

## Тренировочная работа по ФИЗИКЕ

11 класс

29 апреля 2016 года

Вариант ФИ10503

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.

Ответы к заданиям 1, 2, 8, 9, 13, 14, 19, 20 и 23 записываются в виде одной цифры, которая соответствует номеру правильного ответа. Эту цифру запишите в поле ответа в тексте работы.

В заданиях 3–5, 10, 15, 16, 21, 25–27 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы, единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответом к заданиям 6, 7, 11, 12, 17, 18, 22 и 24 является последовательность двух цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответ к заданиям 28–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. На чистом листе 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	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

**Масса частиц**

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

**Плотность**

воды	1000 кг/м <sup>3</sup>	подсолнечного масла	900 кг/м <sup>3</sup>
древесины (сосна)	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	$4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	640 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

**Удельная теплота**

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

**Нормальные условия**

давление: $10^5$ Па, температура: 0 °С
--

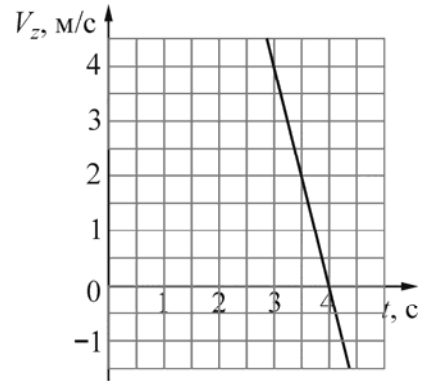
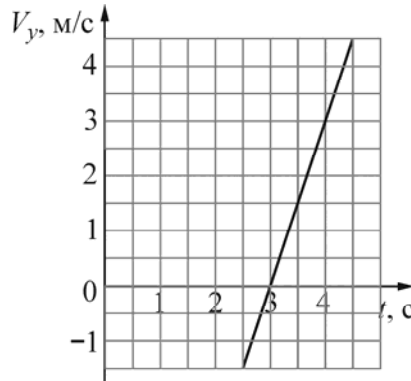
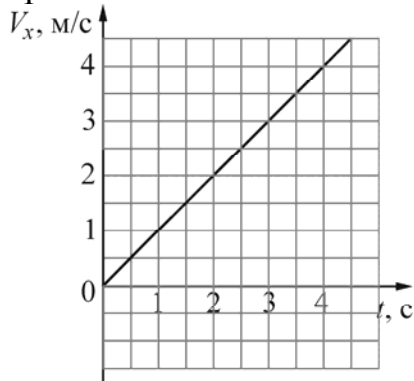
**Молярная масса**

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

Часть 1

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

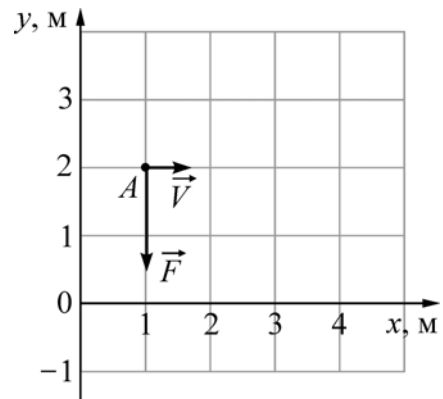
**1** Небольшое тело движется в пространстве. На рисунке показаны графики зависимости от времени  $t$  проекций  $V_x$ ,  $V_y$  и  $V_z$  скорости  $\vec{V}$  этого тела на оси  $OX$ ,  $OY$  и  $OZ$  от времени  $t$ . Чему равен модуль скорости этого тела в момент времени  $t = 3$  с?



- 1) 7 м/с                      2) 6 м/с                      3) 0 м/с                      4) 5 м/с

Ответ:

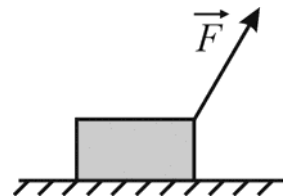
**2** Точечное тело массой 0,5 кг свободно движется по гладкой горизонтальной плоскости параллельно оси  $OX$  со скоростью  $V = 4$  м/с (см. рисунок, вид сверху). В момент времени  $t = 0$ , когда тело находилось в точке  $A$ , на него начинает действовать сила  $\vec{F}$ , модуль которой равен 1 Н. В момент времени  $t = 4$  с координата по оси  $OX$  этого тела будет равна



- 1) 1 м                      2) 2 м                      3) 16 м                      4) 17 м

Ответ:

**3** Брусок массой 1 кг лежит на горизонтальной шероховатой поверхности. К нему прикладывают силу  $\vec{F}$ , направленную под углом  $60^\circ$  к горизонту. Модуль этой силы равен 4 Н. Коэффициент трения между бруском и поверхностью равен 0,6. Чему равен модуль силы трения, действующей со стороны поверхности на брусок?

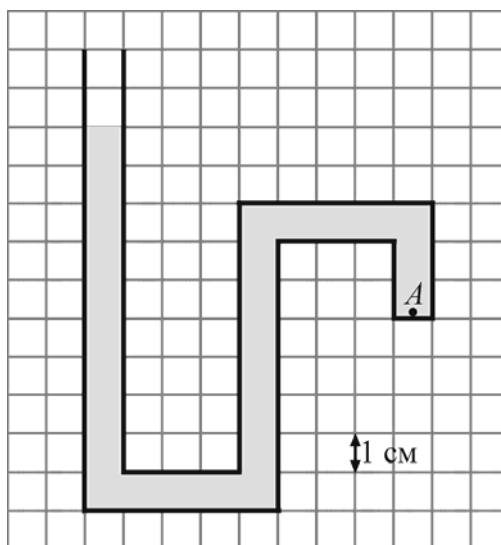


Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

- 4 Человек стоит на гладком льду и держит в руках снежок. Масса снежка в 50 раз меньше массы человека. При горизонтальном бросании снежка человек совершил работу 76,5 Дж. Какова кинетическая энергия снежка после броска?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

- 5 Один конец изогнутой трубки запаян, а второй открыт. Эта трубка заполнена водой и расположена вертикально открытым концом вверх, как показано на рисунке. Чему равно давление, создаваемое водой в точке  $A$  внутри трубки?



Ответ: \_\_\_\_\_ Па.

- 6 Точечное тело бросают с поверхности земли под углом  $\alpha$  к горизонту с начальной скоростью  $V_0$ . Как изменятся при увеличении угла бросания тела  
 А) отношение максимальной высоты подъёма к дальности полёта и  
 Б) отношение модуля импульса в верхней точке траектории к модулю импульса при броске?

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.

Отношение максимальной высоты подъёма к дальности полёта	Отношение модуля импульса в верхней точке траектории к модулю импульса при броске

7 Груз пружинного маятника покоится на горизонтальном гладком столе. Масса груза  $m$ , жёсткость пружины  $k$ , пружина сначала не растянута. Покоящемуся грузу быстро сообщают скорость  $\vec{V}$ , направленную вдоль оси пружины, от вертикальной стенки.



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым 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) максимальное растяжение пружины	1) $\frac{2V}{\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$
Б) модуль ускорения груза в момент максимального растяжения пружины	2) $\frac{\pi V}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$
	3) $V \sqrt{\frac{m}{k}}$
	4) $V \sqrt{\frac{k}{m}}$

Ответ:

А	Б

8 Модель идеального газа в молекулярно-кинетической теории не исключает  
 А) притяжения частиц  
 Б) хаотического движения частиц

- 1) только А      2) только Б      3) и А, и Б      4) ни А, ни Б

Ответ:

9 Молекулы газа, находящегося в сосуде под поршнем, имеют некоторую среднеквадратичную скорость. Какой процесс (из перечисленных ниже) нужно совершить над газом для того, чтобы среднеквадратичная скорость молекул газа увеличилась?

- 1) изотермическое расширение  
 2) изохорическое понижение давления  
 3) изобарическое расширение  
 4) изотермическое повышение давления

Ответ:

- 10** Относительная влажность водяного пара в сосуде при температуре  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  равна  $62\%$ . Какова плотность этого пара? Ответ округлите до сотых долей.

Ответ: \_\_\_\_\_ кг/м<sup>3</sup>.

- 11** Тело А, имеющее температуру  $T_1$ , привели в тепловой контакт с телом Б, имеющим температуру  $T_2 > T_1$ . Тела обмениваются тепловой энергией только друг с другом, фазовых превращений не происходит. Как в результате установления теплового равновесия изменятся следующие физические величины: температура тела А, суммарная внутренняя энергия тел А и Б?

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.

Температура тела А	Суммарная внутренняя энергия тел А и Б

- 12** Установите соответствие между физическими величинами и их размерностями 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) Удельная теплота парообразования

Б) Молярная масса

РАЗМЕРНОСТЬ

1)  $\frac{\text{м}^2}{\text{с}^2 \cdot \text{К}}$

2) моль

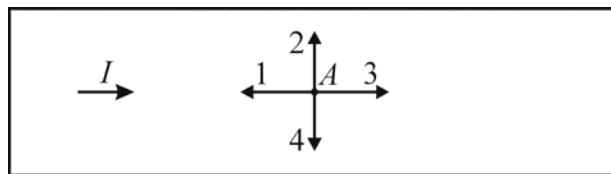
3)  $\frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}$

4) кг/моль

Ответ:

А	Б

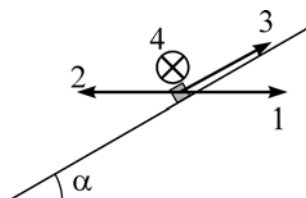
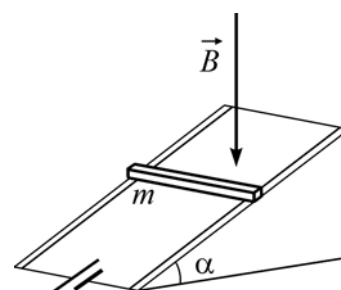
- 13** На рисунке показан участок металлической проволоки, вдоль которой протекает электрический ток  $I$ . Какой цифрой правильно обозначено направление вектора  $\vec{E}$  напряжённости электрического поля в точке  $A$ , находящейся внутри проводника?



- 1) 1                      2) 2                      3) 3                      4) 4

Ответ:

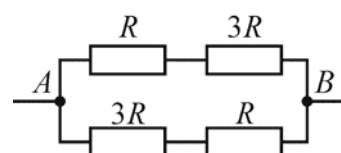
- 14** На гладких параллельных проводящих рельсах, расположенных под углом  $\alpha$  к горизонту, находится медная рейка массой  $m$ . Рельсы подключены к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). Система находится в вертикальном однородном магнитном поле  $\vec{B}$ , линии индукции которого направлены вниз. Рейка начинает двигаться вниз под действием силы тяжести. Какой цифрой правильно обозначено направление силы Ампера, действующей на рейку сразу после начала её движения?



- 1) 1                      2) 2                      3) 3                      4) 4

Ответ:

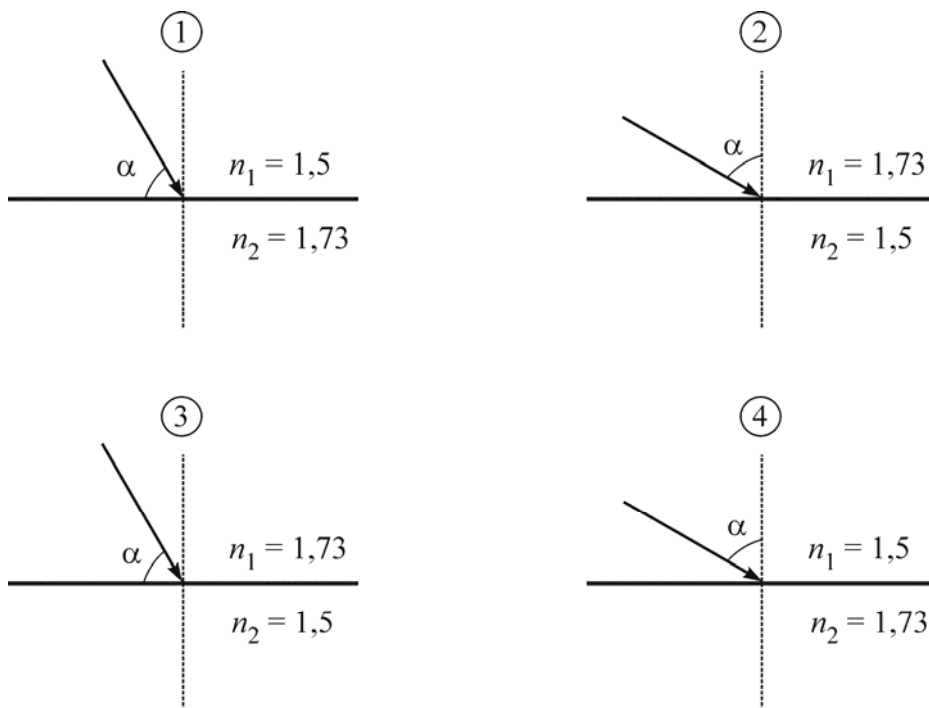
- 15** Какая мощность выделяется в участке цепи, схема которого изображена на рисунке, если  $R = 16$  Ом, а напряжение между точками  $A$  и  $B$  равно 8 В?



Ответ: \_\_\_\_\_ Вт.



**16** Известно, что для двух сред с некоторыми показателями преломления  $n_1$  и  $n_2$  явление полного внутреннего отражения на их границе начинает наблюдаться при угле падения света  $\alpha = 60^\circ$ . Какой из рисунков соответствует этому?



Ответ: \_\_\_\_\_.

**17** В однородном магнитном поле движется с постоянной скоростью прямой проводник так, что вектор скорости  $\vec{V}$  перпендикулярен проводнику. Вектор индукции магнитного поля  $\vec{B}$  также перпендикулярен проводнику и составляет с вектором  $\vec{V}$  угол  $\alpha = 30^\circ$ . Затем этот же проводник начинают двигать с той же скоростью, в том же самом магнитном поле, но так, что угол  $\alpha$  увеличивается в 2 раза. Как в результате этого изменятся следующие физические величины: модуль ЭДС индукции, возникающей в проводнике; модуль напряжённости электрического поля внутри проводника?

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 ЭДС индукции, возникающей в проводнике	Модуль напряжённости электрического поля внутри проводника

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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	РАЗМЕРНОСТЬ
А) вектор магнитной индукции	1) $\frac{\text{кг}}{\text{А} \cdot \text{с}^2}$
Б) магнитный поток	2) $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2 \cdot \text{А}}$
	3) $\frac{\text{А}^2 \cdot \text{с}^4}{\text{кг} \cdot \text{м}^3}$
	4) безразмерная величина

Ответ:

А	Б

- 19** Учёный проводил эксперимент по измерению скорости света. В качестве источника света он использовал лазер, установленный в своей лаборатории. В результате было получено значение скорости света  $c = 299\,790$  км/с. Затем он решил повторить опыт, используя в качестве источника света яркую звезду, которая, согласно астрономическому справочнику, удаляется от Земли с большой скоростью. В результате второго эксперимента будет получено значение скорости света

- 1) большее  $c$
- 2) меньшее  $c$
- 3) равное  $c$  (в пределах погрешности измерений)
- 4) большее, меньшее или равное  $c$  – в зависимости от спектрального состава света звезды

Ответ:

- 20** В результате некоторого числа  $\alpha$ -распадов и некоторого числа электронных  $\beta$ -распадов из ядра  ${}^A_Z\text{X}$  получается ядро  ${}^{A-8}_{Z-1}\text{Y}$ . Чему равно число  $\beta$ -распадов в этой ядерной реакции?

- 1) 1                                      2) 2                                      3) 3                                      4) 4

Ответ:

**21** Изотоп технеция  ${}_{43}^{95}\text{Tc}$  испытывает позитронный  $\beta$ -распад с периодом полураспада 60 суток, превращаясь в стабильный изотоп молибдена. В запаянную пробирку поместили 760 мг указанного изотопа технеция. Сколько миллимоль технеция останется в пробирке через 180 суток после начала опыта?

Ответ: \_\_\_\_\_ ммоль.

**22** На дифракционную решётку с периодом  $d$  перпендикулярно её поверхности падает параллельный пучок света с длиной волны  $\lambda$ . Определите, как изменятся число наблюдаемых главных дифракционных максимумов и расстояние от центра дифракционной картины до первого главного дифракционного максимума, если увеличить длину волны падающего света. 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.

Число наблюдаемых главных дифракционных максимумов	Расстояние от центра дифракционной картины до первого главного дифракционного максимума

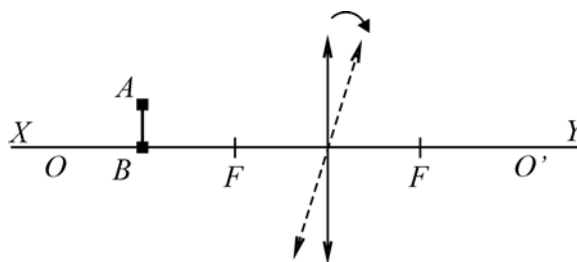
**23** Необходимо экспериментально проверить связь между макроскопическими параметрами в изохорном процессе для идеального газа. С этой целью разреженный газ помещают в сосуд, снабжённый поршнем, и измеряют давление, температуру и объём газа. Как необходимо дальше проводить эксперимент для проверки указанного закона?

- 1) изменять количество газа в сосуде и измерять давление, температуру и объём газа
- 2) не изменяя температуры газа и его количества, изменять объём газа и измерять его давление
- 3) не изменяя давления газа и его количества, изменять температуру газа и измерять его объём
- 4) не изменяя объёма газа и его количества, изменять температуру газа и измерять его давление

Ответ:

24

Предмет  $AB$  находится на расстоянии 10 см от тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием 5 см ( $F$  – фокусы линзы). Точка  $B$  находится на главной оптической оси линзы  $OO'$ , совпадающей на рисунке с линией  $XU$ . Отрезок  $AB$  параллелен линзе. Линзу немного поворачивают по часовой стрелке вокруг её оптического центра (см. рисунок). Выберите два верных утверждения.



- 1) После поворота длина изображения  $A'B'$  будет больше, чем длина предмета  $AB$ .
- 2) После поворота длина изображения  $A'B'$  будет меньше, чем длина предмета  $AB$ .
- 3) После поворота изображение точки  $B$  не будет находиться на линии  $XU$ .
- 4) После поворота изображение точки  $A$  будет находиться на меньшем расстоянии от линзы, чем до поворота.
- 5) После поворота изображение точки  $A$  будет находиться на большем расстоянии от линзы, чем до поворота.

Ответ:

--	--

## Часть 2

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

25

На вертикальной пружине неподвижно висит груз массой 150 г, склеенный из двух частей. Из-за высыхания клея нижняя часть груза массой 50 г отклеилась и отвалилась. Чему равен модуль ускорения оставшейся (верхней) части груза в момент сразу же после отклеивания нижней части?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

26

Идеальный одноатомный газ в количестве четырёх молей совершил работу 415 Дж. При этом газ получил количество теплоты, вдвое превышающее модуль этой работы. Определите изменение температуры этого газа. Ответ выразите **в градусах Цельсия** и округлите до целого числа.

Ответ: \_\_\_\_\_ °С.

- 27 Пучок электронов падает перпендикулярно дифракционной решётке с периодом  $14,4 \text{ мкм}$ . В результате на фотопластинке, расположенной за решёткой параллельно ей, фиксируется дифракционная картина. Угол к направлению падения пучка, под которым наблюдается первый главный дифракционный максимум, равен  $30^\circ$ . Чему равна скорость электронов в пучке?

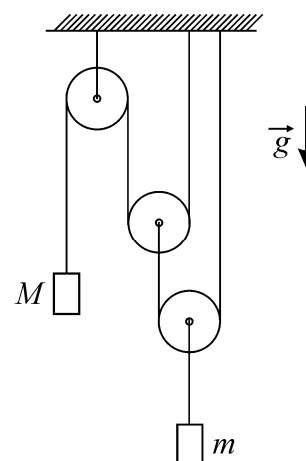
Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

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

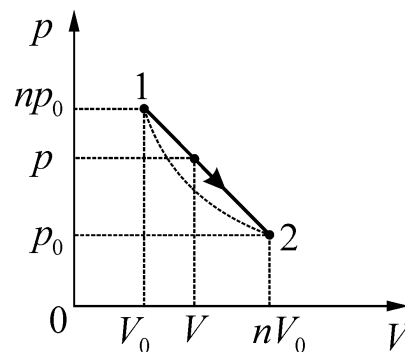
- 28 Школьник в столовой поставил тарелку с горячим супом на стол, который был слегка наклонён и оказался мокрым из-за пролитого кем-то чая. Под дном тарелки осталось немного воздуха. Тарелка с супом постояла на месте некоторое время, а потом соскользнула до края стола, упала на пол и разбилась. Перечислите и объясните физические явления и закономерности, которые привели к такому результату.

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

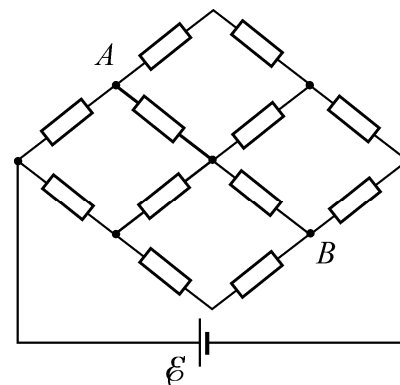
- 29 Найдите модуль ускорения  $A$  груза массой  $M$  в системе, изображённой на рисунке. Трения нет, блоки невесомы, нити лёгкие и нерастяжимые, их участки, не лежащие на блоках, вертикальны, масса второго груза  $m$ , ускорение свободного падения равно  $g$ .



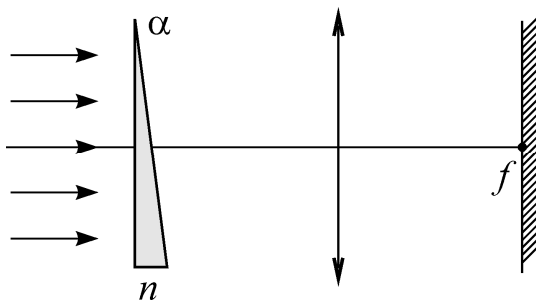
- 30** Процесс 1–2 с идеальным газом, изображённый на  $p$ – $V$ -диаграмме, имеет вид прямой линии  $p(V)$ , соединяющей две точки (1 и 2), лежащие на одной изотерме. Во сколько раз максимальная температура  $T_m$  в этом процессе превышает температуру  $T_0$  на изотерме? Параметры точек 1 и 2 (давления и объёмы) приведены на рисунке,  $n = 5$ .



- 31** Сетка из одинаковых резисторов присоединена к идеальной батарейке с ЭДС  $E$  (см. рисунок). Какое напряжение  $U$  покажет идеальный вольтметр, подключённый между точками  $A$  и  $B$  сетки?



- 32** Оптическая схема для наблюдения дисперсии света в стекле изображена на рисунке. Параллельный пучок белого света падает нормально на тонкую стеклянную призму с преломляющим углом  $\alpha = 4^\circ$ . За призмой установлена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием  $f = 1,5$  м, в фокальной плоскости которой находится экран, на котором получается изображение спектра белого света. Линза и экран перпендикулярны исходному пучку света. Какова ширина  $h$  наблюдаемого на экране спектра, если показатель преломления призмы изменяется от  $n_1 = 1,70$  для фиолетового света до  $n_2 = 1,65$  для красного света? Углы считать малыми ( $\sin \alpha \approx \text{tg } \alpha \approx \alpha$ ).



## Тренировочная работа по ФИЗИКЕ

11 класс

29 апреля 2016 года

Вариант ФИ10504

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.

Ответы к заданиям 1, 2, 8, 9, 13, 14, 19, 20 и 23 записываются в виде одной цифры, которая соответствует номеру правильного ответа. Эту цифру запишите в поле ответа в тексте работы.

В заданиях 3–5, 10, 15, 16, 21, 25–27 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы, единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответом к заданиям 6, 7, 11, 12, 17, 18, 22 и 24 является последовательность двух цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответ к заданиям 28–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. На чистом листе 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	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$



**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	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	алюминия	$900 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	меди	$380 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
железа	$640 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$	чугуна	$500 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
свинца	$130 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$		

**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: $0 \text{ }^\circ\text{C}$
---

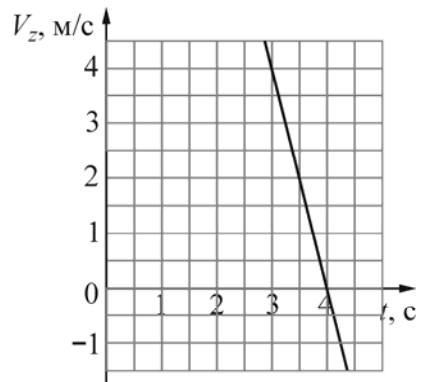
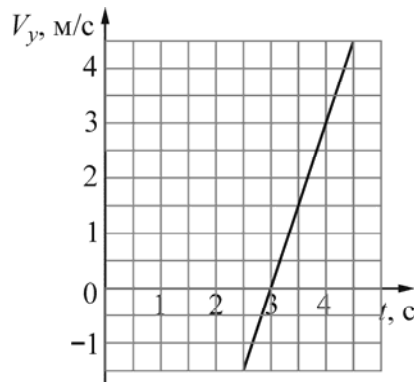
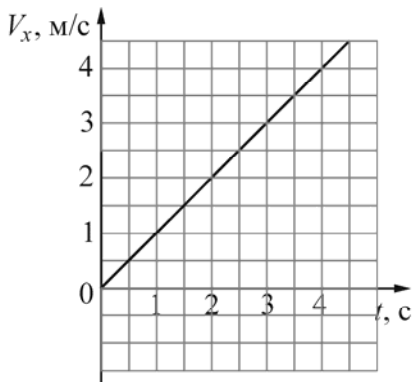
**Молярная масса**

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 цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

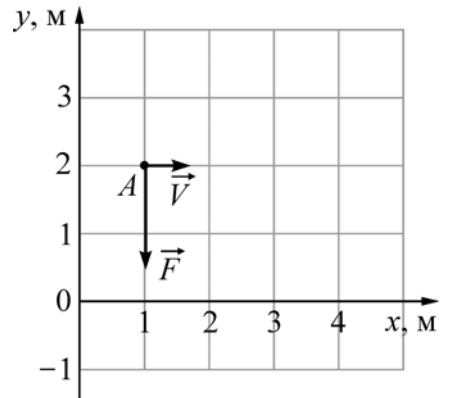
**1** Небольшое тело движется в пространстве. На рисунке показаны графики зависимости от времени  $t$  проекций  $V_x$ ,  $V_y$  и  $V_z$  скорости  $\vec{V}$  этого тела на оси  $OX$ ,  $OY$  и  $OZ$  от времени  $t$ . Чему равен модуль скорости этого тела в момент времени  $t = 4$  с?



- 1) 7 м/с                      2) 6 м/с                      3) 0 м/с                      4) 5 м/с

Ответ:

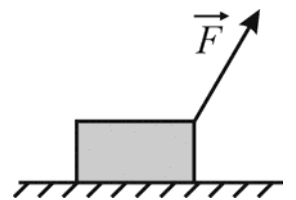
**2** Точечное тело массой 0,5 кг свободно движется по гладкой горизонтальной плоскости параллельно оси  $OX$  со скоростью  $V = 4$  м/с (см. рисунок, вид сверху). В момент времени  $t = 0$ , когда тело находилось в точке  $A$ , на него начинает действовать сила  $\vec{F}$ , модуль которой равен 1 Н. В момент времени  $t = 4$  с координата по оси  $OY$  этого тела будет равна



- 1) -14 м                      2) 18 м                      3) -16 м                      4) 2 м

Ответ:

**3** Брусок массой 2 кг лежит на горизонтальной шероховатой поверхности. К нему прикладывают силу  $\vec{F}$ , направленную под углом  $60^\circ$  к горизонту. Модуль этой силы равен 8 Н. Коэффициент трения между бруском и поверхностью равен 0,6. Чему равен модуль силы трения, действующей со стороны поверхности на брусок?

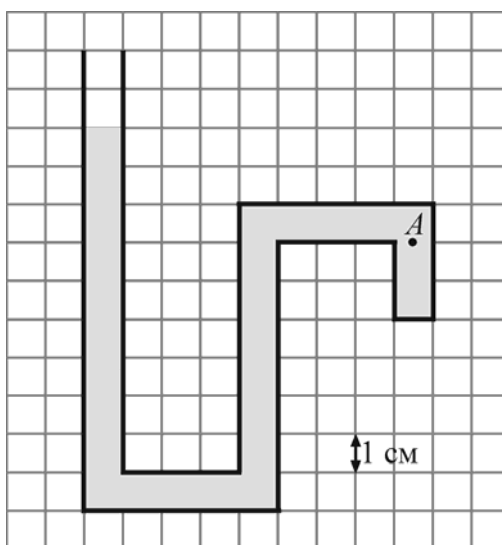


Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

4 Человек стоит на гладком льду и держит в руках снежок. Масса снежка в 50 раз меньше массы человека. При горизонтальном бросании снежка человек совершил работу 76,5 Дж. Какова кинетическая энергия человека после броска?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

5 Один конец изогнутой трубки запаян, а второй открыт. Эта трубка заполнена водой и расположена вертикально открытым концом вверх, как показано на рисунке. Чему равно давление, создаваемое водой в точке A внутри трубки?



Ответ: \_\_\_\_\_ Па.

6 Точечное тело бросают с поверхности земли под углом  $\alpha$  к горизонту с начальной скоростью  $V_0$ . Как изменятся при уменьшении угла бросания тела А) отношение максимальной высоты подъёма к дальности полёта и Б) отношение модуля импульса в верхней точке траектории к модулю импульса при броске?

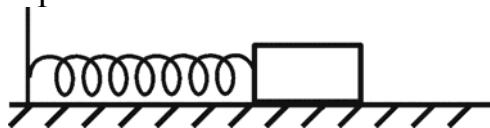
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Отношение максимальной высоты подъёма к дальности полёта	Отношение модуля импульса в верхней точке траектории к модулю импульса при броске

- 7 Груз пружинного маятника покоится на горизонтальном гладком столе. Масса груза  $m$ , жёсткость пружины  $k$ , пружина сначала не растянута. Покоящемуся грузу быстро сообщают некоторую скорость, направленную вдоль оси пружины, от вертикальной стенки.



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым 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) количество колебаний, совершаемых грузом в единицу времени	1) $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$
Б) минимальное время, через которое растяжение пружины станет наибольшим	2) $\frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$
	3) $\sqrt{\frac{k}{m}}$
	4) $2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

Ответ:

А	Б

- 8 Модель идеального газа в молекулярно-кинетической теории не исключает
- А) соударения частиц  
 Б) притяжения частиц

- 1) только А      2) только Б      3) и А, и Б      4) ни А, ни Б

Ответ:

- 9 Молекулы газа, находящегося в сосуде под поршнем, имеют некоторую среднеквадратичную скорость. Какой процесс (из перечисленных ниже) нужно совершить над газом для того, чтобы среднеквадратичная скорость молекул газа уменьшилась?

- 1) изотермическое расширение  
 2) изохорическое повышение давления  
 3) изобарическое сжатие  
 4) изотермическое повышение давления

Ответ:

- 10** Относительная влажность водяного пара в сосуде при температуре  $100\text{ }^\circ\text{C}$  равна 81%. Какова плотность этого пара? Ответ округлите до сотых долей.

Ответ: \_\_\_\_\_ кг/м<sup>3</sup>.

- 11** Тело А, имеющее температуру  $T_1$ , привели в тепловой контакт с телом Б, имеющим температуру  $T_2 > T_1$ . Тела обмениваются тепловой энергией только друг с другом, фазовых превращений не происходит. Как в результате установления теплового равновесия изменятся следующие физические величины: внутренняя энергия тела Б, температура тела А?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Внутренняя энергия тела Б	Температура тела А

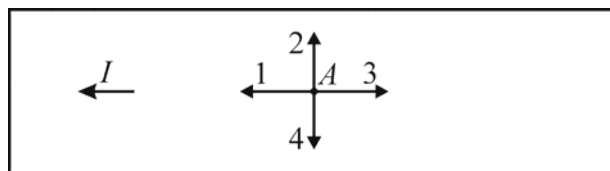
- 12** Установите соответствие между физическими величинами и их размерностями в СИ. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	РАЗМЕРНОСТЬ
А) Удельная теплоёмкость вещества	1) $\frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}$
Б) Отношение универсальной газовой постоянной к постоянной Больцмана	2) моль <sup>-1</sup>
	3) $\frac{\text{м}^2}{\text{с}^2 \cdot \text{К}}$
	4) $\frac{\text{Дж} \cdot \text{с}^2}{\text{моль} \cdot \text{м}}$

Ответ: 

А	Б

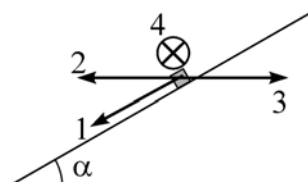
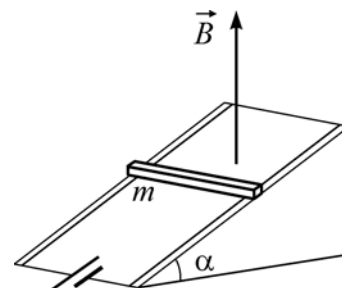
- 13** На рисунке показан участок металлической проволоки, вдоль которой протекает электрический ток  $I$ . Какой цифрой правильно обозначено направление вектора  $\vec{E}$  напряжённости электрического поля в точке  $A$ , находящейся внутри проводника?



- 1) 1                      2) 2                      3) 3                      4) 4

Ответ:

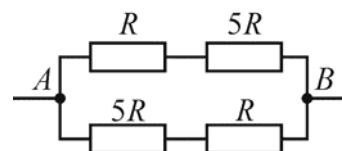
- 14** На гладких параллельных проводящих рельсах, расположенных под углом  $\alpha$  к горизонту, находится тонкая медная рейка массой  $m$ . Рельсы подключены к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). Система находится в вертикальном однородном магнитном поле  $\vec{B}$ , линии индукции которого направлены вверх. Рейка начинает двигаться вниз под действием силы тяжести. Какой цифрой правильно обозначено направление силы Ампера, действующей на рейку сразу после начала её движения?



- 1) 1                      2) 2                      3) 3                      4) 4

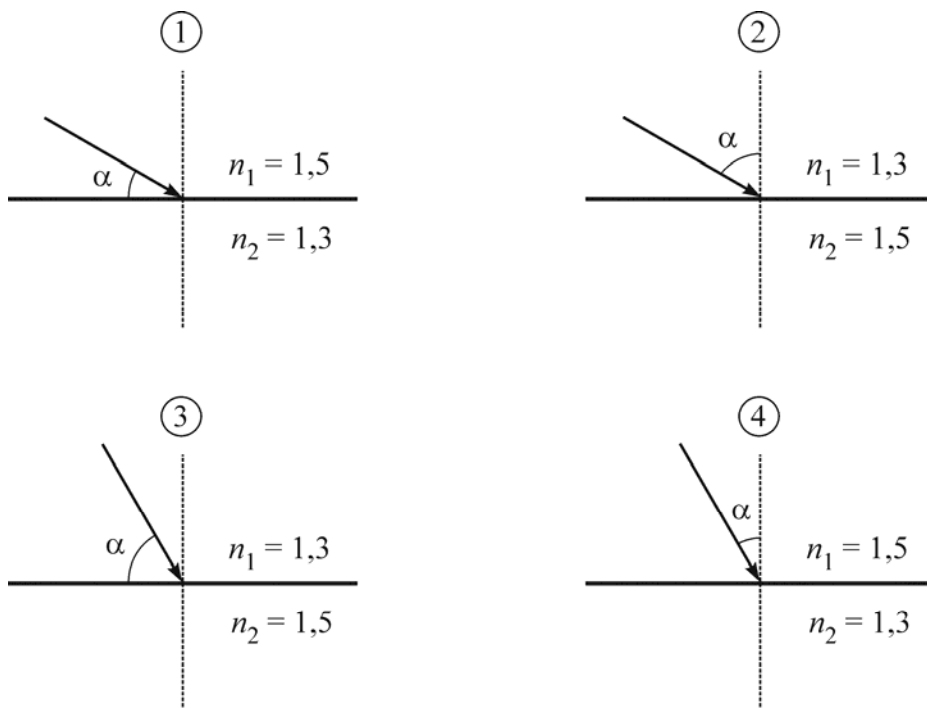
Ответ:

- 15** Какая мощность выделяется в участке цепи, схема которого изображена на рисунке, если  $R = 27$  Ом, а напряжение между точками  $A$  и  $B$  равно 9 В?



Ответ: \_\_\_\_\_ Вт.

**16** Известно, что для двух сред с некоторыми показателями преломления  $n_1$  и  $n_2$  явление полного внутреннего отражения на их границе начинает наблюдаться при угле падения света  $\alpha = 60^\circ$ . Какой из рисунков соответствует этому?



Ответ: \_\_\_\_\_.

**17** В однородном магнитном поле движется с постоянной скоростью прямой проводник так, что вектор скорости  $\vec{V}$  перпендикулярен проводнику. Вектор индукции магнитного поля  $\vec{B}$  также перпендикулярен проводнику и составляет с вектором  $\vec{V}$  угол  $\alpha = 60^\circ$ . Затем этот же проводник начинают двигать с той же скоростью, в том же самом магнитном поле, но так, что угол  $\alpha$  уменьшается в 2 раза. Как в результате этого изменятся следующие физические величины: модуль ЭДС индукции, возникающей в проводнике; модуль напряжённости электрического поля внутри проводника?

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 ЭДС индукции, возникающей в проводнике	Модуль напряжённости электрического поля внутри проводника

- 18** Установите соответствие между физическими величинами и их размерностями 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) электрическая постоянная  $\varepsilon_0$   
 Б) индуктивность

## РАЗМЕРНОСТЬ

- 1) безразмерная величина  
 2)  $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{А}^2 \cdot \text{с}^2}$   
 3)  $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{А}^2 \cdot \text{с}^2}$   
 4)  $\frac{\text{А}^2 \cdot \text{с}^4}{\text{кг} \cdot \text{м}^3}$

Ответ:

А	Б

- 19** Учёный проводил эксперимент по измерению скорости света. В качестве источника света он использовал лазер, установленный в своей лаборатории. В результате было получено значение скорости света  $c = 299\,790$  км/с. Затем он решил повторить опыт, используя в качестве источника света яркую звезду, которая, согласно астрономическому справочнику, приближается к Земле с большой скоростью. В результате второго эксперимента будет получено значение скорости света

- 1) большее  $c$   
 2) меньшее  $c$   
 3) равное  $c$  (в пределах погрешности измерений)  
 4) большее, меньшее или равное  $c$  – в зависимости от спектрального состава света звезды

Ответ:

- 20** В результате некоторого числа  $\alpha$ -распадов и некоторого числа электронных  $\beta$ -распадов из ядра  ${}^A_Z X$  получается ядро  ${}^{A-8}_{Z-1} Y$ . Чему равно число  $\alpha$ -распадов в этой ядерной реакции?

- 1) 1                      2) 2                      3) 3                      4) 4

Ответ:



- 21** Изотоп технеция  ${}^{97}_{43}\text{Tc}$  испытывает позитронный  $\beta$ -распад с периодом полураспада 90 суток, превращаясь в стабильный изотоп молибдена. В запаянную пробирку поместили 1552 мг указанного изотопа технеция. Сколько миллимоль технеция останется в пробирке через 270 суток после начала опыта?

Ответ: \_\_\_\_\_ ммоль.

- 22** На дифракционную решётку с периодом  $d$  перпендикулярно её поверхности падает параллельный пучок света с длиной волны  $\lambda$ . Определите, как изменятся число наблюдаемых главных дифракционных максимумов и расстояние от центра дифракционной картины до первого главного дифракционного максимума, если заменить эту дифракционную решётку на другую, с бóльшим периодом. 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.

Число наблюдаемых главных дифракционных максимумов	Расстояние от центра дифракционной картины до первого главного дифракционного максимума

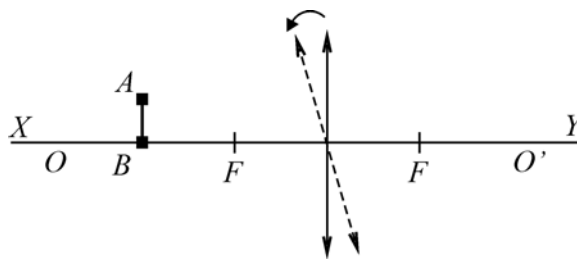
- 23** Необходимо экспериментально проверить связь между макроскопическими параметрами в изотермическом процессе для идеального газа. С этой целью разреженный газ помещают в сосуд, снабжённый поршнем, и измеряют давление, температуру и объём газа. Как необходимо дальше проводить эксперимент для проверки указанного закона?

- 1) изменять количество газа в сосуде и измерять давление, температуру и объём газа
- 2) не изменяя температуры газа и его количества, изменять объём газа и измерять его давление
- 3) не изменяя давления газа и его количества, изменять температуру газа и измерять его объём
- 4) не изменяя объёма газа и его количества, изменять температуру газа и измерять его давление

Ответ:

24

Предмет  $AB$  находится на расстоянии 10 см от тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием 5 см ( $F$  – фокусы линзы). Точка  $B$  находится на главной оптической оси линзы  $OO'$ , совпадающей на рисунке с линией  $XOY$ . Отрезок  $AB$  параллелен линзе. Линзу немного поворачивают против часовой стрелки вокруг её оптического центра (см. рисунок). Выберите два верных утверждения.



- 1) После поворота длина изображения  $A'B'$  будет больше, чем длина предмета  $AB$ .
- 2) После поворота длина изображения  $A'B'$  будет меньше, чем длина предмета  $AB$ .
- 3) После поворота изображение точки  $B$  не будет находиться на линии  $XOY$ .
- 4) После поворота изображение точки  $A$  будет находиться на меньшем расстоянии от линзы, чем до поворота.
- 5) После поворота изображение точки  $A$  будет находиться на большем расстоянии от линзы, чем до поворота.

Ответ:

--	--

## Часть 2

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

25

На вертикальной пружине неподвижно висит груз массой 300 г, склеенный из двух частей. Из-за высыхания клея нижняя часть груза массой 50 г отклеилась и отвалилась. Чему равен модуль ускорения оставшейся (верхней) части груза в момент сразу же после отклеивания нижней части?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

26

Над четырьмя молями идеального одноатомного идеального газа совершили работу 415 Дж. При этом газ получил количество теплоты, вдвое превышающее модуль этой работы. Определите изменение температуры этого газа. Ответ выразите **в градусах Цельсия** и округлите до целого числа.

Ответ: \_\_\_\_\_ °С.

- 27 Пучок электронов падает перпендикулярно дифракционной решётке с периодом  $28,8 \text{ мкм}$ . В результате на фотопластинке, расположенной за решёткой параллельно ей, фиксируется дифракционная картина. Угол к направлению падения пучка, под которым наблюдается первый главный дифракционный максимум, равен  $30^\circ$ . Чему равна скорость электронов в пучке?

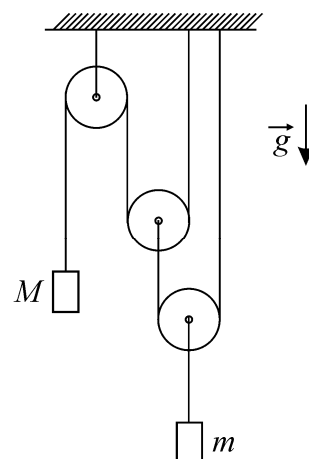
Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

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

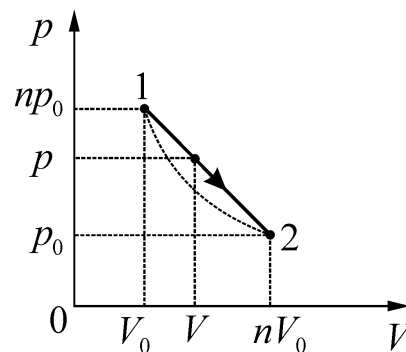
- 28 Школьник в столовой поставил тарелку с горячим супом на стол, который был слегка наклонён и оказался мокрым из-за пролитого кем-то чая. Под дном тарелки осталось немного воздуха. Тарелка с супом постояла на месте некоторое время, а потом соскользнула до края стола, упала на пол и разбилась. Перечислите и объясните физические явления и закономерности, которые привели к такому результату.

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

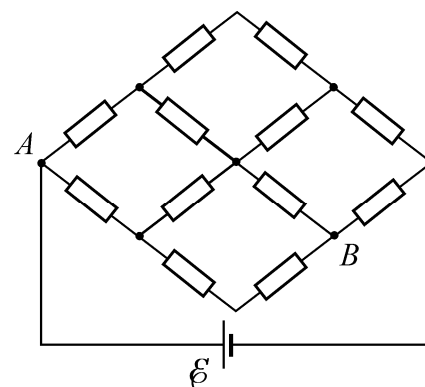
- 29 Найдите модуль ускорения  $a$  груза массой  $m$  в системе, изображённой на рисунке. Трения нет, блоки невесомы, нити лёгкие и нерастяжимые, их участки, не лежащие на блоках, вертикальны, масса второго груза  $M$ , ускорение свободного падения равно  $g$ .



- 30** Процесс 1–2 с идеальным газом, изображённый на  $p$ – $V$ -диаграмме, имеет вид прямой линии  $p(V)$ , соединяющей две точки (1 и 2), лежащие на одной изотерме. Во сколько раз максимальная температура  $T$  в этом процессе превышает температуру  $T_0$  на изотерме? Параметры точек 1 и 2 (давления и объёмы) приведены на рисунке,  $n = 3$ .



- 31** Сетка из одинаковых резисторов присоединена к идеальной батарейке с ЭДС  $\mathcal{E}$  (см. рисунок). Какое напряжение  $U$  покажет идеальный вольтметр, подключённый между точками  $A$  и  $B$  сетки?



- 32** Оптическая схема для наблюдения дисперсии света в стекле изображена на рисунке. Параллельный пучок белого света падает нормально на тонкую стеклянную призму с преломляющим углом  $\alpha = 5^\circ$ . За призмой установлена тонкая собирающая линза с фокусным расстоянием  $f = 1$  м, в фокальной плоскости которой находится экран, на котором получается изображение спектра белого света. Линза и экран перпендикулярны исходному пучку света. Какова ширина  $h$  наблюдаемого на экране спектра, если показатель преломления призмы изменяется от  $n_1 = 1,68$  для фиолетового света до  $n_2 = 1,64$  для красного света? Углы считать малыми ( $\sin \alpha \approx \text{tg } \alpha \approx \alpha$ ).

