



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	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

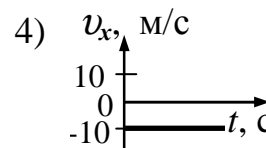
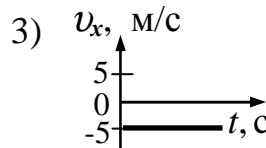
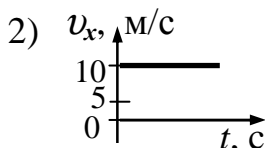
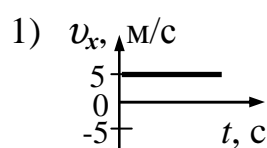
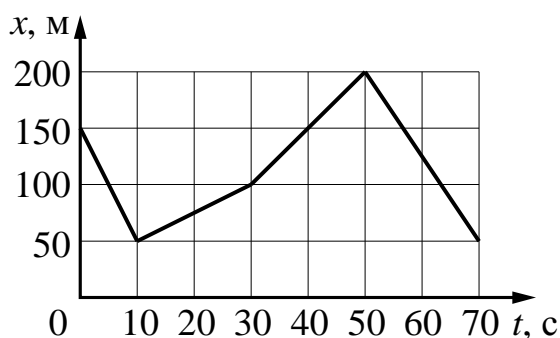
<b>Соотношение между различными единицами</b>			
температура		0 К = -273 °С	
атомная единица массы		1 а.е.м. = $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг	
1 атомная единица массы эквивалентна		931,5 МэВ	
1 электронвольт		1 эВ = $1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж	
<b>Масса частиц</b>			
электрона	$9,1 \cdot 10^{-31}$ кг	$\approx 5,5 \cdot 10^{-4}$ 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.	
<b>Плотность</b>			
		подсолнечного масла	900 кг/м <sup>3</sup>
воды	1000 кг/м <sup>3</sup>	алюминия	2700 кг/м <sup>3</sup>
древесины (сосна)	400 кг/м <sup>3</sup>	железа	7800 кг/м <sup>3</sup>
керосина	800 кг/м <sup>3</sup>	ртути	13 600 кг/м <sup>3</sup>
<b>Удельная теплоёмкость</b>			
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)		
<b>Удельная теплота</b>			
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		
<b>Нормальные условия:</b> 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 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

1

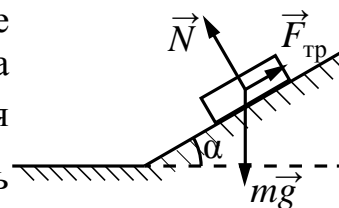
На рисунке представлен график зависимости координаты  $x$  тела, движущегося вдоль оси  $Ox$ , от времени  $t$ . Какой из приведённых ниже графиков соответствует зависимости проекции скорости тела  $v_x$  в интервале времени от 30 до 50 секунд?



Ответ:

2

Брусек лежит на шероховатой наклонной опоре (см. рисунок). На него действуют три силы: сила тяжести  $m\vec{g}$ , сила упругости опоры  $\vec{N}$  и сила трения  $\vec{F}_{\text{тр}}$ . Если брусок покоится, то модуль равнодействующей сил  $\vec{N}$  и  $\vec{F}_{\text{тр}}$  равен



- 1)  $N + F_{\text{тр}}$
- 2)  $mg \sin \alpha$
- 3)  $(N + F_{\text{тр}}) \cos \alpha$
- 4)  $mg$

Ответ:

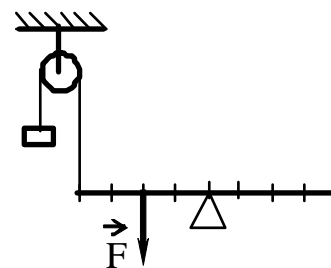
3 Две звезды одинаковой массы притягиваются друг к другу с силами, равными по модулю  $F$ . Во сколько раз уменьшился бы модуль сил притяжения между звёздами, если бы расстояние между их центрами увеличилось в 1,5 раза, а масса каждой звезды уменьшилась в 2 раза?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз.

4 Грузовик и легковой автомобиль движутся со скоростями  $v_1 = 72$  км/ч и  $v_2 = 108$  км/ч соответственно. Масса грузовика  $m = 4000$  кг. Какова масса легкового автомобиля, если импульс грузовика больше импульса легкового автомобиля на 20 000 кг·м/с?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

5 На рисунке изображена система, состоящая из невесомого рычага и идеального блока. Масса груза 100 г. Какова величина силы  $\vec{F}$ , если система находится в равновесии?



Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

6 Массивный груз, подвешенный к потолку на пружине, совершает вертикальные свободные колебания. Пружина всё время остаётся растянутой. Что происходит при этом со скоростью груза и его потенциальной энергией в поле тяжести, когда груз движется вверх от положения равновесия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

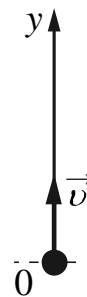
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Скорость груза	Потенциальная энергия груза в поле тяжести

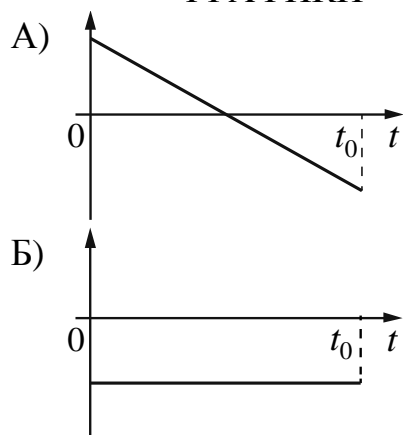
7

В момент  $t=0$  шарик бросили вертикально вверх с начальной скоростью  $\vec{v}$  (см. рисунок). Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять ( $t_0$  – время полёта).



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

**ГРАФИКИ**



**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- 1) координата  $y$  шарика
- 2) проекция скорости шарика  $v_y$
- 3) проекция ускорения шарика  $a_y$
- 4) модуль силы тяжести, действующей на шарик

Ответ:

А	Б

8

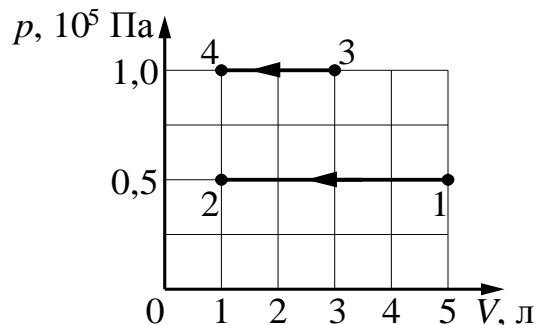
При кристаллизации вода переходит из жидкого состояния в кристаллическое. При этом переходе

- 1) уменьшается и температура, и внутренняя энергия
- 2) уменьшается температура, не изменяется внутренняя энергия
- 3) уменьшается внутренняя энергия, не изменяется температура
- 4) уменьшается температура, возрастает внутренняя энергия

Ответ:

**9** На рисунке показано сжатие водорода двумя способами: 1–2 и 3–4. Сравните работы внешних сил при этих процессах.

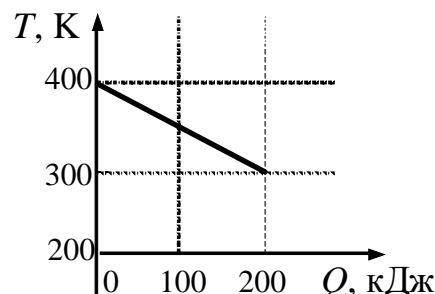
- 1)  $A_{12} = A_{34} = 0$
- 2)  $A_{12} = A_{34} \neq 0$
- 3)  $A_{12} = 2A_{34}$
- 4)  $A_{12} = 0,5A_{34}$



Ответ:

**10**

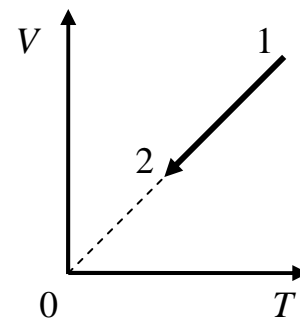
На рисунке приведён график зависимости температуры твёрдого тела от отданного им количества теплоты. Масса тела 4 кг. Какова удельная теплоёмкость вещества этого тела?



Ответ: \_\_\_\_\_ Дж/(кг·К).

**11**

Один моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1–2, график которого изображён на рисунке в координатах  $V$ – $T$  ( $V$  – объём и  $T$  – абсолютная температура газа). Как изменяются в ходе этого процесса внутренняя энергия газа и его давление? 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.

Внутренняя энергия газа	Давление газа

- 12** Установите соответствие между процессами в идеальном газе и формулами, которыми они описываются ( $N$  – число частиц,  $p$  – давление,  $V$  – объём,  $T$  – абсолютная температура,  $Q$  – количество теплоты.)  
 К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ПРОЦЕССЫ**

**ФОРМУЛЫ**

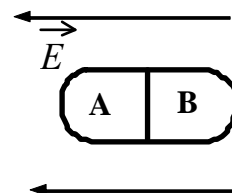
- А) Изохорный процесс при  $N = const$   
 Б) Изотермический процесс при  $N = const$

- 1)  $\frac{p}{T} = const$   
 2)  $\frac{V}{T} = const$   
 3)  $pV = const$   
 4)  $Q = 0$

Ответ:

А	Б

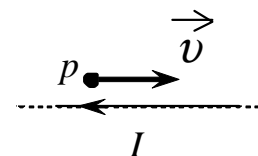
- 13** Незаряженное металлическое тело внесли в однородное электростатическое поле (см. рисунок), а затем разделили на части А и В. Какими электрическими зарядами обладают эти части после разделения?



- 1) А – положительным, В – останется нейтральным  
 2) А – останется нейтральным, В – отрицательным  
 3) А – отрицательным, В – положительным  
 4) А – положительным, В – отрицательным

Ответ:

- 14** Протон  $p$  имеет скорость  $\vec{v}$ , направленную горизонтально вдоль прямого длинного проводника с током  $I$  (см. рисунок). Куда направлена действующая на протон сила Лоренца?

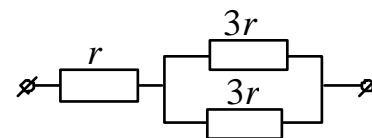


- 1) перпендикулярно плоскости рисунка от нас  $\otimes$   
 2) вертикально вверх в плоскости рисунка  $\uparrow$   
 3) горизонтально влево в плоскости рисунка  $\leftarrow$   
 4) вертикально вниз в плоскости рисунка  $\downarrow$

Ответ:

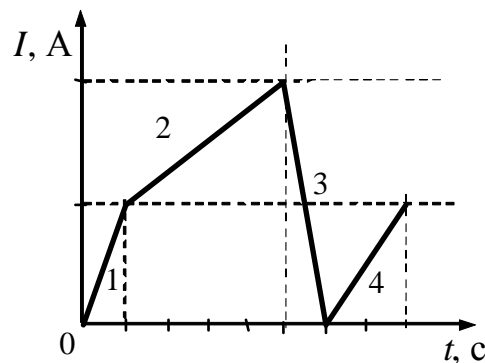


- 15** На рисунке показан участок цепи постоянного тока. Каково сопротивление этого участка, если  $r = 1 \text{ Ом}$ ?



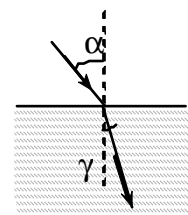
Ответ: \_\_\_\_\_ Ом.

- 16** На рисунке приведён график зависимости силы тока в катушке индуктивности от времени. В каком промежутке времени (1, 2, 3 или 4) модуль ЭДС самоиндукции принимает наибольшее значение?



Ответ: в промежутке времени \_\_\_\_\_

- 17** Световой пучок выходит из воздуха в стекло (см. рисунок). Что происходит при этом с частотой электромагнитных колебаний в световой волне и длиной волны? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:



- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Частота колебаний	Длина волны

**18** Заряженная частица массой  $m$ , несущая положительный заряд  $q$ , движется со скоростью  $v$  по окружности радиусом  $R$  перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля. Действием силы тяжести пренебречь.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

## ФОРМУЛЫ

- |  |                     |
|--|---------------------|
| А) модуль силы Лоренца, действующей на частицу | 1) $\frac{qR}{mv}$  |
| Б) индукция магнитного поля                    | 2) $qvR$            |
|  | 3) $\frac{mv^2}{R}$ |
|  | 4) $\frac{mv}{qR}$  |

Ответ:

А	Б

**19** Связанная система элементарных частиц содержит 9 электронов, 13 нейтронов и 8 протонов. Эта система может являться

- 1) нейтральным атомом хлора  ${}_{17}^{30}\text{Cl}$
- 2) ионом кислорода  ${}_{8}^{21}\text{O}$
- 3) ионом фтора  ${}_{9}^{22}\text{F}$
- 4) нейтральным атомом кислорода  ${}_{8}^{13}\text{O}$

Ответ:

**20** После поглощения нейтрона ядро урана  ${}_{92}\text{U}$  распалось на два осколка с выделением двух нейтронов. Если один из осколков –  ${}_{54}\text{Xe}$ , то второй осколок – это ядро

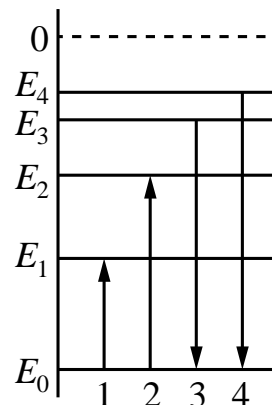
- 1) рубидия  ${}_{37}\text{Rb}$
- 2) криптона  ${}_{36}\text{Kr}$
- 3) брома  ${}_{35}\text{Br}$
- 4) стронция  ${}_{38}\text{Sr}$

Ответ:

**21** Период полураспада некоторого радиоактивного изотопа йода составляет 8 суток. За какое время изначально большое число ядер этого изотопа уменьшится в 16 раз?

Ответ: за \_\_\_\_\_ суток

**22** На рисунке изображена упрощённая диаграмма энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих переходов связаны с поглощением света наименьшей длины волны и излучением кванта света с наибольшей энергией? Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕСС	ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД
А) поглощение света наименьшей длины волны	1) 1 2) 2
Б) излучение кванта света с наибольшей энергией	3) 3 4) 4

Ответ: 

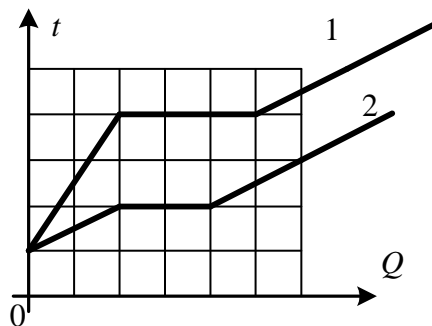
А	Б

**23** С помощью ученической линейки измерили толщину пачки из 500 листов бумаги. Толщина пачки оказалась  $(50 \pm 1)$  мм. Толщина одного листа бумаги равна

- 1)  $(0,10 \pm 0,02)$  мм
- 2)  $(0,1 \pm 1,0)$  мм
- 3)  $(0,100 \pm 0,002)$  мм
- 4)  $(0,05 \pm 0,02)$  мм

Ответ:

**24** На рисунке представлены графики зависимости температуры  $t$  двух тел одинаковой массы от сообщённого количества теплоты  $Q$ . Первоначально тела находились в твёрдом агрегатном состоянии. Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения и укажите их номера.



- 1) Температура плавления первого тела в 4 раза больше, чем у второго.
- 2) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в твёрдом агрегатном состоянии.
- 3) Удельная теплоёмкость второго тела в твёрдом агрегатном состоянии в 3 раза больше, чем у первого.
- 4) Оба тела имеют одинаковую удельную теплоту плавления.
- 5) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии.

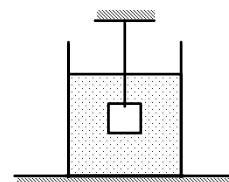
Ответ:

**Часть 2**

*Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число 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.*

**25**

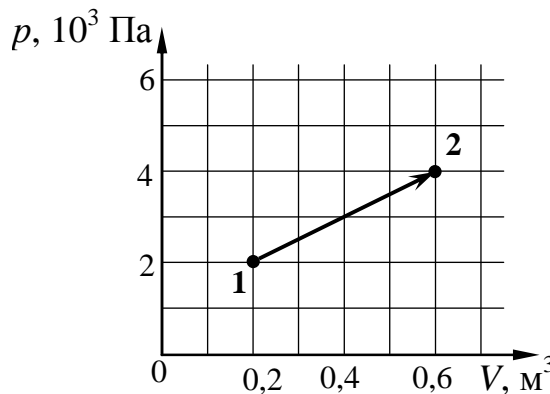
Груз массой  $m = 2,0$  кг, подвешенный на тонкой нити, целиком погружён в воду и не касается дна сосуда (см. рисунок). Модуль силы натяжения нити  $T = 13$  Н. Найдите объём груза.



Ответ: \_\_\_\_\_ л.

**26**

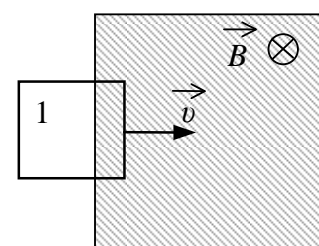
Во время опыта абсолютная температура воздуха в сосуде под поршнем повысилась в 2 раза, и он перешёл из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Поршень прилегал к стенкам сосуда неплотно, и сквозь зазор между ним мог просачиваться воздух. Рассчитайте отношение  $\frac{N_2}{N_1}$  числа молекул газа в сосуде в конце и начале опыта. Воздух считать идеальным газом.



Ответ: \_\_\_\_\_.

**27**

В заштрихованной области на рисунке действует однородное магнитное поле, перпендикулярное плоскости рисунка с индукцией  $B = 0,2$  Тл. Квадратную проволочную рамку, сопротивление которой 10 Ом и длина стороны 10 см, перемещают в этом поле в плоскости рисунка поступательно равномерно с некоторой скоростью  $v$ . При попадании рамки в магнитное поле в положении 1 в ней возникает индукционный ток, равный 4 мА. Какова скорость движения рамки?



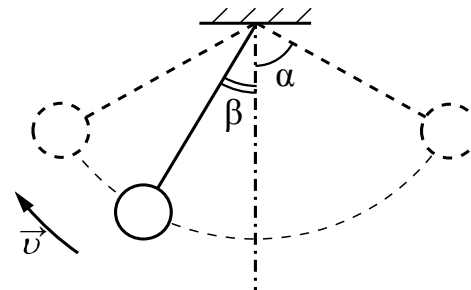
Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

**Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.**

*Для записи ответов на задания этой части (28–32) используйте бланк ответов № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.*

**28**

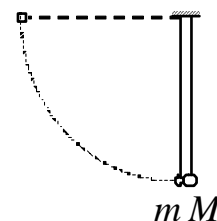
Маленький шарик, подвешенный к потолку на лёгкой нерастяжимой нити, совершает колебания в вертикальной плоскости. Максимальное отклонение нити от вертикали составляет угол  $\alpha = 60^\circ$ . Сделайте рисунок с указанием сил, приложенных к шарiku в тот момент, когда шарик движется влево-вверх, а нить образует угол  $\beta = 30^\circ$  с вертикалью (см. рисунок). Покажите на этом рисунке, куда направлено в этот момент ускорение шарика (по нити, перпендикулярно нити, внутрь траектории, наружу от траектории). Ответ обоснуйте. Сопротивление воздуха не учитывать.



*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.*

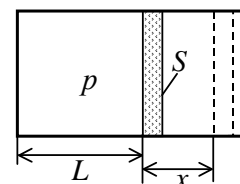
**29**

Два шарика, массы которых  $m = 0,1$  кг и  $M = 0,2$  кг, висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях одинаковой длины  $l$  (см. рисунок). Левый шарик отклоняют на угол  $90^\circ$  и отпускают с начальной скоростью, равной нулю. В результате абсолютно неупругого удара шариков выделяется количество теплоты  $Q = 1$  Дж. Определите длину нитей  $l$ .



**30**

В горизонтальном цилиндрическом сосуде, закрытом поршнем, находится одноатомный идеальный газ. Первоначальное давление газа  $p = 4 \cdot 10^5$  Па. Расстояние от дна сосуда до поршня равно  $L$ . Площадь поперечного сечения поршня  $S = 25$  см<sup>2</sup>. В результате медленного нагревания газ получил количество теплоты  $Q = 1,65$  кДж, а поршень сдвинулся на расстояние  $x = 10$  см. При движении поршня на него со стороны стенок сосуда действует сила трения величиной  $F_{тр} = 3 \cdot 10^3$  Н. Найдите  $L$ . Считать, что сосуд находится в вакууме.



**31** Плоская горизонтальная фигура площадью  $0,1 \text{ м}^2$ , ограниченная проводящим контуром, имеющим сопротивление  $5 \text{ Ом}$ , находится в однородном магнитном поле. Проекция вектора магнитной индукции на вертикальную ось  $Oz$  медленно и равномерно возрастает от некоторого начального значения  $B_{1z}$  до конечного значения  $B_{2z} = 4,7 \text{ Тл}$ . За это время по контуру протекает заряд  $\Delta q = 0,08 \text{ Кл}$ . Найдите  $B_{1z}$ .

**32** Фотон с длиной волны, соответствующей красной границе фотоэффекта, выбивает электрон из металлической пластинки (катода) сосуда, из которого откачан воздух. Электрон разгоняется однородным электрическим полем напряжённостью  $E = 5 \cdot 10^4 \text{ В/м}$ . До какой скорости электрон разгонится в этом поле, пролетев путь  $S = 5 \cdot 10^{-4} \text{ м}$ ? Релятивистские эффекты не учитывать.





Репетиционная работа для подготовки к ЕГЭ  
по ФИЗИКЕ

11 класс

12 мая 2015 года

Вариант ФИ10802

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

**Инструкция по выполнению работы**

Для выполнения репетиционной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из 2 частей, включающих в себя 32 задания.

Ответы к заданиям 1, 2, 8, 9, 13, 14, 19, 20 и 23 записываются по приведённому ниже образцу в виде одной цифры, которая соответствует номеру правильного ответа. Эту цифру запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ: 

4
---

2	4																		
---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 Бланк

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, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

КИМ Ответ: 7,5 см. 

3	7	,	5																
---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 Бланк

Ответом к заданиям 6, 7, 11, 12, 17, 18, 22 и 24 является последовательность двух цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ: 

А	Б
4	1

7	4	1																	
---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

 Бланк

Ответ к заданиям 28–32 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, капиллярной или перьевой ручек.

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

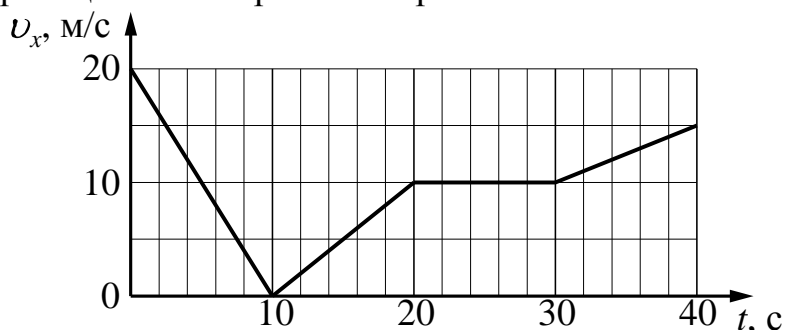
число $\pi$	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
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	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

<b>Соотношение между различными единицами</b>			
температура		0 К = -273 °С	
атомная единица массы		1 а.е.м. = $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг	
1 атомная единица массы эквивалентна		931,5 МэВ	
1 электронвольт		1 эВ = $1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж	
<b>Масса частиц</b>			
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.	
<b>Плотность</b>			
		подсолнечного масла	900 кг/м <sup>3</sup>
воды	1000 кг/м <sup>3</sup>	алюминия	2700 кг/м <sup>3</sup>
древесины (сосна)	400 кг/м <sup>3</sup>	железа	7800 кг/м <sup>3</sup>
керосина	800 кг/м <sup>3</sup>	ртути	13 600 кг/м <sup>3</sup>
<b>Удельная теплоёмкость</b>			
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)		
<b>Удельная теплота</b>			
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		
<b>Нормальные условия:</b> 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 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

- 1** Автомобиль движется по прямой улице. На графике представлена зависимость проекции его скорости от времени.



Какой из приведённых ниже графиков соответствует зависимости проекции ускорения автомобиля  $a_x$  в интервале времени от 10 до 20 секунд?

- 1)  $a_x, \text{ м/с}^2$  vs  $t, \text{ с}$  (graph with a horizontal line at 0)      2)  $a_x, \text{ м/с}^2$  vs  $t, \text{ с}$  (graph with a horizontal line at 2)      3)  $a_x, \text{ м/с}^2$  vs  $t, \text{ с}$  (graph with a horizontal line at -2)      4)  $a_x, \text{ м/с}^2$  vs  $t, \text{ с}$  (graph with a horizontal line at 1)

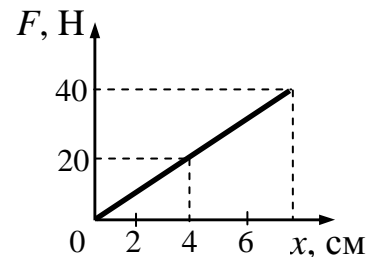
Ответ:

- 2** В инерциальной системе отсчёта сила  $\vec{F}$  сообщает телу массой  $m$  ускорение  $\vec{a}$ . Ускорение тела массой  $2m$  под действием силы  $\frac{1}{2}\vec{F}$  в этой системе отсчёта равно

- 1)  $\vec{a}$       2)  $\frac{1}{4}\vec{a}$       3)  $\frac{1}{8}\vec{a}$       4)  $4\vec{a}$

Ответ:

**3** На рисунке представлен график зависимости модуля силы упругости от удлинения пружины. Какова жёсткость пружины?



Ответ: \_\_\_\_\_ Н/м.

**4** Тело движется по прямой под действием постоянной силы, равной по модулю 10 Н. Сколько времени потребуется для того, чтобы под действием этой силы импульс тела изменился на 50 кг·м/с?

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

**5** Волна частотой 5 Гц распространяется в среде со скоростью 12 м/с. Определите длину волны.

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

**6** Камень брошен вверх под углом к горизонту. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Как меняются с набором высоты потенциальная энергия камня в поле тяжести и ускорение камня?  
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.

Потенциальная энергия камня	Ускорение камня

- 7** Автобус массой  $m$ , движущийся по прямолинейному горизонтальному участку дороги со скоростью  $v$ , совершает торможение до полной остановки. При торможении колёса автобуса не вращаются. Коэффициент трения между колёсами и дорогой равен  $\mu$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) модуль работы силы трения, действующей на автобус	1) $\mu g v$
Б) время, необходимое для полной остановки автобуса	2) $\frac{mv^2}{2\mu g}$
	3) $\frac{v}{\mu g}$
	4) $\frac{mv^2}{2}$

Ответ: 

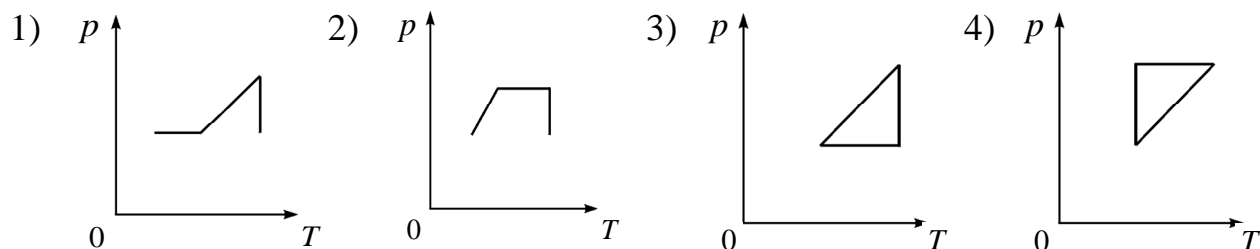
А	Б

- 8** В комнате в одном сосуде находится водород, а в другом – азот. Средние значения кинетической энергии поступательного теплового движения молекулы водорода и молекулы азота одинаковы в том случае, если у этих газов одинаковы значения

- 1) массы
- 2) объёма
- 3) температуры
- 4) концентрации частиц

Ответ:

- 9** Идеальный газ сначала нагревался при постоянном давлении, потом его давление увеличивалось при постоянном объеме, затем при постоянной температуре давление газа уменьшилось до первоначального значения. Какой из графиков в координатных осях  $p$ – $T$  соответствует этим изменениям состояния газа?



Ответ:

- 10** Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 70%. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объем в два раза. Какова стала относительная влажность воздуха?

Ответ: \_\_\_\_\_ %.

**11**

В ходе адиабатного процесса внутренняя энергия 1 моль разреженного аргона уменьшилась. Как изменяются при этом температура аргона и его объем?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

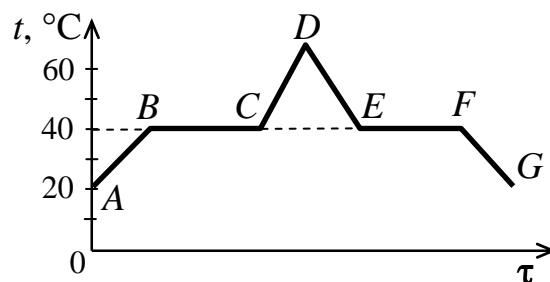
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Температура аргона	Объем аргона

12

В начальный момент в сосуде под лёгким поршнем находится только жидкий эфир. На рисунке показан график зависимости температуры  $t$  эфира от времени  $\tau$  его нагревания и последующего охлаждения. Установите соответствие между процессами, происходящими с эфиром, и участками графика.



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

ПРОЦЕССЫ

- А) конденсация эфира
- Б) нагревание жидкого эфира

УЧАСТКИ ГРАФИКА

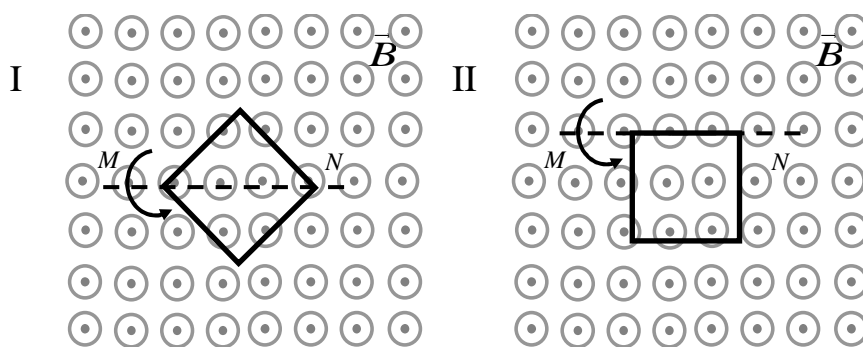
- 1)  $AB$
- 2)  $BC$
- 3)  $DE$
- 4)  $EF$

Ответ:

А	Б

13

На рисунке показаны два способа вращения рамки в однородном магнитном поле, линии индукции которого идут из плоскости чертежа. Вращение рамки происходит вокруг линии  $MN$ . ЭДС индукции в рамке



- 1) возникает в обоих случаях
- 2) не возникает ни в одном из случаев
- 3) возникает только в первом случае
- 4) возникает только во втором случае

Ответ:



14

На рисунке показано направление вектора напряжённости электрического поля  $\vec{E}$  в точке  $A$ , равноудалённой от равных по модулю точечных зарядов  $q_1$  и  $q_2$ . Какие знаки имеют заряды?

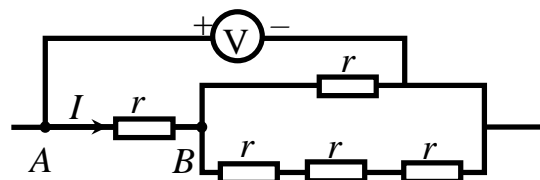


- 1)  $q_1 > 0$ ;  $q_2 < 0$
- 2)  $q_1 > 0$ ;  $q_2 > 0$
- 3)  $q_1 < 0$ ;  $q_2 > 0$
- 4)  $q_1 < 0$ ;  $q_2 < 0$

Ответ:

15

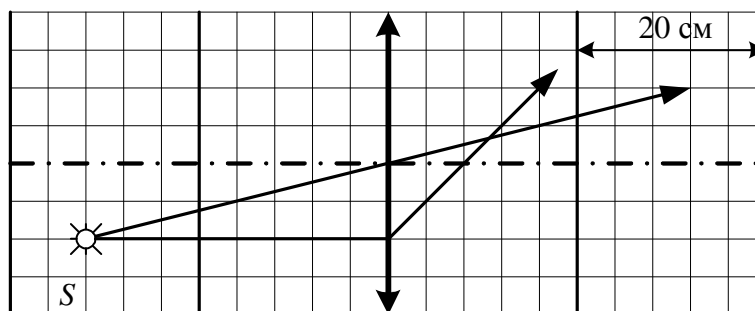
Пять одинаковых резисторов с сопротивлением  $r = 1$  Ом соединены в электрическую цепь, схема которой представлена на рисунке. По участку  $AB$  идёт ток  $I = 4$  А. Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?



Ответ: \_\_\_\_\_ В.

16

На рисунке показан ход лучей от точечного источника света  $S$  через тонкую линзу. Какова оптическая сила этой линзы?



Ответ: \_\_\_\_\_ дптр.

- 17** Плоский воздушный конденсатор с диэлектриком между пластинами подключён к аккумулятору. Не отключая конденсатор от аккумулятора, диэлектрик удаляют из конденсатора. Как изменятся при этом ёмкость конденсатора и разность потенциалов между его обкладками?  
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.

Ёмкость конденсатора	Разность потенциалов между обкладками конденсатора

- 18** Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью  $C$  и катушки индуктивностью  $L$ . При свободных электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре, максимальный заряд пластины конденсатора равен  $q$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.  
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Сопротивлением контура пренебречь.

## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) максимальная энергия электрического поля конденсатора  
Б) максимальная сила тока, протекающего через катушку

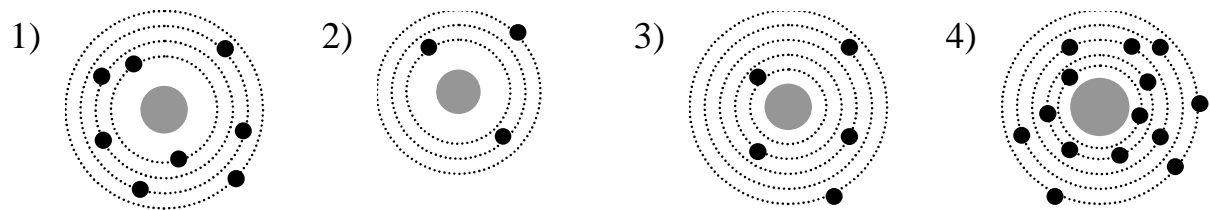
## ФОРМУЛЫ

- 1)  $\frac{q^2}{2C}$
- 2)  $q\sqrt{\frac{C}{L}}$
- 3)  $\frac{q}{\sqrt{LC}}$
- 4)  $\frac{Cq^2}{2}$

Ответ:

А	Б

**19** На рисунке изображены схемы четырёх атомов. Чёрными точками обозначены электроны. Нейтральному атому  ${}^{13}_5\text{B}$  соответствует схема



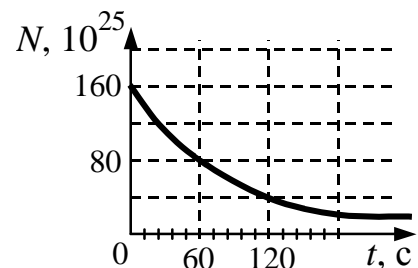
Ответ:

**20** Ядро полония  ${}^{216}_{84}\text{Po}$  образовалось в результате двух последовательных  $\alpha$ -распадов некоторого ядра. Это ядро

- 1) радона  ${}^{220}_{86}\text{Rn}$
- 2) радия  ${}^{224}_{88}\text{Ra}$
- 3) радона  ${}^{218}_{86}\text{Rn}$
- 4) астата  ${}^{218}_{85}\text{At}$

Ответ:

**21** На рисунке приведён график зависимости числа нераспавшихся ядер эрбия  ${}^{173}_{68}\text{Er}$  от времени. Каков период полураспада этого изотопа?



Ответ: \_\_\_\_\_ с.

**22** Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать ( $\nu$  – частота фотона,  $c$  – скорость света в вакууме,  $h$  – постоянная Планка).  
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

**ФОРМУЛЫ**

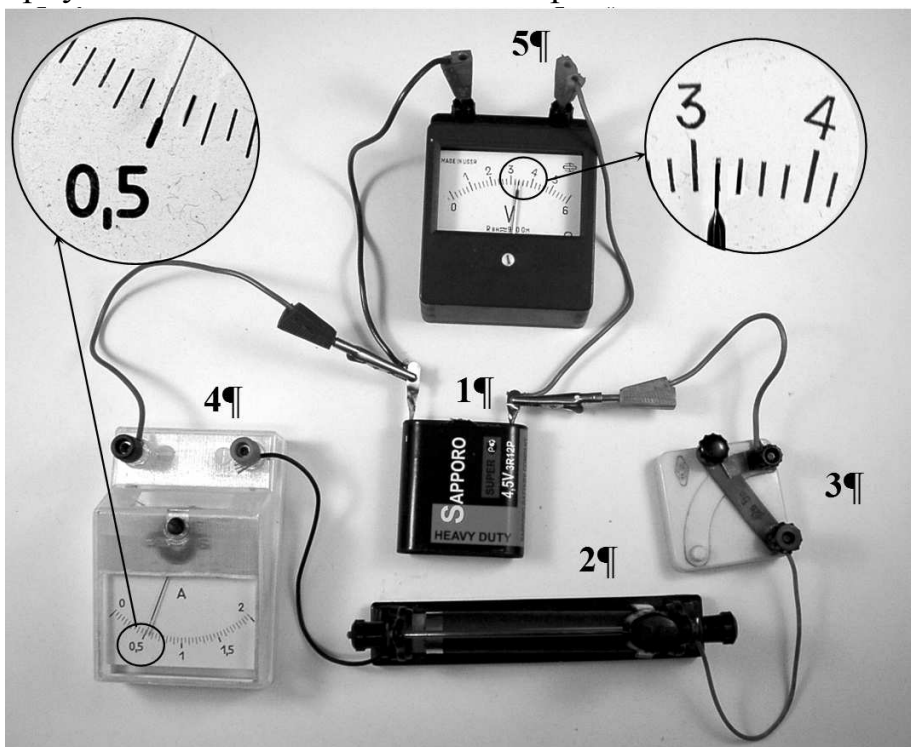
- А) длина волны фотона
- Б) импульс фотона

- 1)  $\frac{h\nu}{c}$
- 2)  $hc$
- 3)  $\frac{c}{\nu}$
- 4)  $c\nu$

Ответ:

А	Б

**23** На фотографии представлена электрическая цепь, состоящая из источника тока (1), реостата (2), ключа (3), амперметра (4) и вольтметра (5). Абсолютная погрешность измерения приборов равна половине цены деления. Укажите верную запись показаний вольтметра.



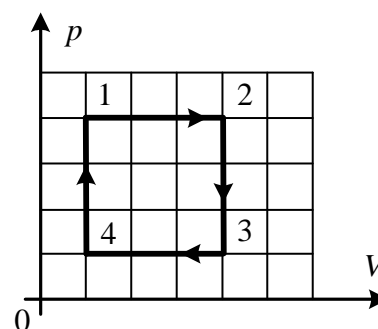
- 1)  $(0,50 \pm 0,05) \text{ В}$
- 2)  $(3,2 \pm 0,1) \text{ В}$
- 3)  $(3,2 \pm 0,2) \text{ В}$
- 4)  $(4,8 \pm 0,1) \text{ В}$

Ответ:

24

Один моль идеального одноатомного газа совершает циклический процесс 1-2-3-4-1, график которого показан на рисунке в координатах  $p$ - $V$ .

Из предложенного перечня выберите **два** верных утверждения и укажите их номера.



- 1) В процессе 1-2 внутренняя энергия газа увеличивается.
- 2) В процессе 2-3 газ совершает положительную работу.
- 3) В процессе 3-4 газу сообщают некоторое количество теплоты.
- 4) В процессе 4-1 температура газа увеличивается в 4 раза.
- 5) Работа, совершённая газом в процессе 1-2, в 3 раза больше работы, совершённой над газом в процессе 3-4.

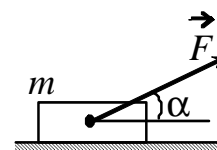
Ответ:

--	--

## Часть 2

*Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.*

- 25 Массивный брусок движется поступательно по горизонтальной плоскости под действием постоянной силы, направленной под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту (см. рисунок). Модуль этой силы  $F = 12$  Н. Коэффициент трения между бруском и плоскостью  $\mu = 0,2$ . Модуль силы трения, действующей на брусок,  $F_{\text{тр}} = 2,8$  Н. Чему равна масса бруска?



Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

- 26 Кусок льда опустили в термос с водой. Начальная температура льда  $0^\circ\text{C}$ , начальная температура воды  $15^\circ\text{C}$ . Теплоёмкостью термоса можно пренебречь. При переходе к тепловому равновесию часть льда массой  $210$  г растаяла. Чему равна исходная масса воды в термосе?

Ответ: \_\_\_\_\_ г.

- 27 Предмет расположен на горизонтальной главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Оптическая сила линзы  $D = 5$  дптр. Изображение предмета действительное, увеличение (отношение высоты изображения предмета к высоте самого предмета)  $k = 2$ . Найдите расстояние от изображения предмета до линзы.

Ответ: \_\_\_\_\_ см.

**Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.**

**Для записи ответов на задания этой части (28–32) используйте бланк ответов № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.**

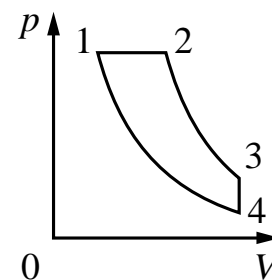
- 28** Около небольшой металлической пластины, укрепленной на изолирующей подставке, подвесили на шёлковой нити лёгкую металлическую незаряженную гильзу. Когда пластину подсоединили к клемме высоковольтного выпрямителя, подав на неё отрицательный заряд, гильза пришла в движение. Опишите движение гильзы и объясните его.



**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.**

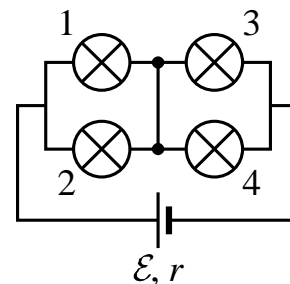
- 29** Брусок массой  $m_1 = 500$  г соскальзывает по наклонной плоскости с некоторой высоты  $h$  и, двигаясь по горизонтальной поверхности, сталкивается с неподвижным бруском массой  $m_2 = 300$  г. Считая столкновение абсолютно неупругим, определите высоту  $h$ , если общая кинетическая энергия брусков после столкновения равна 2,5 Дж. Трением при движении пренебречь. Считать, что наклонная плоскость плавно переходит в горизонтальную.

- 30** Тепловой двигатель использует в качестве рабочего вещества 1 моль идеального одноатомного газа. Цикл работы двигателя изображён на  $pV$ -диаграмме и состоит из двух адиабат, изохоры, изобары. Зная, что КПД цикла равен 50%, определите модуль отношения изменения температуры газа при изобарном процессе  $\Delta T_{12}$  к изменению его температуры  $\Delta T_{34}$  при изохорном процессе.



**31**

Какая тепловая мощность выделяется на лампе 4 в цепи, собранной по схеме, изображённой на рисунке? Сопротивление ламп 1 и 2  $R_1 = 20$  Ом, ламп 3 и 4  $R_2 = 10$  Ом. Внутреннее сопротивление источника  $r = 5$  Ом, его ЭДС  $\mathcal{E} = 100$  В.

**32**

Металлическая пластина облучается светом частотой  $\nu = 1,6 \cdot 10^{15}$  Гц. Работа выхода электронов из данного металла равна 3,7 эВ. Вылетающие из пластины фотоэлектроны попадают в однородное электрическое поле напряжённостью 130 В/м, причём вектор напряжённости  $\vec{E}$  направлен к пластине перпендикулярно её поверхности. Какова максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов на расстоянии 10 см от пластины?