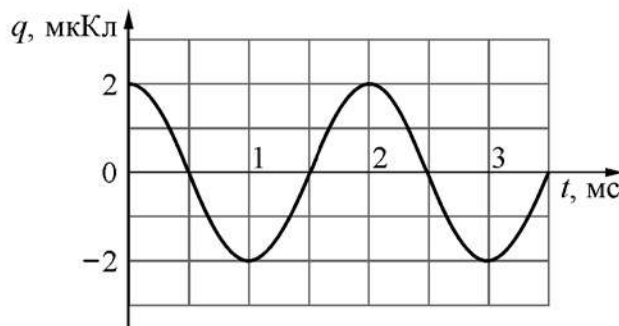
Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

**15** Через участок цепи  $AB$ , схема которого изображена на рисунке, протекает постоянный ток. Напряжение между точками  $A$  и  $B$  равно 12 В. Все резисторы имеют одинаковое сопротивление. Чему равно сопротивление каждого из резисторов, если за 5 с в данном участке цепи выделяется количество теплоты, равное 120 Дж?



Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

- 16 На рисунке изображён график зависимости заряда  $q$  конденсатора от времени  $t$  в идеальном колебательном контуре. Электроёмкость конденсатора равна 20 мкФ. Чему в процессе колебаний равна максимальная энергия магнитного поля катушки, входящей в состав этого контура?



Ответ: \_\_\_\_\_ мкДж.

- 17 При изучении законов геометрической оптики ученик расположил небольшой предмет на расстоянии 50 см от тонкой собирающей линзы. Оптическая сила линзы равна 2,5 дптр. После этого он стал перемещать предмет вдоль главной оптической оси линзы. Выберите все верные утверждения о результатах этого опыта. В ответе укажите их номера.

- 1) Первоначально изображение предмета находилось на расстоянии 2 м от линзы.
- 2) Первоначальное изображение предмета получилось мнимым и увеличенным.
- 3) При перемещении предмета на 20 см ближе к линзе изображение предмета стало уменьшенным.
- 4) Фокусное расстояние линзы равно 40 см.
- 5) При перемещении предмета на 30 см дальше от линзы размер изображения предмета стал равен размеру самого предмета.

Ответ: \_\_\_\_\_.

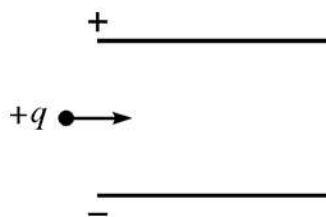
**18** Положительно заряженная пылинка, движущаяся со скоростью, намного меньшей скорости света, влетает в пространство между пластинами заряженного плоского конденсатора так, как показано на рисунке. Пылинка пролетает через конденсатор. Действием сил тяжести и трения, а также искажениями электрического поля вблизи краев пластин конденсатора можно пренебречь.

Как изменится за время пролёта через конденсатор модуль импульса пылинки и расстояние от пылинки до положительно заряженной пластины конденсатора, если увеличить напряжение между его пластинами?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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



Модуль импульса пылинки в момент вылета из конденсатора	Расстояние от пылинки до положительно заряженной пластины конденсатора в момент вылета

- 19** Заряженная частица, имеющая положительный заряд  $q$ , движется перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля по окружности радиусом  $R$  с периодом обращения  $T$ . Модуль импульса частицы равен  $p$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) модуль силы, действующей на частицу со стороны магнитного поля	1) $\frac{pR}{q}$
Б) кинетическая энергия частицы	2) $\frac{p}{qR}$
	3) $\frac{\pi R p}{T}$
	4) $\frac{2\pi p}{T}$

Ответ:

А	Б

- 20** За 38 минут распадается 75 % от изначально большого количества ядер радиоактивного висмута. Чему равен период полураспада этого изотопа?

Ответ: \_\_\_\_\_ мин.

- 21** Для проведения опытов по наблюдению фотоэффекта взяли пластину из металла с работой выхода  $3,4 \cdot 10^{-19}$  Дж и стали освещать её светом частотой  $6 \cdot 10^{14}$  Гц. Как изменится модуль запирающего напряжения  $U_3$  и максимальный импульс фотоэлектронов  $p_{\max}$ , вылетающих с поверхности металла, если увеличить интенсивность падающего света, не изменяя его частоту?

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.

Модуль запирающего напряжения $U_3$	Максимальный импульс фотоэлектронов $p_{\max}$

22 На строительном рынке 150 одинаковых фанерных листов сложили в одну вертикальную стопку. Высота этой стопки оказалась равной 1,8 м. Абсолютная погрешность измерения высоты стопки составляет 3 см. Чему равна толщина одного фанерного листа с учётом погрешности измерений?

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

23 Необходимо собрать экспериментальную установку и определить с её помощью жёсткость пружины. При подготовке этого опыта школьник взял штатив и пружину. Какие два предмета из приведённого ниже перечня оборудования необходимо дополнительно использовать для проведения данного эксперимента?

- 1) транспортир
- 2) линейку
- 3) динамометр
- 4) секундомер
- 5) стакан с водой

В ответе запишите номера выбранных предметов.

Ответ:

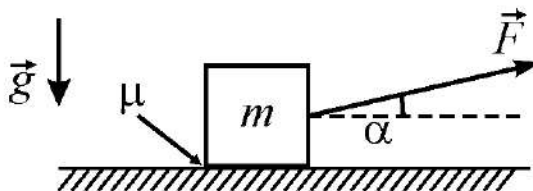
--	--

## Часть 2

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

24

На шероховатом горизонтальном столе покоится небольшой брусок. К нему прикладывают очень маленькую силу  $\vec{F}$ , направленную под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рисунок). Затем, не меняя этого угла, модуль силы  $\vec{F}$  начинают медленно увеличивать. Опираясь на законы физики, опишите характер движения бруска и изобразите график зависимости модуля силы трения  $f$ , действующей на брусок, от модуля силы  $F$ . Коэффициент трения  $\mu$  между столом и бруском постоянен. Объясните построение графика, указав явления и закономерности, которые Вы при этом использовали.

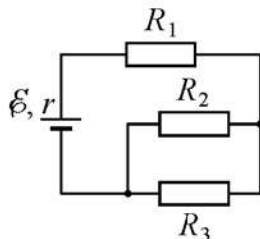


*Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.*

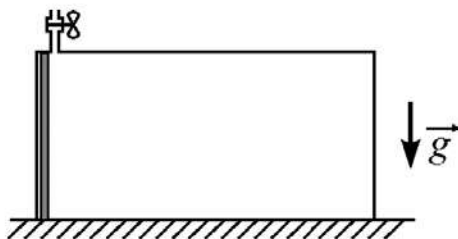
25

Для приготовления домашнего мороженого мама школьника использовала следующий способ. Она заморозила в морозильнике до температуры  $t_1 = -12^\circ\text{C}$  фруктовый сок, и далее при помощи блендера превращала кубики льда в «кашицу», состоящую на  $n_d = 85\%$  из мелких ледяных частиц и на  $n_c = 15\%$  жидкого сока, находящуюся при температуре  $t_2 = 0^\circ\text{C}$ . Какой объём  $V$  такого «мороженого» она могла получить за время  $\tau = 3$  мин работы блендера мощностью  $P = 120$  Вт, если  $\eta = 0,75$  этой мощности расходовалась на обработку смеси и доведение её до конечного состояния? Средняя плотность полученного мороженого  $\rho = 0,85$  г/см<sup>3</sup>, свойства жидкого сока считайте близкими к свойствам воды, теплообменом смеси с окружающими телами можно пренебречь.

- 26 В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, источник имеет ЭДС  $\mathcal{E} = 9$  В и внутреннее сопротивление  $r = 2$  Ом. Сопротивления резисторов равны  $R_1 = 1$  Ом,  $R_2 = 3$  Ом,  $R_3 = 6$  Ом. Найдите силу тока  $I_3$ , который течёт через резистор  $R_3$ .



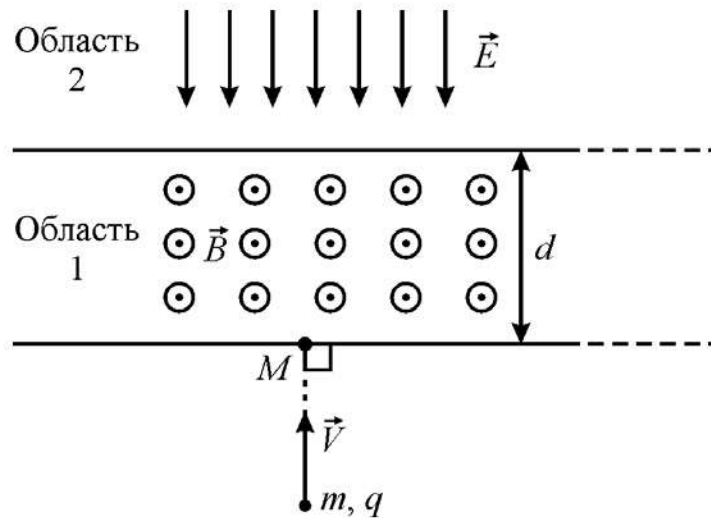
- 27 В закрытый теплопроводящий цилиндр объёмом  $V = 20$  л с гладкими внутренними стенками вставлен тонкий тяжёлый поршень, находящийся вначале, при горизонтальном положении цилиндра, около его левой крышки. Внутренний объём цилиндра сообщается с сухим атмосферным воздухом, находящимся при нормальных условиях, через тонкую трубку с открытым краном, который может отсоединять цилиндр от атмосферы. В исходном положении поршень находится чуть левее отверстия трубки (см. рисунок).



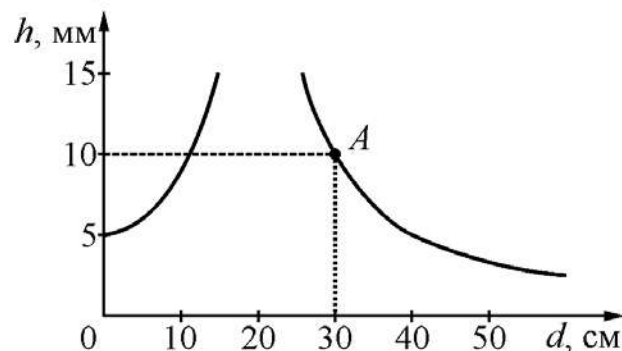
В некоторый момент цилиндр ставят в вертикальное положение с поршнем наверху, который опускается вниз, сразу перекрывая трубку и сжимая воздух под собой, а после установления равновесия находится на высоте  $0,4l$  над дном цилиндра (высота цилиндра  $l = 1$  м). Затем кран перекрывают и снова кладут цилиндр горизонтально. На какое расстояние  $\Delta l$  сдвинется поршень после нового установления равновесия?



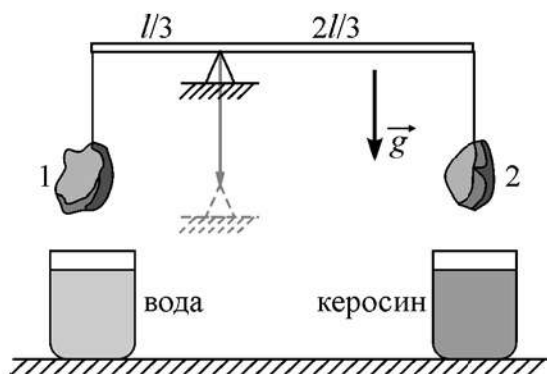
- 28** Частица массой  $m = 4 \cdot 10^{-10}$  кг с положительным зарядом  $q = 10^{-8}$  Кл влетает с начальной скоростью  $V = 10$  м/с в область пространства 1 шириной  $d = 20$  см, в которой создано однородное магнитное поле с индукцией  $B = 1$  Тл. Начальная скорость частицы направлена перпендикулярно границе области 1. После вылета из области 1 частица попадает в непосредственно граничащую с ней протяжённую область 2, в которой создано однородное электростатическое поле напряжённостью  $E = 5$  В/м. Направления линий магнитного и электрического полей в областях 1 и 2 показаны на рисунке. На каком расстоянии от точки  $M$  попадания в область 1 частица вылетит из неё, двигаясь в противоположном направлении, пройдя области обоих полей?



- 29** Перпендикулярно главной оптической оси некоторой тонкой линзы на расстоянии  $d$  от линзы расположена тонкая палочка высотой  $H = 5$  мм. На рисунке изображён примерный график зависимости модуля высоты  $h$  изображения палочки от расстояния  $d$ . Пользуясь точкой  $A$  на этом графике, найдите оптическую силу  $D$  линзы.



- 30 К концам лёгкого стержня длиной  $l$ , лежащего на клиновидной опоре, установленной на расстоянии  $l/3$  от его левого конца, подвешены на невесомых нитях два тяжёлых груза 1 и 2 с плотностями  $\rho_1$  (слева) и  $\rho_2$  (справа). Стержень находится в равновесии в горизонтальном положении (см. рисунок).



Затем, опустив точку опоры стержня, грузы полностью погрузили в стаканы с жидкостями – водой слева и керосином справа, и при этом равновесие стержня сохранилось. Чему равно отношение плотностей грузов  $\rho_2/\rho_1$ ? Какие законы Вы использовали для решения этой задачи? Обоснуйте их применимость к данному случаю.