

## Тренировочная работа №4 по ФИЗИКЕ

11 класс

7 марта 2023 года

Вариант ФИ2210403

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 1–3, 7–9, 12–14 и 18 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 4–6, 10, 11, 15–17, 19, 20, 21 и 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 –  $0$  °С

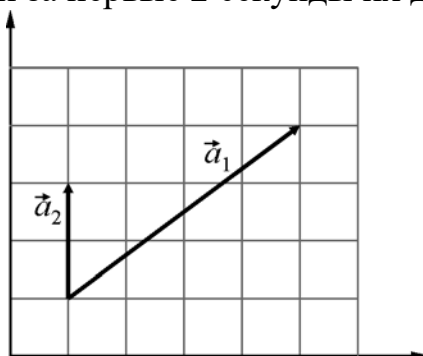
**Молярная масса**

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

- 1** Два маленьких тела, находившиеся в состоянии покоя, одновременно начинают двигаться из одной точки по плоскости  $YOX$  с разными по модулю постоянными ускорениями. На рисунке изображены векторы  $\vec{a}_1$  и  $\vec{a}_2$  ускорений этих тел (масштабы координатной сетки вдоль горизонтальной и вертикальной осей одинаковы). Чему равно отношение путей  $S_1/S_2$ , пройденных этими телами за первые 2 секунды их движения?



Ответ: \_\_\_\_\_.

- 2** Ускорение свободного падения на поверхности Земли в 2,65 раза больше, чем на поверхности Марса. Вторая космическая скорость для Земли в 2,24 раза больше, чем для Марса. Во сколько раз радиус Земли больше радиуса Марса? Ответ округлите до целого числа.

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 3** На горизонтальном столе лежит лист бумаги, на котором нарисован равнобедренный треугольник с длиной боковой стороны 12 см и углом  $30^\circ$  при основании. В его вершинах расположены одинаковые маленькие тяжёлые бусинки. На каком расстоянии от основания данного треугольника расположен центр тяжести системы, состоящей из этих трёх бусинок?

Ответ: \_\_\_\_\_ см.

- 4 Небольшая шайба массой 100 г соскальзывает с наклонной плоскости с углом при основании  $45^\circ$ . Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. В таблице приведены значения модуля скорости  $V$  шайбы в различные моменты времени  $t$ . Выберите все верные утверждения о результатах этого опыта на основании данных, содержащихся в таблице.

$t, \text{с}$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4
$V, \text{м/с}$	0	1,202	2,404	3,606	4,808	6,010	7,212	8,414

- 1) Между шайбой и плоскостью есть сухое трение.
- 2) Модуль ускорения шайбы приблизительно равен  $7 \text{ м/с}^2$ .
- 3) За первую секунду движения шайба прошла путь менее 2 м.
- 4) В момент времени  $t = 0,6 \text{ с}$  модуль импульса шайбы примерно равен  $0,36 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ .
- 5) Если в момент времени  $t = 1,2 \text{ с}$  шайба столкнётся с абсолютно неупругим препятствием, то выделится количество теплоты  $\approx 2,6 \text{ Дж}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 5 На двух узких опорах покоится тяжёлая горизонтальная однородная доска. На доске посередине между опорами лежит гиря. Гирию перекаладывают так, что она оказывается лежащей на доске ближе к правой опоре. Как после перекаладывания гири изменяются модуль силы реакции правой опоры и момент силы тяжести гири относительно левой опоры?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

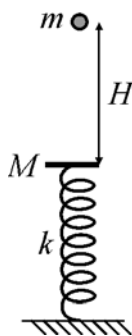
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Модуль силы реакции правой опоры	Момент силы тяжести гири относительно левой опоры

6

На горизонтальном столе установлена в вертикальном положении лёгкая пружина жёсткостью  $k$ . Её нижний конец прикреплён к столу, а к верхнему концу прикреплена горизонтальная платформа массой  $M$ . На высоте  $H$  над платформой удерживают маленький пластилиновый шарик массой  $m$ . Шарик отпускают без начальной скорости, после чего он свободно падает и прилипает к покоившейся платформе. В результате этого платформа с шариком начинают совершать колебания, в ходе которых ось пружины остаётся вертикальной, а платформа не касается стола.



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче ( $g$  – ускорение свободного падения).

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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ФОРМУЛА

- А) кинетическая энергия системы «шарик + платформа» сразу после прилипания шарика к платформе
- Б) период колебаний платформы с прилипшим к ней шариком

- 1)  $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
- 2)  $2\pi\sqrt{\frac{m+M}{k}}$
- 3)  $\frac{m^2 gH}{m+M}$
- 4)  $mgH$

Ответ:

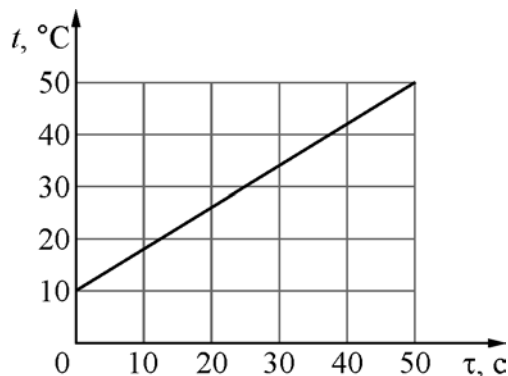
А	Б

7

В сосуде объёмом 8,31 л находится 0,35 моль идеального газа при давлении 100 кПа. Газ сначала изотермически расширяют в 2 раза, а затем изохорически нагревают на 120 К. Чему равно давление газа в конечном состоянии? Ответ выразите в кПа и округлите до целого числа.

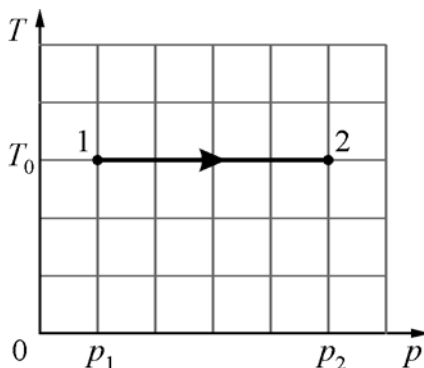
Ответ: \_\_\_\_\_ кПа.

- 8 На рисунке приведена зависимость температуры  $t$  однородного твёрдого тела массой 5 кг от времени  $\tau$  в процессе нагревания. Чему равна удельная теплоёмкость вещества этого тела? Подводимую к телу тепловую мощность можно считать постоянной и равной 520 Вт.



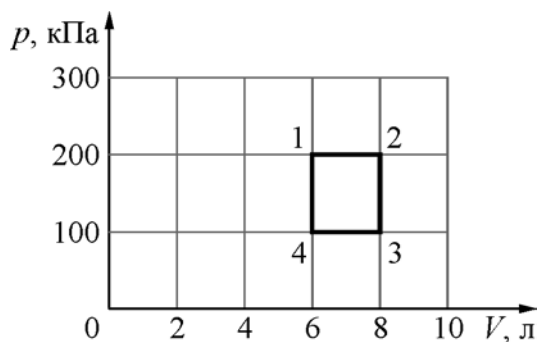
Ответ: \_\_\_\_\_ Дж/(кг·К).

- 9 На  $T$ - $p$ -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Газ отдал в этом процессе количество теплоты 80 кДж. Масса газа не менялась. Определите работу, совершённую внешними силами над газом в этом процессе, если  $p_1 = 80$  кПа,  $p_2 = 200$  кПа,  $T_0 = 300$  К.



Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

- 10** С постоянной массой идеального одноатомного газа происходит циклический процесс 1–2–3–4–1,  $p$ – $V$ -диаграмма которого представлена на рисунке. Максимальная температура газа в этом процессе составляет 600 К. На основании анализа этого циклического процесса выберите все верные утверждения.



- 1) Работа, совершённая газом при его изобарическом расширении, равна 400 Дж.
- 2) Количество вещества газа, участвующего в циклическом процессе, больше 0,45 моля.
- 3) Суммарное количество теплоты, которым газ обменялся с окружающими телами в процессе 1–2–3–4–1, равно 200 Дж.
- 4) Изменение внутренней энергии газа в процессе 4–1 равно 600 Дж.
- 5) Температура газа в состоянии 4 равна 225 К.

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 11** В закрытом сосуде под подвижным поршнем находятся влажный воздух и немного воды. Перемещая поршень, объём сосуда медленно увеличивают при постоянной температуре. Как изменяются в этом процессе относительная влажность воздуха и концентрация пара? Известно, что в конечном состоянии в сосуде остаётся вода.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

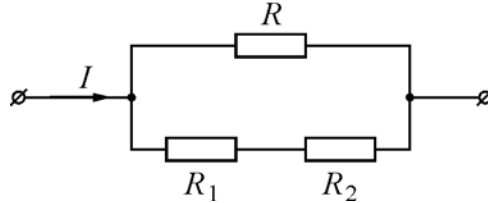
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Относительная влажность воздуха	Концентрация пара

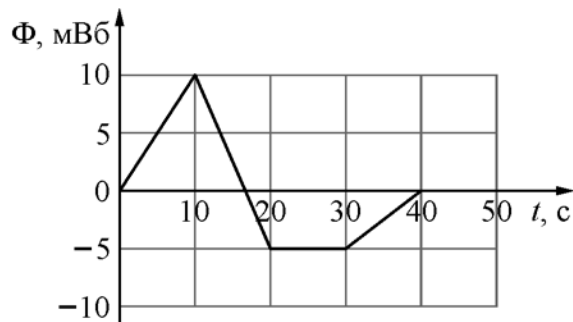


- 12** Участок электрической цепи состоит из трёх резисторов, соединённых так, как показано на рисунке. Сила тока  $I = 6$  А. Сопротивления резисторов равны  $R_1 = 10$  Ом и  $R_2 = 30$  Ом. Каким должно быть сопротивление резистора  $R$ , чтобы сила тока, текущего через него, была равна 2 А?



Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

- 13** На рисунке показан график зависимости магнитного потока  $\Phi$ , пронизывающего проводящий контур, от времени  $t$ . Сопротивление контура равно 5 Ом. Чему равна сила тока, текущего в контуре, в промежутке времени от 0 до 10 с?

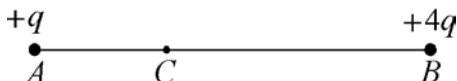


Ответ: \_\_\_\_\_ мА.

- 14** Сила тока  $i$  в идеальном колебательном контуре меняется со временем  $t$  по закону  $i = 0,02 \cos(5 \cdot 10^6 t)$ , где все величины выражены в единицах СИ. Чему равен максимальный заряд одной из пластин конденсатора, включённого в этот колебательный контур?

Ответ: \_\_\_\_\_ нКл.

- 15** Две маленькие закреплённые бусинки, расположенные в точках  $A$  и  $B$ , несут на себе заряды  $+q > 0$  и  $+4q$  соответственно (см. рисунок). Расстояние от точки  $C$  до точки  $A$  в два раза меньше, чем расстояние от точки  $C$  до точки  $B$ :  $|CB| = 2|AC|$ . Выберите все верные утверждения, соответствующие приведённым данным.



- 1) Модуль силы Кулона, действующей на бусинку в точке  $A$ , в 4 раза больше, чем модуль силы Кулона, действующей на бусинку в точке  $B$ .
- 2) Если бусинки соединить тонким проводником, то они будут притягиваться друг к другу.
- 3) Напряжённость результирующего электростатического поля в точке  $C$  равна нулю.
- 4) Если бусинки соединить стеклянной палочкой, то их заряды не изменятся.
- 5) Если бусинку с зарядом  $+4q$  заменить на бусинку с зарядом  $-4q$ , то напряжённость результирующего электростатического поля в точке  $C$  будет направлена вправо.

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 16** В первом опыте лазерный луч красного цвета падает перпендикулярно на дифракционную решётку, содержащую 100 штрихов на 1 мм. При этом на удалённом экране наблюдают дифракционную картину. Во втором опыте проводят эксперимент с тем же лазером, заменив решётку на другую, содержащую 50 штрихов на 1 мм, и оставив угол падения лазерного луча на решётку тем же. Как изменяются во втором опыте по сравнению с первым расстояние между дифракционными максимумами второго порядка на экране и угол, под которым наблюдается первый дифракционный максимум?

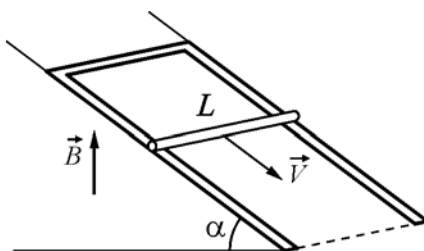
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Расстояние между дифракционными максимумами второго порядка на экране	Угол, под которым наблюдается первый дифракционный максимум

- 17** В однородном вертикальном магнитном поле находится наклонная плоскость с углом  $\alpha$  при основании. На этой плоскости закреплён П-образный проводник, по которому скользит вниз с постоянной скоростью  $V$  проводящая перемычка длиной  $L$ . Взаимное расположение наклонной плоскости, проводника и перемычки показано на рисунке. Сопротивление перемычки равно  $R$ , сопротивление П-образного проводника мало. Модуль индукции магнитного поля равен  $B$ . 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) модуль ЭДС индукции в перемычке   | 1) $VBL \cos \alpha$                |
| Б) модуль силы Ампера, действующей на перемычку со стороны магнитного поля | 2) $\frac{VB^2 L^2 \sin \alpha}{R}$ |
|  | 3) $VBL \sin \alpha$                |
|  | 4) $\frac{VB^2 L^2 \cos \alpha}{R}$ |

Ответ:

А	Б

- 18** Какая доля радиоактивных ядер (в процентах от первоначального числа ядер) остаётся нераспавшейся через интервал времени, равный трём периодам полураспада?

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

- 19** В опыте по изучению фотоэффекта металлическая пластина облучалась светом с частотой  $\nu$ . Работа выхода электронов из металла равна  $A_{\text{вых}}$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать ( $h$  – постоянная Планка,  $c$  – скорость света в вакууме,  $m_e$  – масса электрона). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

## ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

## ФОРМУЛА

- |   |   |
|---|---|
| А) длина волны, соответствующая красной границе фотоэффекта | 1) $\frac{hc}{A_{\text{вых}}}$            |
| Б) максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов         | 2) $\frac{h\nu}{A_{\text{вых}}}$          |
|   | 3) $h\nu - A_{\text{вых}}$                |
|   | 4) $\frac{m_e}{2}(h\nu - A_{\text{вых}})$ |

Ответ:

А	Б

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

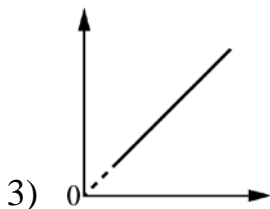
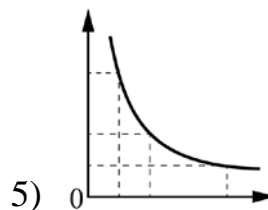
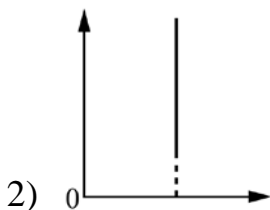
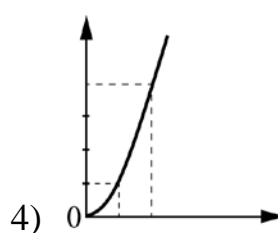
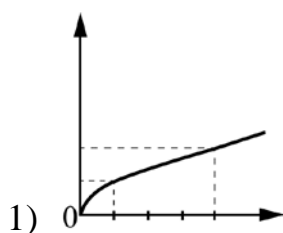
- 1) При равномерном движении по окружности перемещение тела за один период обращения равно нулю.
- 2) При увеличении средней кинетической энергии теплового движения молекул гелия его давление в закрытом сосуде неизменного объёма уменьшается.
- 3) При движении заряда по окружности в однородном магнитном поле сила Лоренца, действующая на этот заряд, не совершает работу.
- 4) При переходе электромагнитной волны из воздуха в воду период колебаний вектора индукции магнитного поля в волне не изменяется.
- 5) При испускании нейтрона электрический заряд ядра увеличивается.

Ответ: \_\_\_\_\_.

**21** Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость модуля импульса материальной точки от её кинетической энергии при неизменной массе;
- Б) зависимость количества теплоты, выделяющегося при конденсации пара, от его массы;
- В) зависимость периода колебаний силы тока в идеальном колебательном контуре от индуктивности катушки.

Установите соответствие между этими зависимостями и графиками, обозначенными цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.



Ответ:

А	Б	В

**22** Для определения массы порции керосина ученик измерил её объём с использованием мерного цилиндра и получил результат:  $V = (30,0 \pm 0,5) \text{ см}^3$ . Чему равна масса данной порции керосина с учётом погрешности измерений?

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

- 23** Ученик изучает свойства силы трения скольжения. В его распоряжении имеются установки, состоящие из горизонтальной опоры и сплошного бруска. Площадь соприкосновения бруска с опорой при проведении всех опытов одинакова. Параметры установок приведены в таблице. Какие из этих установок нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость коэффициента трения от модуля силы нормального давления тела на опору?

№ установки	Материал опоры	Объём бруска	Материал, из которого сделан брусок
1	Сталь	30 см <sup>3</sup>	Стекло
2	Сталь	50 см <sup>3</sup>	Стекло
3	Сталь	30 см <sup>3</sup>	Алюминий
4	Алюминий	30 см <sup>3</sup>	Стекло
5	Алюминий	50 см <sup>3</sup>	Медь

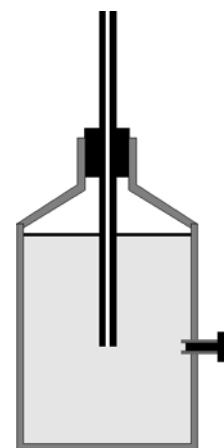
В ответ запишите номера выбранных установок.

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.*

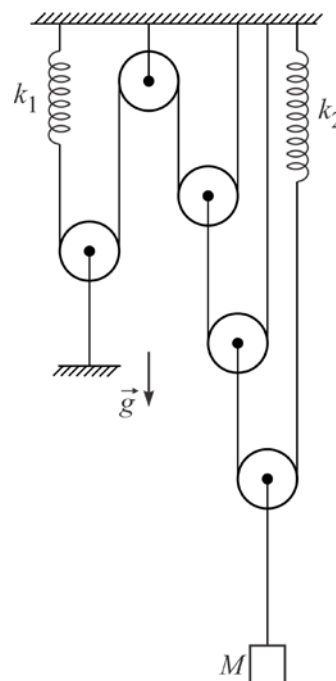
- 24** В боковой стенке покоящейся на столе бутылки проделано маленькое отверстие, в которое вставлена затычка. В бутылку налита вода, а горлышко бутылки закрыто резиновой пробкой, через которую пропущена вертикальная тонкая трубка. Нижний конец трубки находится ниже поверхности воды на уровне отверстия в стенке бутылки, верхний конец сообщается с атмосферой (см. рис.). Затычку из отверстия в боковой стенке вынимают и начинают медленно поднимать трубку вверх. При этом вода вытекает из бутылки через отверстие, а через трубку в бутылку входят пузырьки воздуха. Опишите, как будет изменяться скорость вытекания воды из отверстия по мере поднимания трубки. Считайте, что уровень воды всегда находится выше нижнего конца трубки и выше отверстия в стенке. Ответ обоснуйте, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.



*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

В механической системе, изображённой на рисунке, все блоки, пружины и нити невесомые, нити нерастяжимые, трения в осях блоков нет, все участки нитей, не лежащие на блоках, вертикальны. Известно, что после подвешивания груза массой  $M = 40$  кг к оси самого правого блока левая пружина в состоянии равновесия растянулась на величину  $\Delta x_1 = 10$  см. Найдите коэффициент жёсткости  $k_1$  левой пружины.



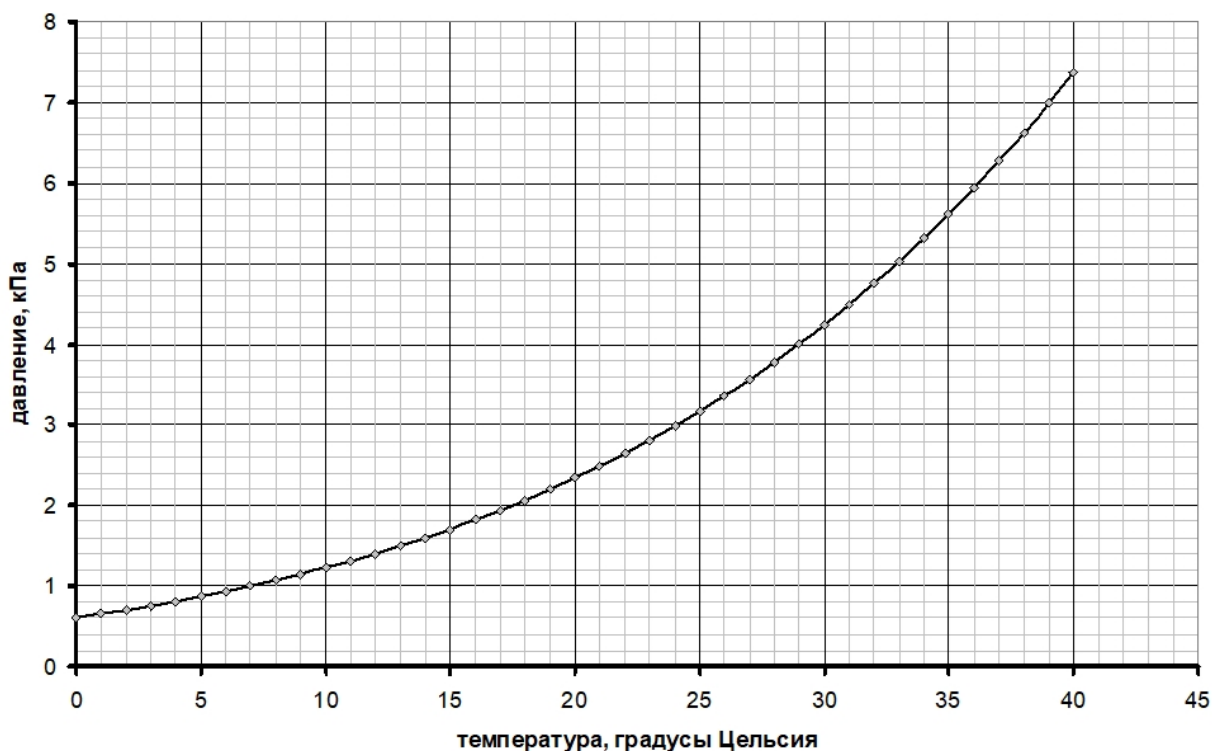
26

В центре металлической сферической оболочки толщиной 0,2 см поместили точечный заряд  $q = 1$  мкКл, а на её внешнюю поверхность радиусом  $R = 10$  см – заряд  $Q = -3$  мкКл. Найдите для равновесного состояния модуль  $E$  напряжённости электрического поля на расстоянии  $r = 2$  м от центра оболочки и укажите, куда направлен вектор  $\vec{E}$  – к центру оболочки или от неё.

27

В большом помещении с размерами  $6 \times 10 \times 3 \text{ м}^3$  в зимние холода при температуре  $T_1$  парциальное давление водяного пара в воздухе составляло  $p_{\text{пл}} = 700 \text{ Па}$ , а относительная влажность воздуха равнялась при этом  $\varphi_1 = 50 \%$ . После обогрева помещения температура в нём поднялась до значения  $T_2 = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ , а относительная влажность снизилась до  $\varphi_2 = 25 \%$ . Используя приведённый на рисунке график, найдите, как и на сколько в результате обогрева изменилась масса  $m$  паров воды в данном помещении.

**Зависимость давления насыщенных паров воды от температуры**



28

Иногда для измерения индукции магнитного поля используют следующий способ: маленькую плоскую круглую катушку с большим числом витков быстро вводят в область измеряемого поля так, что её плоскость перпендикулярна линиям индукции. Катушка присоединена к входным клеммам баллистического гальванометра, который может измерять электрический заряд  $\Delta q$ , протекший по образовавшейся замкнутой цепи за время ввода измерительной катушки в исследуемое магнитное поле. Этот заряд связан с изменением магнитного потока  $\Phi$  через катушку, поэтому данный гальванометр часто используют в качестве «флюксметра». Зная поток магнитной индукции и параметры катушки, можно найти величину  $B$  проекции индукции на ось катушки. Пусть входное сопротивление гальванометра  $r_{\text{ф}} = 0,2 \text{ кОм}$ , сопротивление измерительной катушки  $r_{\text{к}} = 600 \text{ Ом}$ , диаметр её витков  $d = 0,95 \text{ см}$ , число витков в ней  $N = 300$ . Чему равен измеренный модуль индукции магнитного поля, если протекший через цепь суммарный заряд  $q_{\Sigma} = 12 \text{ мкКл}$ .



29

Вдоль оптической оси тонкой выпуклой собирающей линзы распространяется в воздухе параллельный приосевой пучок света, собирающийся в точку справа от неё на расстоянии  $F_1$ . Линза изготовлена из стекла с показателем преломления  $n_1 = 1,4$  и ограничена справа и слева сферическими поверхностями радиусами  $R_1 = 15$  см. На какое расстояние и в какую сторону сместится точка схождения лучей этого пучка, если заменить линзу на другую, с показателем преломления стекла  $n_2 = 1,6$  и радиусами поверхностей  $R_2 = 24$  см? Положения обеих линз относительно пучка света одинаковые. Все углы падения и преломления можно считать малыми и использовать для них приближённую формулу  $\sin \alpha \approx \alpha$ .

30

На даче у школьника на горизонтальном полу террасы стояла пластмассовая кубическая ёмкость для воды, иногда протекающей с крыши. Когда ёмкость наполнилась наполовину, дедушка попросил своего сильного внука вылить воду из неё, наклонив вокруг одного из нижних рёбер куба, чтобы вода переливалась через соседнее верхнее ребро. Оцените, на какую величину  $\Delta E$  внук увеличит механическую энергию ёмкости с водой к моменту начала вытекания воды из ёмкости, если процесс подъёма был очень медленным, так что поверхность воды всё время оставалась горизонтальной? Объём воды вначале был равен  $V = 63$  л, квадратные стенки ёмкости и её днище тонкие, однородные, массой  $m = 3$  кг каждая (сверху ёмкость открыта).

Сделайте рисунки с указанием положения центров масс воды, днища и стенок ёмкости до начала наклона ёмкости и в момент, когда вода начинает выливаться.

Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.

## Тренировочная работа №4 по ФИЗИКЕ

11 класс

7 марта 2023 года

Вариант ФИ2210404

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 1–3, 7–9, 12–14 и 18 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 4–6, 10, 11, 15–17, 19, 20, 21 и 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	$10^6$	милли	мм	$10^{-3}$
кило	к	$10^3$	микро	мкм	$10^{-6}$
гекто	г	$10^2$	нано	нм	$10^{-9}$
деци	д	$10^{-1}$	пико	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 –  $0$  °С

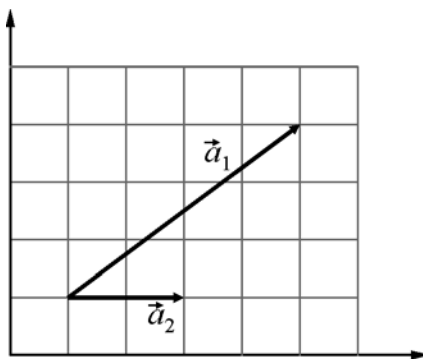
**Молярная масса**

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

- 1 Два маленьких тела, находившиеся в состоянии покоя, одновременно начинают двигаться из одной точки по плоскости  $YOX$  с разными по модулю постоянными ускорениями. На рисунке изображены векторы  $\vec{a}_1$  и  $\vec{a}_2$  ускорений этих тел (масштабы координатной сетки вдоль горизонтальной и вертикальной осей одинаковы). Чему равно отношение путей  $S_1/S_2$ , пройденных этими телами за первые 3 секунды их движения?



Ответ: \_\_\_\_\_.

- 2 Ускорение свободного падения на поверхности Юпитера в 2,6 раза больше, чем на поверхности Земли. Первая космическая скорость для Юпитера в 5,4 раза больше, чем для Земли. Во сколько раз радиус Юпитера больше радиуса Земли? Ответ округлите до целого числа.

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 3 На горизонтальном столе лежит лист бумаги, на котором нарисован равнобедренный треугольник  $ABC$  с основанием  $BC$ . Длина боковой стороны этого треугольника 18 см, угол при основании  $30^\circ$ . В его вершинах расположены одинаковые маленькие тяжёлые бусинки. На каком расстоянии от вершины  $A$  расположен центр тяжести системы, состоящей из этих трёх бусинок?

Ответ: \_\_\_\_\_ см.

4

Небольшая шайба массой 50 г соскальзывает с наклонной плоскости с углом при основании  $30^\circ$ . Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. В таблице приведены значения модуля скорости  $V$  шайбы в различные моменты времени  $t$ . Выберите все верные утверждения о результатах этого опыта на основании данных, содержащихся в таблице.

$t, \text{с}$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4
$V, \text{м/с}$	0	0,602	1,203	1,805	2,407	3,008	3,610	4,211

- 1) Сухое трение между шайбой и плоскостью отсутствует.
- 2) Модуль ускорения шайбы приблизительно равен  $3 \text{ м/с}^2$ .
- 3) За первую секунду движения шайба прошла путь менее 1 м.
- 4) В момент времени  $t = 0,4 \text{ с}$  модуль импульса шайбы примерно равен  $0,06 \text{ кг}\cdot\text{м/с}$ .
- 5) Если в момент времени  $t = 1,4 \text{ с}$  шайба столкнётся с абсолютно неупругим препятствием, то выделится количество теплоты  $\approx 0,44 \text{ Дж}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_.

5

На двух узких опорах покоится тяжёлая горизонтальная однородная доска. На доске посередине между опорами лежит гиря. Гирию перекаладывают так, что она оказывается лежащей на доске ближе к правой опоре. Как после перекаладывания гири изменяются модуль силы реакции левой опоры и момент силы тяжести гири относительно правой опоры?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

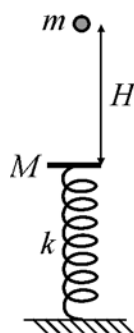
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Модуль силы реакции левой опоры	Момент силы тяжести гири относительно правой опоры

6

На горизонтальном столе установлена в вертикальном положении лёгкая пружина жёсткостью  $k$ . Её нижний конец прикреплён к столу, а к верхнему концу прикреплена горизонтальная платформа массой  $M$ . На высоте  $H$  над платформой удерживают маленький пластилиновый шарик массой  $m$ . Шарик отпускают без начальной скорости, после чего он свободно падает и прилипает к покоившейся платформе. В результате этого платформа с шариком начинают совершать колебания, в ходе которых ось пружины остаётся вертикальной, а платформа не касается стола.



Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче ( $g$  – ускорение свободного падения).

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

**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

- А) модуль скорости платформы сразу после прилипания к ней шарика
- Б) частота  $\omega$  колебаний платформы с прилипшим к ней шариком

**ФОРМУЛА**

- 1)  $\sqrt{\frac{k}{m+M}}$
- 2)  $\sqrt{2gH}$
- 3)  $\sqrt{\frac{k}{M}}$
- 4)  $\frac{m\sqrt{2gH}}{m+M}$

Ответ:

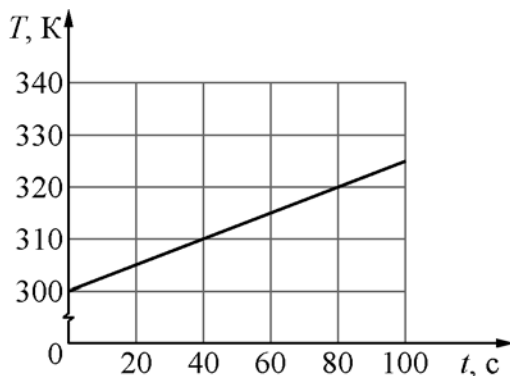
А	Б

7

В сосуде объёмом 8,31 л находится 0,35 моля идеального газа при давлении 100 кПа. Газ сначала изотермически расширяют в 2 раза, а затем изобарически нагревают на 24 К. Чему равен объём газа в конечном состоянии?

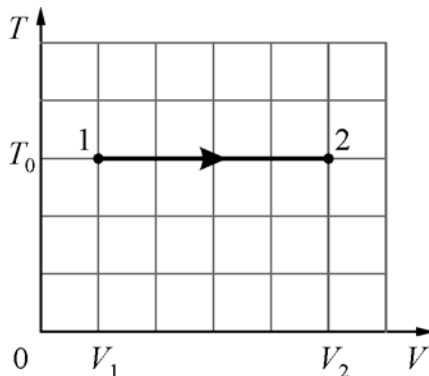
Ответ: \_\_\_\_\_ л.

- 8 На рисунке приведена зависимость температуры  $T$  однородного твёрдого тела массой 2 кг от времени  $t$  в процессе нагревания. Чему равна удельная теплоёмкость вещества этого тела? Подводимую к телу тепловую мощность можно считать постоянной и равной 450 Вт.



Ответ: \_\_\_\_\_ Дж/(кг·К).

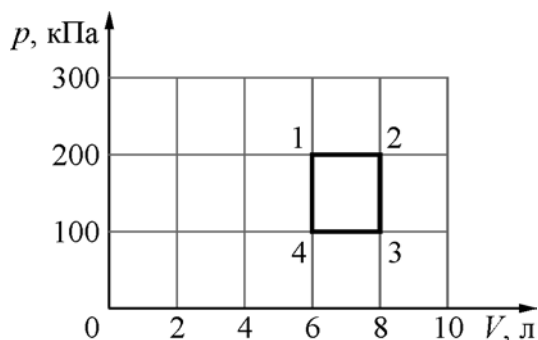
- 9 На  $T$ – $V$ -диаграмме показан процесс изменения состояния идеального одноатомного газа. Газ получил в этом процессе количество теплоты 120 кДж. Масса газа не менялась. Определите работу, совершённую газом в этом процессе, если  $V_1 = 8$  л,  $V_2 = 20$  л,  $T_0 = 300$  К.



Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.



- 10** С постоянной массой идеального одноатомного газа происходит циклический процесс 1–2–3–4–1,  $p$ – $V$ -диаграмма которого представлена на рисунке. Максимальная температура газа в этом процессе составляет 400 К. На основании анализа этого циклического процесса выберите все верные утверждения.



- 1) Работа, совершённая газом при его изобарическом расширении, равна 200 Дж.
- 2) Количество вещества газа, участвующего в циклическом процессе, больше 0,45 моль.
- 3) Работа, совершённая над газом при его изобарическом сжатии, равна 200 Дж.
- 4) Изменение внутренней энергии газа в процессе 1–2–3–4–1 равно нулю.
- 5) Количество теплоты, переданное газу при изохорическом нагревании, равно 400 Дж.

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 11** В закрытом сосуде под подвижным поршнем находятся влажный воздух и немного воды. Перемещая поршень, объём сосуда медленно уменьшают при постоянной температуре. Как изменяются в этом процессе относительная влажность воздуха и плотность пара?

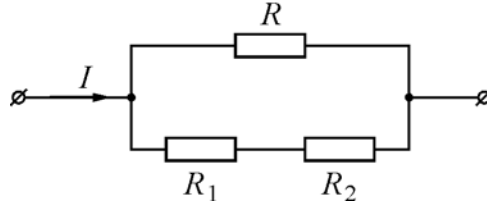
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

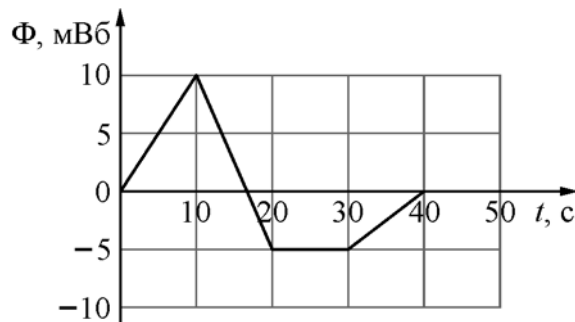
Относительная влажность воздуха	Плотность пара

- 12** Участок электрической цепи состоит из трёх резисторов, соединённых так, как показано на рисунке. Сила тока  $I = 3$  А. Сопротивления резисторов равны  $R_1 = 20$  Ом и  $R_2 = 30$  Ом. Каким должно быть сопротивление резистора  $R$ , чтобы сила текущего через него тока была равна 2 А?



Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

- 13** На рисунке показан график зависимости магнитного потока  $\Phi$ , пронизывающего проводящий контур, от времени  $t$ . Сопротивление контура равно 3 Ом. Чему равна сила тока, текущего в контуре в промежутке времени от 10 до 20 с?

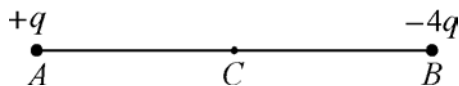


Ответ: \_\_\_\_\_ мА.

- 14** Заряд  $q$  на одной из пластин конденсатора, включённого в идеальный колебательный контур, меняется с течением времени  $t$  по закону  $q = 2 \cdot 10^{-9} \sin(5 \cdot 10^6 t)$ , где все величины выражены в единицах СИ. Чему равна максимальная сила тока в контуре?

Ответ: \_\_\_\_\_ А.

- 15** Две маленькие закреплённые бусинки, расположенные в точках  $A$  и  $B$ , несут на себе заряды  $+q > 0$  и  $-4q$  соответственно (см. рисунок). Точка  $C$  расположена посередине отрезка  $AB$ . Выберите все верные утверждения, соответствующие приведённым данным.



- 1) Сила Кулона, действующая на бусинку в точке  $A$  равна по модулю силе Кулона, действующей на бусинку в точке  $B$ .
- 2) Если бусинки соединить проводником, то они станут отталкиваться друг от друга.
- 3) Напряжённость результирующего электростатического поля в точке  $C$  направлена влево.
- 4) Если бусинки соединить стеклянной палочкой, то их заряды станут одинаковыми.
- 5) Если бусинку с зарядом  $-4q$  заменить на бусинку с зарядом  $+3q$ , то модуль напряжённости результирующего электростатического поля в точке  $C$  уменьшится в 2,5 раза.

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 16** В первом опыте лазерный луч красного цвета падает перпендикулярно на дифракционную решётку, содержащую 50 штрихов на 1 мм. При этом на удалённом экране наблюдают дифракционную картину. Во втором опыте проводят эксперимент с тем же лазером, заменив решётку на другую, содержащую 100 штрихов на 1 мм, и оставив угол падения лазерного луча на решётку тем же. Как изменяются во втором опыте по сравнению с первым расстояние между дифракционными максимумами первого порядка на экране и количество наблюдаемых дифракционных максимумов?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

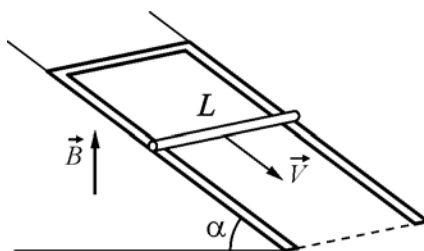
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Расстояние между дифракционными максимумами первого порядка на экране	Количество наблюдаемых дифракционных максимумов

17

В однородном вертикальном магнитном поле находится наклонная плоскость с углом  $\alpha$  при основании. На этой плоскости закреплён П-образный проводник, по которому скользит вниз с постоянной скоростью  $V$  проводящая перемычка длиной  $L$ . Взаимное расположение наклонной плоскости, проводника и перемычки показано на рисунке. Сопротивление перемычки равно  $R$ , сопротивление П-образного проводника мало. Модуль индукции магнитного поля равен  $B$ . 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

- А) сила тока в перемычке
- Б) тепловая мощность, выделяющаяся в перемычке

ФОРМУЛА

- 1)  $\frac{VBL \sin \alpha}{R}$
- 2)  $\frac{(VBL)^2 \cos^2 \alpha}{R}$
- 3)  $\frac{VBL \cos \alpha}{R}$
- 4)  $\frac{(VBL)^2 \sin \alpha}{R}$

Ответ:

А	Б

18

Какая доля радиоактивных ядер (в процентах от первоначального числа ядер) остаётся нераспавшейся через интервал времени, равный двум периодам полураспада?

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

- 19** В опыте по изучению фотоэффекта металлическая пластина облучалась светом с частотой  $\nu$ . Работа выхода электронов из металла равна  $A_{\text{ВЫХ}}$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать ( $h$  – постоянная Планка,  $c$  – скорость света в вакууме,  $m_e$  – масса электрона). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) частота, соответствующая красной границе фотоэффекта	1) $\frac{A_{\text{ВЫХ}}}{c}$
Б) максимальная скорость фотоэлектронов	2) $\frac{A_{\text{ВЫХ}}}{h}$
	3) $\sqrt{\frac{2}{m_e}(h\nu - A_{\text{ВЫХ}})}$
	4) $2m_e\sqrt{h\nu - A_{\text{ВЫХ}}}$

Ответ:

А	Б

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

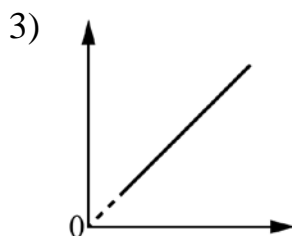
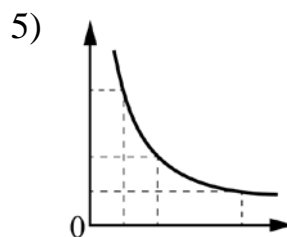
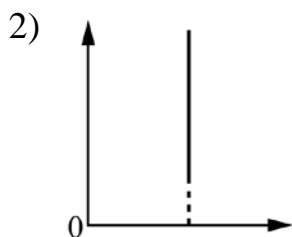
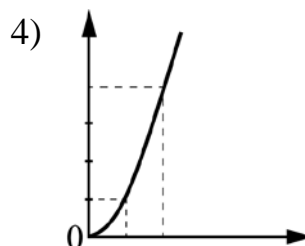
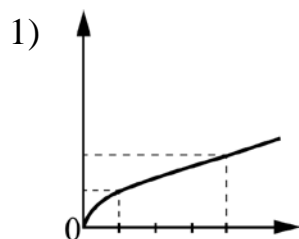
- 1) При равномерном прямолинейном движении за любые равные промежутки времени тело совершает одинаковые перемещения.
- 2) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул гелия уменьшается при увеличении абсолютной температуры газа.
- 3) В однородном электростатическом поле работа по перемещению электрического заряда между двумя положениями в пространстве не зависит от траектории.
- 4) При переходе электромагнитной волны из воды в воздух период колебаний вектора напряжённости электрического поля в волне уменьшается.
- 5) При испускании протона электрический заряд ядра уменьшается.

Ответ: \_\_\_\_\_.

**21** Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость кинетической энергии материальной точки от модуля её импульса при неизменной массе;
- Б) зависимость количества теплоты, выделяющегося при кристаллизации воды, от её массы;
- В) зависимость энергии конденсатора постоянной ёмкости от его заряда.

Установите соответствие между этими зависимостями и графиками, обозначенными цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.



Ответ:

А	Б	В

**22** Для определения массы порции подсолнечного масла ученик измерил её объём с использованием мерного цилиндра и получил результат:  $V = (12 \pm 1) \text{ см}^3$ . Чему равна масса данной порции масла с учётом погрешности измерений?

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

23

Ученик изучает свойства силы трения скольжения. В его распоряжении имеются установки, состоящие из горизонтальной опоры и сплошного бруска. Площадь соприкосновения бруска с опорой при проведении всех опытов одинакова. Параметры установок приведены в таблице.

Какие из установок нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость коэффициента трения от материала опоры?

№ установки	Материал опоры	Объём бруска	Материал, из которого сделан брусок
1	Сталь	20 см <sup>3</sup>	Стекло
2	Сталь	45 см <sup>3</sup>	Стекло
3	Сталь	20 см <sup>3</sup>	Алюминий
4	Алюминий	20 см <sup>3</sup>	Стекло
5	Алюминий	45 см <sup>3</sup>	Медь

В ответ запишите номера выбранных установок.

Ответ:

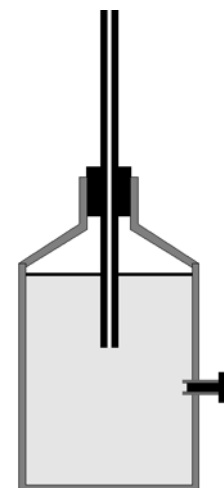
--	--

## 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

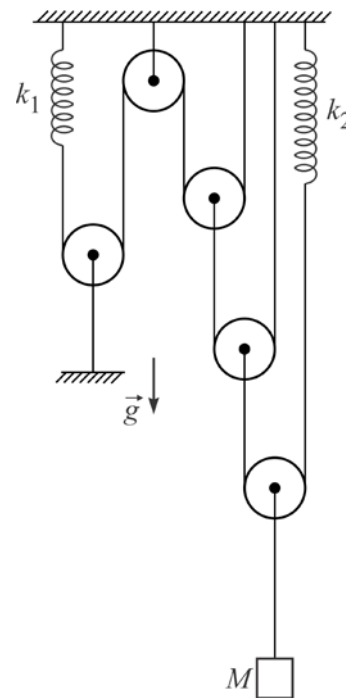
В боковой стенке покоящейся на столе бутылки проделано маленькое отверстие, в которое вставлена затычка. В бутылку налита вода, а горлышко бутылки закрыто резиновой пробкой, через которую пропущена вертикальная тонкая трубка. Нижний конец трубки находится выше отверстия в стенке бутылки, но ниже поверхности воды, а верхний конец сообщается с атмосферой (см. рис.). Затычку из отверстия в боковой стенке вынимают, и вода вытекает из бутылки через отверстие. При этом через трубку в бутылку входят пузырьки воздуха. Затем трубку начинают медленно опускать вниз и делают это до тех пор, пока нижний конец трубки не окажется на одном уровне с отверстием. Опишите, как будет изменяться скорость вытекания воды из отверстия по мере опускания трубки. Считайте, что уровень воды всегда находится выше нижнего конца трубки и выше отверстия в стенке. Ответ обоснуйте, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.



**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

В механической системе, изображённой на рисунке, все блоки, пружины и нити невесомые, нити нерастяжимые, трения в осях блоков нет, все участки нитей, не лежащие на блоках, вертикальны. Известно, что после подвешивания груза  $M$  к оси самого правого блока левая пружина, имеющая коэффициент жёсткости  $k_1 = 500$  Н/м, в состоянии равновесия растянулась на величину  $\Delta x_1 = 10$  см. На какую величину  $\Delta x_2$  удлинилась при этом правая пружина, если её коэффициент жёсткости равен  $k_2 = 1000$  Н/м?



26

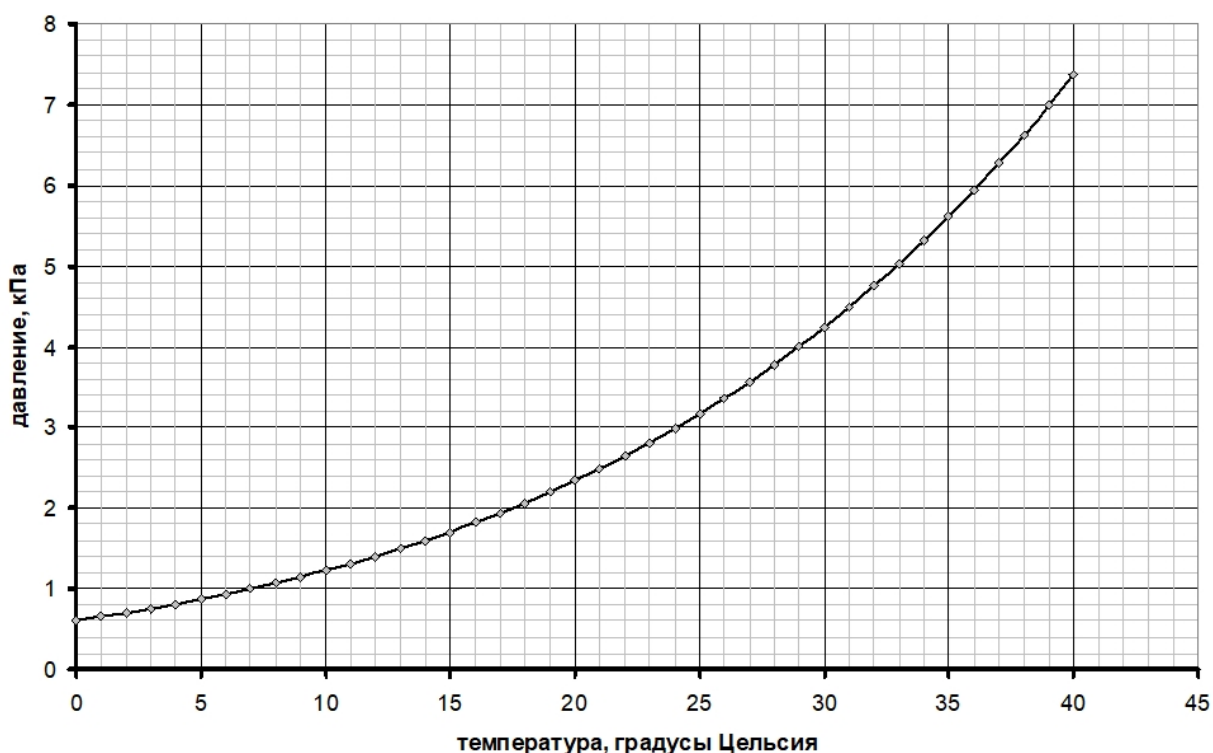
В центре металлической сферической оболочки толщиной 0,5 см поместили точечный заряд  $q = 2$  мкКл, а на её внешнюю поверхность радиусом  $R = 10$  см – заряд  $Q = -1$  мкКл. Найдите для равновесного состояния модуль напряжённости  $E$  электрического поля на расстоянии  $r = 1$  м от центра оболочки и укажите, куда направлен вектор  $\vec{E}$  – к центру оболочки или от неё.



27

В большом помещении с размерами  $5 \times 10 \text{ м}^2$  (пол) и  $3,5 \text{ м}$  (высота потолка) температура  $T_1$  во время зимних холодов понизилась, парциальное давление водяного пара в воздухе опустилось до значения  $p_{\text{пл}} = 600 \text{ Па}$ , а относительная влажность воздуха равнялась при этом  $\varphi_1 = 50 \%$ . После обогрева помещения температура в нём поднялась до значения  $T_2 = 24 \text{ }^\circ\text{C}$ , а относительная влажность снизилась до  $\varphi_2 = 30 \%$ . Используя приведённый на рисунке график, найдите, как и во сколько раз в результате обогрева изменилась масса  $m$  паров воды в данном помещении.

**Зависимость давления насыщенных паров воды от температуры**



**28** Иногда для измерения индукции магнитного поля используют следующий способ: маленькую плоскую круглую катушку с большим числом витков быстро вводят в область измеряемого поля так, что её плоскость перпендикулярна линиям индукции. Катушка присоединена к входным клеммам баллистического гальванометра, который может измерять электрический заряд  $\Delta q$ , протекший по образовавшейся замкнутой цепи за время ввода измерительной катушки в исследуемое магнитное поле. Этот заряд связан с изменением магнитного потока  $\Phi$  через катушку, поэтому данный гальванометр часто используют в качестве «флюксметра». Зная поток магнитной индукции и параметры катушки, можно найти величину  $B$  проекции индукции на ось катушки. Пусть измеренное таким способом значение  $B = 0,5$  Тл, входное сопротивление гальванометра  $r_{\phi} = 0,1$  кОм, сопротивление измерительной катушки  $r_k = 900$  Ом, диаметр её витков  $d = 1$  см. Определите число  $N$  витков в катушке, если протекший через цепь суммарный заряд  $q_{\Sigma} = 15$  мкКл.

**29** Вдоль оптической оси тонкой выпуклой собирающей линзы распространяется в воздухе параллельный приосевой пучок света, собирающийся в точку справа от неё на расстоянии  $F_1$ . Линза изготовлена из стекла с показателем преломления  $n_1 = 1,5$  и ограничена справа и слева сферическими поверхностями радиусами  $R_1 = 20$  см. На какое расстояние сместится точка схождения лучей этого пучка, если заменить линзу на другую, с показателем преломления стекла  $n_2 = 1,7$  и радиусами поверхностей  $R_2 = 16$  см? Положения обеих линз относительно пучка света одинаковые. Все углы падения и преломления можно считать малыми и использовать для них приближённую формулу  $\sin \alpha \approx \alpha$ .

**30** На даче у школьника на горизонтальном полу террасы стояла пластмассовая кубическая ёмкость для воды, иногда протекающей с крыши. Когда ёмкость наполнилась наполовину, дедушка попросил внука вылить воду из неё, наклонив вокруг одного из нижних рёбер куба, чтобы вода переливалась через соседнее верхнее ребро. Какую работу  $A$  совершил внук к моменту начала вытекания воды из ёмкости, если процесс подъёма был очень медленным, так что поверхность воды всё время оставалась горизонтальной? Объём воды вначале был равен  $V = 108$  л, квадратные стенки ёмкости и её днище тонкие, однородные, массой  $m = 4$  кг каждая (сверху ёмкость открыта).  
Сделайте рисунки с указанием положения центров масс воды, днища и стенок ёмкости до начала наклона ёмкости и в момент, когда вода начинает выливаться.  
Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.