

## Вариант 12

### Инструкция по выполнению работы

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

В заданиях 3–5, 9–11, 14–16 и 20 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответ: -2,5 м/с<sup>2</sup>. 

-	2	,	5																
---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Бланк

Ответом к заданиям 1, 2, 6–8, 12, 13, 17–19, 21, 23 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

Ответ: 

А	Б
4	1

4	1																		
---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Бланк

Ответом к заданию 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

Ответ: (1,4 ± 0,2) Н. 

1	,	4	0	,	2														
---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Бланк

Ответ к заданиям 24–30 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. **Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.**

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

После завершения работы проверьте, чтобы ответ на каждое задание в бланках ответов № 1 и № 2 был записан под правильным номером.

*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	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	$900 \text{ кг/м}^3$
древеси́ны (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	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	алюминия	$900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	$380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
железа	$460 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		

#### 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

<b>Молярная масса</b>					
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. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.**

**1**

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

- 1) Механическим движением называется изменение положения тела или частей тела в пространстве относительно других тел с течением времени.
- 2) Средняя скорость движения броуновской частицы в газе не зависит от массы частицы, но существенно зависит от температуры газа.
- 3) В металлических проводниках электрический ток представляет собой упорядоченное движение электронов, происходящее на фоне их хаотического теплового движения.
- 4) Электромагнитные волны ультрафиолетового диапазона имеют меньшую длину волны, чем радиоволны.
- 5) Массовое число ядра равно сумме масс протонов и электронов в ядре.

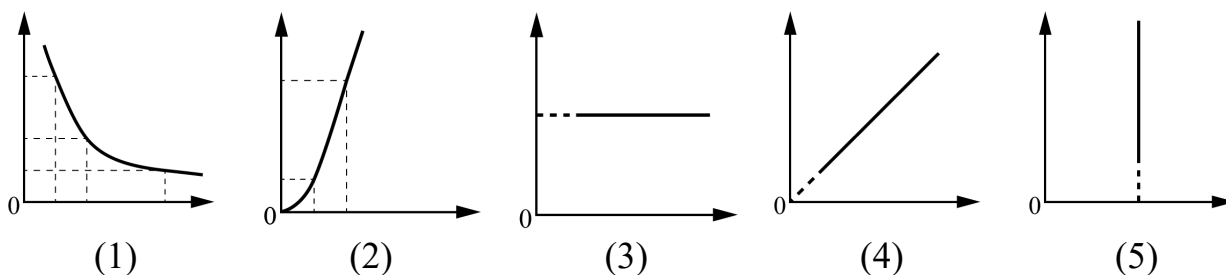
Ответ: \_\_\_\_\_

2

Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость давления постоянной массы идеального газа от абсолютной температуры в изобарном процессе;  
 Б) зависимость энергии электрического поля конденсатора электроёмкостью  $C$  от напряжения между обкладками конденсатора;  
 В) зависимость энергии фотона от импульса фотона.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных 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.

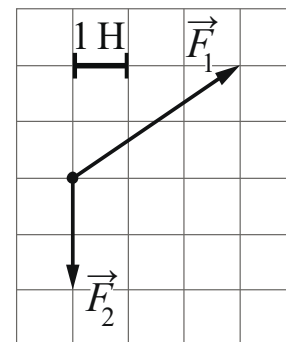


Ответ:

А	Б	В

3

На рисунке показаны силы (в заданном масштабе), действующие на материальную точку. Определите модуль равнодействующей этих сил.



Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

4

Отношение импульса самосвала к импульсу легкового автомобиля

$$\frac{p_1}{p_2} = 2. \text{ Каково отношение их скоростей } \frac{v_1}{v_2}, \text{ если отношение массы}$$

$$\text{самосвала к массе легкового автомобиля } \frac{m_1}{m_2} = 12,5?$$

Ответ: \_\_\_\_\_.

5

Смещение груза пружинного маятника от положения равновесия меняется с течением времени  $t$  по закону  $x(t) = A \sin \frac{2\pi}{T} t$ , где период  $T = 1,2$  с. Через какое минимальное время начиная с момента  $t = 0$  потенциальная энергия маятника достигнет максимального значения?

Ответ: через \_\_\_\_\_ с.

6

В лаборатории исследовали прямолинейное движение тела массой  $m = 500$  г из состояния покоя. В таблице приведена экспериментально полученная зависимость пути, пройденного телом, от времени.

Выберите все верные утверждения, которые соответствуют результатам эксперимента.

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6	7
$L, \text{ м}$	0	1	4	9	16	25	36	49

- 1) Скорость тела в момент времени 4 с равнялась 8 м/с.
- 2) Кинетическая энергия тела в момент времени 3 с равна 9 Дж.
- 3) Первые 4 с тело двигалось равноускоренно, а затем оно двигалось равномерно.
- 4) За первые 3 с суммарная работа сил, действующих на тело, равна 12 Дж.
- 5) Равнодействующая сил, действующих на тело, всё время оставалась постоянной.

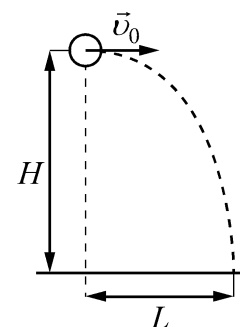
Ответ: \_\_\_\_\_

7

Шарик, брошенный горизонтально с высоты  $H$  с начальной скоростью  $\vec{v}_0$ , до падения на землю пролетел в горизонтальном направлении расстояние  $L$  (см. рисунок). Что произойдёт со временем полёта и ускорением шарика, если в этой же постановке опыта уменьшить начальную скорость шарика в 2 раза? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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



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

Время полёта шарика	Ускорение шарика

8

Материальная точка движется по окружности радиусом  $R$  с постоянной линейной скоростью  $v$ . Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими движение точки, 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.

## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) период обращения  
Б) угловая скорость движения

## ФОРМУЛЫ

- 1)  $\frac{v}{2\pi R}$   
2)  $\frac{v^2}{R}$   
3)  $\frac{2\pi R}{v}$   
4)  $\frac{v}{R}$

Ответ:

А	Б

9

При увеличении абсолютной температуры средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул разреженного одноатомного газа увеличилась в 2 раза. Конечная температура газа равна 400 К. Какова начальная температура газа?

Ответ: \_\_\_\_\_ К.

10

Какое количество теплоты необходимо для того, чтобы расплавить 20 г свинца, взятого при температуре плавления?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

11

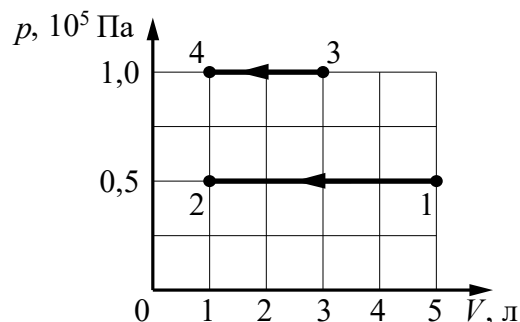
Рабочее тело тепловой машины с КПД 40% за цикл работы отдаёт холодильнику количество теплоты, равное 30 Дж. Какое количество теплоты рабочее тело получает за цикл от нагревателя?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

12

На  $pV$ -диаграмме показаны два процесса, проведённые с одним и тем же количеством газообразного аргона.

Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения, характеризующие процессы на графике.

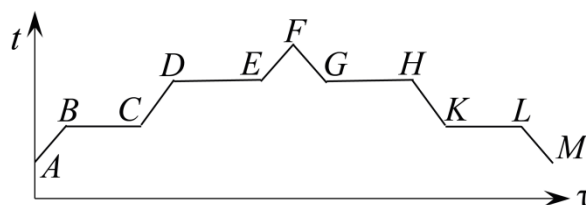


- 1) Работа, совершённая внешними силами над аргоном, в процессах 1–2 и 3–4 одинакова.
- 2) В процессе 3–4 абсолютная температура аргона изобарно уменьшилась в 5 раз.
- 3) В процессе 1–2 давление аргона в 2 раза больше, чем в процессе 3–4.
- 4) В процессе 1–2 аргон изобарно увеличил свой объём на 4 л.
- 5) В процессе 1–2 внутренняя энергия аргона уменьшилась в 5 раз.

Ответ: \_\_\_\_\_

13

В цилиндре под поршнем находится твёрдое вещество. Цилиндр поместили в горячую печь, а затем выставили на холод. На рисунке схематично показан график изменения температуры  $t$  вещества с течением времени  $\tau$ .



Установите соответствие между участками графика и процессами, отображаемыми этими участками.

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

УЧАСТКИ ГРАФИКА

- А)  $EF$   
Б)  $KL$

ПРОЦЕССЫ

- 1) нагревание пара
- 2) нагревание жидкости
- 3) кристаллизация
- 4) конденсация

Ответ:

А	Б



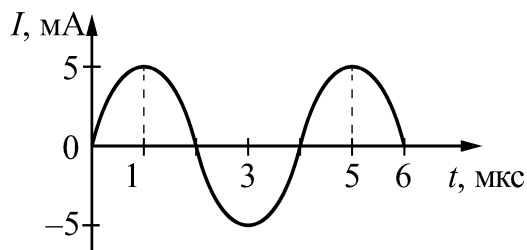
**14** Сила тока, текущего по проводнику, равна 2 А. Какой заряд проходит по проводнику за 20 с?

Ответ: \_\_\_\_\_ Кл.

**15** В катушке индуктивностью 2 мГн сила тока в течение 0,1 с равномерно возрастает от 0 до некоторого конечного значения. При этом в катушке наблюдается ЭДС самоиндукции, модуль которой равен 0,4 В. Определите конечное значение силы тока в катушке.

Ответ: \_\_\_\_\_ А.

**16** На рисунке приведён график зависимости силы тока  $I$  от времени  $t$  при свободных электромагнитных колебаниях в колебательном контуре. Каким станет период свободных электромагнитных колебаний в контуре, если конденсатор в этом контуре заменить на другой конденсатор, ёмкость которого в 4 раза меньше?



Ответ: \_\_\_\_\_ мкс.

17

По гладким параллельным горизонтальным проводящим рельсам, замкнутым на лампочку накаливания, перемещают лёгкий тонкий проводник. Образовавшийся контур находится в однородном магнитном поле с индукцией  $\vec{B}$  (рис. а). При движении проводника площадь контура изменяется так, как указано на графике (рис. б). Выберите все верные утверждения, соответствующих приведённым данным и описанию опыта.

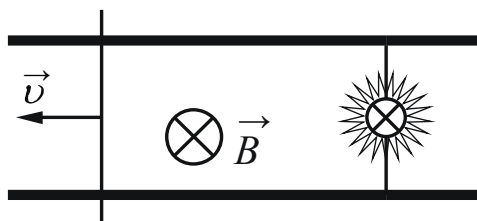


Рис. а

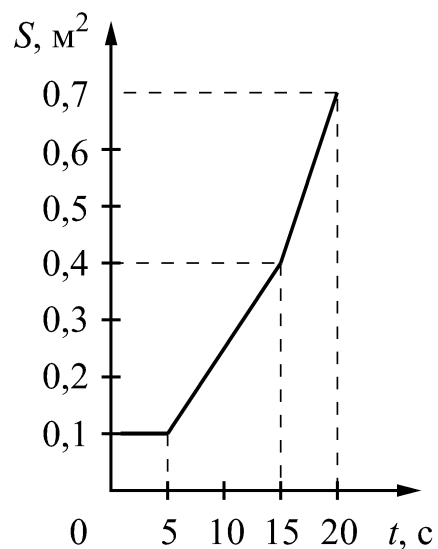


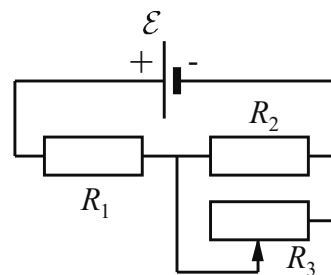
Рис. б

- 1) Максимальная ЭДС наводится в контуре в интервале времени от 15 до 20 с.
- 2) Индукционный ток в интервале времени от 10 до 20 с меняет свое направление.
- 3) Сила, прикладываемая к проводнику для его перемещения, в интервале времени от 15 до 20 с равна нулю.
- 4) В момент времени  $t=3$  с сила Ампера, действующая на проводник, направлена влево.
- 5) Индукционный ток течёт через лампочку в интервале времени от 5 до 20 с.

Ответ: \_\_\_\_\_

18

На рисунке показана цепь постоянного тока, содержащая источник тока с ЭДС  $\mathcal{E}$ , два резистора и реостат. Сопротивления резисторов  $R_1$  и  $R_2$  одинаковы и равны  $R$ . Сопротивление реостата  $R_3$  можно менять. Как изменятся напряжение на резисторе  $R_2$  и суммарная тепловая мощность, выделяемая во внешней цепи, если уменьшить сопротивление реостата от  $R$  до  $0$ ? Внутренним сопротивлением источника пренебречь.



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

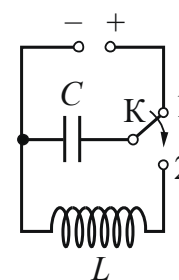
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Напряжение на резисторе $R_2$	Суммарная тепловая мощность, выделяемая во внешней цепи

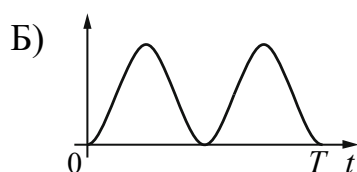
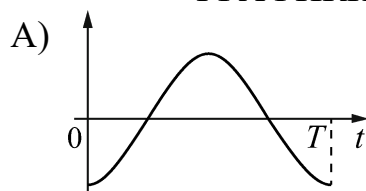
19

Конденсатор идеального колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент  $t = 0$  переключатель  $K$  переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б отображают изменения физических величин, характеризующих электромагнитные колебания в контуре после этого ( $T$  – период колебаний).



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут отображать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

## ГРАФИКИ



## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) заряд левой обкладки конденсатора
- 2) заряд правой обкладки конденсатора
- 3) сила тока в катушке
- 4) энергия магнитного поля катушки

Ответ:

А	Б

20

На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость соответствующего изотопа в природе.

2	II	<b>Li</b> 3 литий 7 <sub>93</sub> 6 <sub>7</sub>	<b>Be</b> 4 бериллий 9 <sub>100</sub>	5	<b>B</b> бор 11 <sub>80</sub> 10 <sub>20</sub>
3	III	<b>Na</b> 11 натрий 23 <sub>100</sub>	<b>Mg</b> 12 магний 24 <sub>79</sub> 26 <sub>11</sub> 25 <sub>10</sub>	13	<b>Al</b> алюминий 27 <sub>100</sub>
4	IV	<b>K</b> 19 калий 39 <sub>93</sub> 41 <sub>6,7</sub>	<b>Ca</b> 20 кальций 40 <sub>97</sub> 44 <sub>2,1</sub>		<b>Sc</b> 21 скандий 45 <sub>100</sub>
	V	29 <b>Cu</b> медь 63 <sub>69</sub> 65 <sub>31</sub>	30 <b>Zn</b> цинк 64 <sub>49</sub> 66 <sub>28</sub> 68 <sub>19</sub>	31	<b>Ga</b> галлий 69 <sub>60</sub> 71 <sub>40</sub>

Сколько нейтронов содержится в ядре наименее распространённого из указанных стабильных изотопов галлия?

Ответ: \_\_\_\_\_

21

При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только синий свет, а во второй – пропускающий только красный. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта. Как изменяются максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов и работа выхода при переходе от первой серии опытов ко второй?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

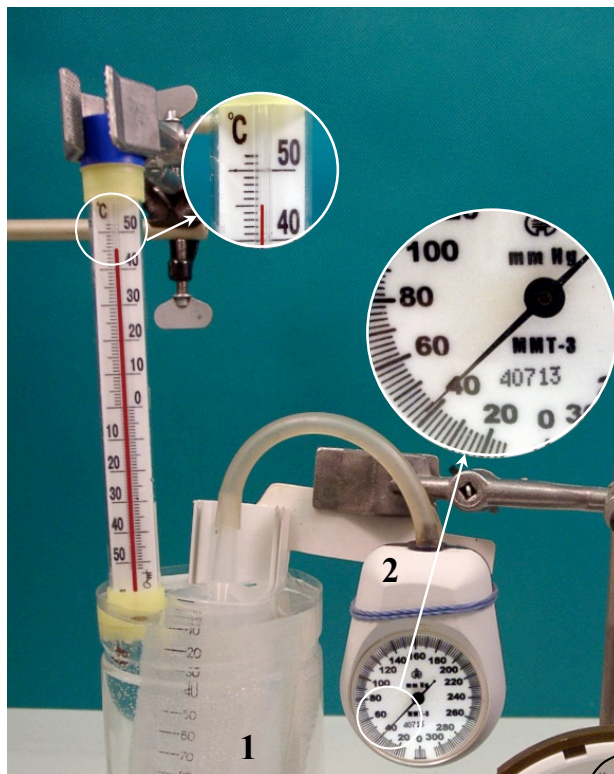
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов	Работа выхода

22

При исследовании зависимости давления в газе от температуры ученик измерял температуру в сосуде с газом с помощью термометра. Погрешность измерений температуры равна цене деления шкалы термометра. Чему равна температура газа по результатам этих измерений?

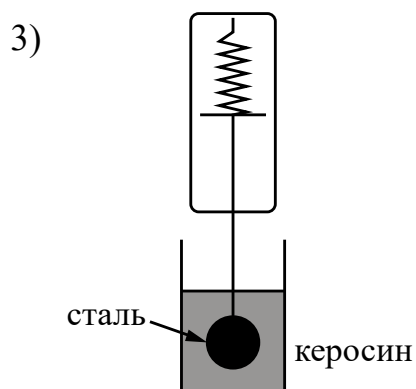
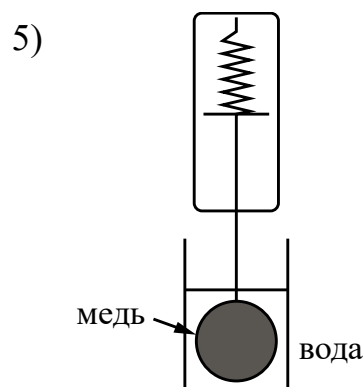
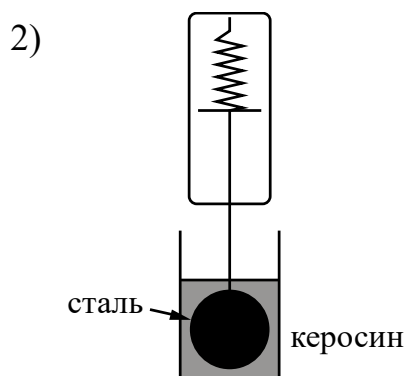
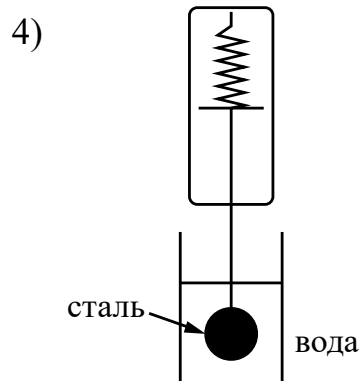
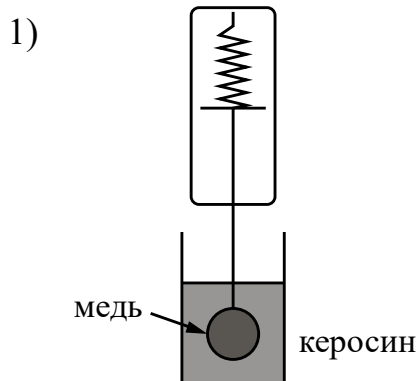


Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) °C

*В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

23

Необходимо экспериментально проверить, зависит ли сила Архимеда, действующая на тело, полностью погружённое в жидкость, от его плотности жидкости. Какие **две** установки следует использовать для проведения такого исследования?



В ответе запишите номера выбранных установок.

Ответ:



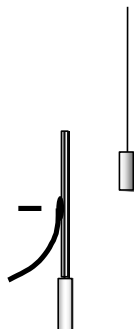
**Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы. Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.**

## Часть 2

**Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

24

Около небольшой металлической пластины, укрепленной на изолирующей подставке, подвесили на шелковой нити легкую металлическую незаряженную гильзу. Когда пластину подсоединили к клемме высоковольтного выпрямителя, подав на нее отрицательный заряд, гильза пришла в движение. Опишите движение гильзы и объясните его.



**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 процессе прямолинейного равноускоренного движения тело за 2 с прошло 20 м, увеличив свою скорость в 3 раза. Чему была равна начальная скорость тела?

26

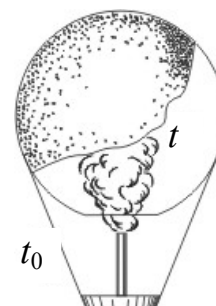
В опыте по изучению фотоэффекта фотоэлектроны тормозятся электрическим полем. При этом измеряется запирающее напряжение. В таблице представлены результаты исследования зависимости запирающего напряжения  $U$  от длины волны  $\lambda$  падающего света.

Модуль запирающего напряжения $U$ , В	0,4	0,6
Длина волны света $\lambda$ , нм	546	491

Чему равна постоянная Планка по результатам этого эксперимента?

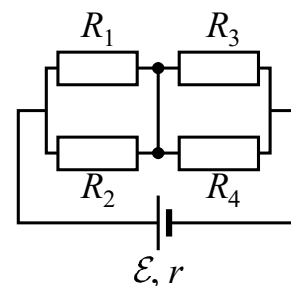
27

Воздушный шар, оболочка которого имеет массу  $M = 145$  кг и объём  $V = 230$  м<sup>3</sup>, наполняется при нормальном атмосферном давлении горячим воздухом, нагретым до температуры  $t = 265$  °С. Определите максимальную температуру  $t_0$  окружающего воздуха, при которой шар начнёт подниматься. Оболочка шара нерастяжима и имеет в нижней части небольшое отверстие.



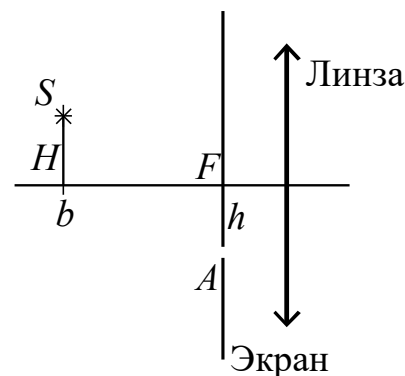
28

Какая тепловая мощность будет выделяться на резисторе  $R_1$  в схеме, изображённой на рисунке, если резистор  $R_2$  перегорит (превратится в разрыв цепи)? Все резисторы, включённые в схему, имеют одинаковое сопротивление  $R = 20$  Ом. Внутреннее сопротивление источника  $r = 2$  Ом; его ЭДС  $E = 110$  В.



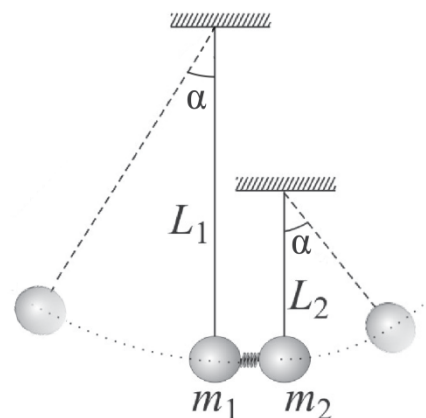
29

Главная оптическая ось тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием  $F = 20$  см и точечный источник света  $S$  находятся в плоскости рисунка. Точка  $S$  находится на расстоянии  $b = 70$  см от плоскости линзы и на расстоянии  $H = 5$  см от её главной оптической оси. В левой фокальной плоскости линзы лежит тонкий непрозрачный экран с малым отверстием  $A$ , находящимся в плоскости рисунка на расстоянии  $h = 4$  см от главной оптической оси линзы. На каком расстоянии  $x$  от плоскости линзы луч  $SA$  от точечного источника, пройдя через отверстие в экране и линзу, пересечет её главную оптическую ось? Дифракцией света пренебrecь. Постройте рисунок, показывающий ход луча через линзу.



30

Два шарика подвешены на вертикальных тонких нитях так, что они находятся на одной высоте. Между шариками находится сжатая и связанная нитью пружина. При пережигании связывающей нити пружина распрямляется, расталкивает шарики и падает вниз. В результате нити отклоняются в разные стороны на одинаковые углы. Во сколько раз одна нить длиннее другой, если отношение масс  $\frac{m_2}{m_1} = 2,5$ ? Считать величину сжатия



пружины во много раз меньше длин нитей.

Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.



**Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.**