

## Решения

### ↑ Задание 1 № 4759 тип 1

Автомобиль трогается с места и движется с постоянным ускорением  $5 \text{ м/с}^2$ . Какой путь прошёл автомобиль, если его скорость в конце пути оказалась равной  $15 \text{ м/с}$ ? (Ответ дайте в метрах.)

#### Решение.

Для решения данной задачи удобно использовать так называемую формулу «без времени» для пути, пройденного равноускоренно движущимся телом:

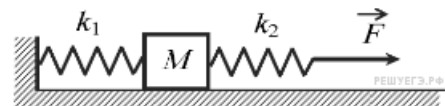
$$S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{15^2 - 0^2}{2 \cdot 5} = 22,5 \text{ м.}$$

Ответ: 22,5.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 22,5

### ↑ Задание 2 № 5146 тип 2

К системе из кубика массой  $1 \text{ кг}$  и двух пружин приложена постоянная горизонтальная сила  $\vec{F}$  (см. рисунок). Система покоится. Между кубиком и опорой трения нет. Левый край первой пружины прикреплен к стенке. Жёсткость первой пружины  $k_1 = 300 \text{ Н/м}$ . Жёсткость второй пружины  $k_2 = 600 \text{ Н/м}$ . Удлинение второй пружины равно  $2 \text{ см}$ . Чему равен модуль силы  $F$ ? (Ответ дайте в ньютонах.)



#### Решение.

По третьему закону Ньютона сила упругости, которая возникает во второй пружине равна по величине силе  $\vec{F}$ , с которой эту пружину растягивают.

Таким образом, модуль силы  $\vec{F}$  равен

$$F = k_2 \Delta x_2 = 600 \text{ Н/м} \cdot 0,02 \text{ м} = 12 \text{ Н.}$$

Ответ: 12.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 12

### ↑ Задание 3 № 410 тип 3

Камень массой  $1 \text{ кг}$  брошен вертикально вверх с начальной скоростью  $4 \text{ м/с}$ . На сколько увеличится потенциальная энергия камня от начала движения к тому времени, когда скорость камня уменьшится до  $2 \text{ м/с}$ ? (Ответ дайте в джоулях.)

#### Решение.

Для камня выполняется закон сохранения полной механической энергии. Увеличение потенциальной энергии равно убыли кинетической энергии:

$$\Delta E_{\text{пот}} = -\Delta E_{\text{кин}} = -\left(\frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}\right) = -\left(\frac{1 \cdot (2 \text{ м/с})^2}{2} - \frac{1 \cdot (4 \text{ м/с})^2}{2}\right) = 6 \text{ Дж.}$$

Ответ: 6.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 6

↑ **Задание 4 № 7618 тип 4**

Груз подвешен на лёгкой вертикальной пружине и совершает на ней колебания с частотой  $\omega = 10$  рад/с, двигаясь по вертикали. На какую длину растянется эта пружина, если аккуратно подвесить к ней тот же груз, не возбуждая колебаний? (Ответ дайте в сантиметрах.) Ускорение свободного падения принять равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

**Решение.**

Жесткость пружины можем выразить как  $k = \frac{mg}{L}$ , где  $L$  — удлинение пружины под действием груза.

$$\text{Циклическая частота колебаний выражается как } \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{mg/L}{m}} = \sqrt{\frac{g}{L}}.$$

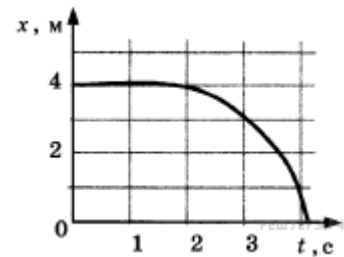
$$\text{Выразим отсюда удлинение: } L = \frac{g}{\omega^2} = 0,1 \text{ м} = 10 \text{ см}.$$

Ответ: 10.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 10

↑ **Задание 5 № 8171 тип 5**

Шарик катится по прямому желобу. Изменение координаты шарика с течением времени в инерциальной системе отсчета показано на графике. На основании этого графика выберите два верных утверждения о движении шарика.



- 1) Первые 2 с скорость шарика не менялась, а затем ее модуль постепенно уменьшался.
- 2) Скорость шарика все время увеличивалась.
- 3) Первые 2 с сумма сил, действовавших на шарик, была равна 0.
- 4) За первые 3 с шарик переместился на 1 м.
- 5) Скорость шарика постоянно уменьшалась.

**Решение.**

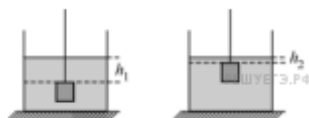
В первые две секунды график горизонтален, значит, шарик покоился и сумма сил, действовавших на шарик, была равна 0. Затем наклон графика увеличивается, значит, его скорость возрастала. За первые 3 с координата шарика изменилась с 4 м до 3 м, значит, пройденный путь равен 1 м.

Ответ: 34.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 34

↑ **Задание 6 № 9174 тип 6**

Алюминиевый кубик подвешен на тонкой нити и целиком погружён в воду в аквариуме, как показано на рисунке слева. Расстояние от поверхности воды до верхней грани кубика равно  $h_1$ . Кубик немного переместили вверх так, что расстояние от поверхности воды до верхней грани кубика стало равно  $h_2 < h_1$  (см. рисунок справа). Как изменились в результате этого модуль действующей на кубик силы Архимеда и модуль силы давления воды на нижнюю грань кубика?



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.

Модуль действующей на кубик силы Архимеда	Модуль силы давления воды на нижнюю грань кубика

**Решение.**

Сила Архимеда равна  $F_A = \rho g V$ , плотность жидкости не изменилась, объём погруженной части так же остался постоянным,  $g$  — константа, значит, сила Архимеда на кубик не изменилась. Расстояние от поверхности воды до нижней грани кубика уменьшилось, значит, модуль силы давления воды на нижнюю грань кубика уменьшился.

Ответ: 32.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 32

↑ **Задание 7 № 3165 тип 7**

Массивный шарик, подвешенный к потолку на упругой пружине, совершает вертикальные гармонические колебания. Как ведут себя скорость и ускорение шарика в момент, когда шарик проходит положение равновесия, двигаясь вниз?

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Скорость шарика
- Б) Ускорение шарика

ИХ МОДУЛЬ И НАПРАВЛЕНИЕ

- 1) Достигает максимума; направление вверх
- 2) Достигает максимума; направление вниз
- 3) Модуль равен нулю

А	Б

**Решение.**

При гармонических колебаниях законы изменения со временем отклонения шарика из положения равновесия и его скорости имеют вид  $y(t) = y_m \sin \omega t$  и  $v_y(t) = v_{ym} \cos \omega t$  соответственно. В положении равновесия, когда  $y(t) = 0$ , скорость шарика достигает своего максимума  $v_y(t) = v_{ym}$ . При движении вниз скорость шарика естественно направлена вниз (А — 2). Ускорение шарика в положении равновесия, напротив, равно нулю, поскольку равнодействующая всех сил, действующих на шарик, в этот момент равна нулю (Б — 3).

Ответ: 23.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 23

↑ **Задание 8 № 3706 тип 8**

В процессе, проводимом с неизменным количеством идеального газа, давление  $p$  газа изменяется прямо пропорционально квадратному корню из объема  $V$  газа:  $p \sim \sqrt{V}$ . Во сколько раз изменяется его абсолютная температура  $T$  при возрастании давления газа в 2 раза?

**Решение.**

Для неизменного количества идеального газа величина  $\frac{pV}{T}$  остаётся постоянной согласно уравнению Клапейрона — Менделеева  $pV = \nu RT$ .

Согласно условию над фиксированным количеством газа проводится процесс, в ходе которого давление  $p$  газа изменяется прямо пропорционально квадратному корню из объёма  $V$  газа:  $p \sim \sqrt{V} \Leftrightarrow p^2 \sim V$ . Поэтому для удобства введем коэффициент пропорциональности  $\alpha$ , который связывает объём и квадрат давления:  $V = \alpha p^2$ .

Для данного конкретного процесса, выполняется следующий закон:

$$\text{const} = \frac{p \cdot V}{T} = \frac{p \cdot \alpha p^2}{T} = \alpha \frac{p^3}{T}.$$

Таким образом, в данном процессе возрастание давления в 2 раза приводит к увеличению абсолютной температуры в 8 раз.

Ответ: 8.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 8

↑ **Задание 9 № 1019 тип 9**

Если идеальный газ отдал количество теплоты 100 Дж и при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж, то какова работа, совершенная газом? (Ответ дайте в джоулях.)

**Решение.**

Согласно первому началу термодинамики, тепло, переданное системе, идет на изменение внутренней энергии и совершение работы против внешних сил:  $Q = \Delta U + A$ . Отсюда находим работу, совершенную газом:

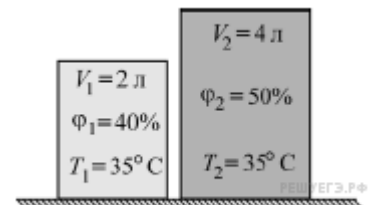
$$A = Q - \Delta U = -100 \text{ Дж} - (-100 \text{ Дж}) = 0.$$

Ответ: 0.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 0

↑ **Задание 10 № 10315 тип 10**

На рисунке изображены два сосуда с влажным воздухом. Используя сведения, приведённые на рисунке, определите отношение массы водяных паров, содержащихся в сосуде 2, к массе водяных паров, содержащихся в сосуде 1.

**Решение.**

Относительной влажностью называют отношение давления пара к давлению насыщенного пара при той же температуре

$$\varphi = \frac{p}{p_{\text{нп}}} \cdot 100\% \Leftrightarrow p = p_{\text{нп}} \cdot \varphi.$$

Водяной пар удовлетворяет уравнению Менделеева — Клапейрона

$$pV = \frac{m}{M}RT \Leftrightarrow m = \frac{pVM}{RT}.$$

Найдём отношение массы водяных паров, содержащихся в сосудах (учтём, что  $T_1 = T_2$ )

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \frac{T_1}{p_1 V_1} = \frac{\rho_2 V_2}{\rho_1 V_1} = \frac{0,5 \cdot 4 \text{ л}}{0,4 \cdot 2 \text{ л}} = 2,5.$$

Ответ: 2,5.

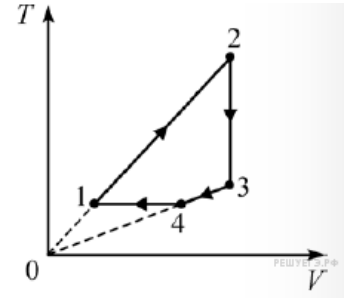
Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 2,5

↑ **Задание 11 № 9770 тип 11**

Один моль одноатомного идеального газа участвует в циклическом процессе, график которого изображён на  $TV$ -диаграмме.

Выберите два верных утверждения на основании анализа представленного графика.

- 1) Давление газа в состоянии 2 меньше давления газа в состоянии 4.
- 2) Работа газа на участке 2–3 отрицательна.
- 3) На участке 1–2 давление газа уменьшается.
- 4) На участке 4–1 работа газа отрицательна.
- 5) Работа, совершенная газом на участке 1–2 больше работы, совершаемой внешними силами над газом на участке 4–1.



**Решение.**

- 1) Изобара 1–2 лежит выше изобары 3–4, а значит, давление газа в состоянии 2 больше давления газа в состоянии 4. Утверждение 1 — неверно.
- 2) На участке 2–3 объем газа не изменяется, а значит, его работа равна нулю. Утверждение 2 — неверно.
- 3) Участок 1–2 соответствует изобарному нагреванию газа, а значит, давление газа не изменяется. Утверждение 3 — неверно.
- 4) На участке 4–1 газ совершает отрицательную работу. Утверждение 4 — верно.
- 5) В изобарном процессе работа газа равна  $A = p\Delta V = \nu R\Delta T$ . На участке 1–2 изменение температуры газа больше изменения температуры газа на участке 4–1, а значит, на участке 1–2 совершается большая работа. Утверждение 5 — верно.

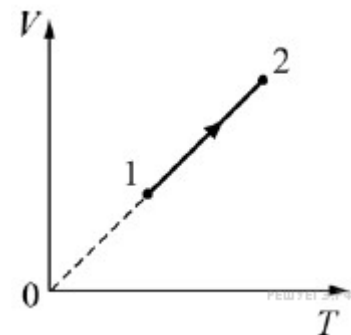
Ответ: 45.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 45

↑ **Задание 12 № 7351 тип 12**

На графике зависимости объёма  $V$  от абсолютной температуры  $T$  изображён процесс перехода идеального одноатомного газа из состояния 1 в состояние 2. Известно, что масса газа в этом процессе не изменялась. Как изменились при этом переходе плотность и давление газа?

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



ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) плотность газа
- Б) давление газа

ЕЁ ИЗМЕНЕНИЕ

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

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам:

А	Б

**Решение.**

Так как формула для плотности газа имеет вид  $\rho = \frac{m}{V}$ , то увеличение объёма приводит к уменьшению плотности.

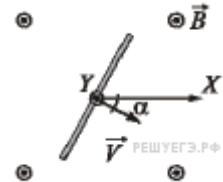
Уравнение состояния:  $pV = \nu RT$ . Из графика видно, что объем и температура изменяются линейным образом, а значит давление в этом процессе не изменится.

Ответ: 23.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 23

↑ **Задание 13 № 7629 тип 13**

Прямой проводник длиной 50 см равномерно поступательно движется в однородном постоянном магнитном поле, направление которого совпадает с направлением вертикальной оси  $Y$  (на рисунке эта ось направлена «на нас»). Скорость проводника направлена перпендикулярно ему, и составляет угол  $30^\circ$  с горизонтальной осью  $X$ , как показано на рисунке. Разность потенциалов между концами проводника равна 25 мВ, модуль индукции магнитного поля 0,1 Тл. Определите модуль скорости движения этого проводника. (Ответ дать в метрах в секунду.)



**Примечание:** вектор скорости лежит в плоскости рисунка.

**Решение.**

При движении проводника в магнитном поле, на электрические заряды в проводнике действует сила Лоренца:  $F_{\text{л}} = qVB$ .

Под действием силы Лоренца внутри проводника происходит распределение положительных и отрицательных зарядов вдоль всей длины проводника  $l$ . Сила Лоренца является в данном случае сторонней силой, и в проводнике возникает ЭДС индукции, а на концах проводника АВ возникает разность потенциалов:

$$\varepsilon = \frac{A}{q} = \frac{F_{\text{л}}l}{q} = \frac{qVB l}{q} = VB l.$$

Отсюда можем получить величину скорости проводника:  $V = \frac{\varepsilon}{Bl} = 0,5$  м/с.

Ответ: 0,5.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 0,5

↑ **Задание 14 № 4420 тип 14**

Идеальный амперметр и три резистора сопротивлением  $R=2$  Ом,  $2R$  и  $3R$  включены последовательно в электрическую цепь, содержащую источник с ЭДС, равной 5 В, и внутренним сопротивлением  $r = 8$  Ом. Каковы показания амперметра? (Ответ дайте в амперах.)

**Решение.**

Идеальный амперметр не имеет сопротивления. Согласно закону Ома для полной цепи, сила тока в описанной в условии задачи цепи (как раз то, что показывает амперметр) равна

$$I = \frac{\varepsilon}{r + (R + 2R + 3R)} = \frac{\varepsilon}{r + 6R} = \frac{5 \text{ В}}{8 \text{ Ом} + 6 \cdot 2 \text{ Ом}} = 0,25 \text{ А.}$$

Ответ: 0,25.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 0,25

↑ **Задание 15 № 9507 тип 15**

В однородном магнитном поле с индукцией 40 мТл находится плоский контур в виде кольца радиусом 5 см, изготовленный из тонкой проволоки. Сначала контур располагается так, что линии индукции магнитного поля перпендикулярны плоскости кольца. Затем кольцо поворачивают вокруг его диаметра на угол  $120^\circ$ . Найдите модуль изменения потока вектора магнитной индукции через кольцо при таком повороте. Ответ выразите в мкВб и округлите до целого числа.

**Решение.**

Магнитный поток через рамку равен произведению площади рамки на величину вектора магнитной индукции и на косинус угла между перпендикуляром к рамке и направлением поля:

$$\Phi = BS \cos \alpha.$$

Найдём модуль изменения потока вектора магнитной индукции:

$$|\Delta\Phi| = BS \cos \alpha_1 - BS \cos \alpha_2 = BS(1 - \cos \alpha_2) = 40 \cdot 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot (5 \cdot 10^{-2})^2 (1 - \cos 120^\circ) = 471 \text{ мкВб.}$$

Ответ: 471 мкВб.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 471

↑ **Задание 16 № 6599 тип 16**

Исследовалась зависимость напряжения на обкладках конденсатора от заряда этого конденсатора. Результаты измерений представлены в таблице.

$q$ , мКл	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
$U$ , В	0	0,04	0,12	0,16	0,22	0,24

Погрешности измерений величин  $q$  и  $U$  равнялась соответственно 0,005 мКл и 0,01 В.

Выберите два утверждения, соответствующие результатам этих измерений.

- 1) Электроёмкость конденсатора примерно равна 5 мФ.
- 2) Электроёмкость конденсатора примерно равна 200 мкФ.
- 3) С увеличением заряда напряжение увеличивается.
- 4) Для заряда 0,06 мКл напряжение на конденсаторе составит 0,5 В.
- 5) Напряжение на конденсаторе не зависит от заряда.

**Решение.**

Проверим справедливость предложенных утверждений.

1, 2) Электроёмкость конденсатора можно найти по формуле:

$$C = \frac{q}{U} = \frac{0,04 \cdot 10^{-3} \text{ Кл}}{0,22 \text{ В}} \approx 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ Ф} = 0,2 \text{ мФ} = 200 \text{ мкФ.}$$

3) С увеличением заряда напряжение увеличивается.

4) Для заряда  $0,06$  мКл напряжение на конденсаторе составит  $\frac{0,06 \cdot 10^{-3} \text{ Кл}}{0,2 \cdot 10^{-3} \text{ Ф}} = 0,3 \text{ В}$ .

5) Напряжение на конденсаторе возрастает с увеличением заряда.

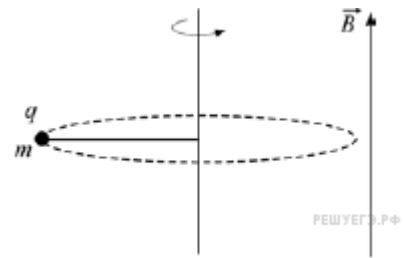
Таким образом, верными являются утверждения под номерами 2 и 3.

Ответ: 23.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 23

### ↑ Задание 17 № 10647 тип 17

Маленький шарик массой  $m$  с зарядом  $q$ , закреплённый на непроводящей невесомой нерастяжимой нити, равномерно вращается, двигаясь по гладкой горизонтальной поверхности по окружности с некоторой постоянной по модулю скоростью  $V$  в однородном вертикальном магнитном поле  $\vec{B}$ . Как изменятся модули действующих на шарик силы Лоренца и силы натяжения нити, если увеличить массу шарика, не изменяя других параметров?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Модуль силы Лоренца	Модуль силы натяжения нити

### Решение.

На шарик со стороны магнитного поля действует сила Лоренца величиной  $F_{\text{л}} = qvB$ . В данном случае, скорость шарика направлена по касательной к окружности. Согласно правилу левой руки, сила Лоренца будет направлена вдоль радиус-вектора, выходящего из центра окружности. При увеличении массы шарика, модуль силы Лоренца не изменится.

Запишем второй закон Ньютона для шарика

$$\vec{F}_{\text{л}} + \vec{T} = m\vec{a}.$$

В проекции на радиус вектор

$$\pm F_{\text{л}} + T = ma = m \frac{V^2}{R}.$$

Так как сила Лоренца постоянна, увеличение массы шарика приведет к увеличению силы натяжения нити.

Ответ: 31.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 31

### ↑ Задание 18 № 5740 тип 18

Прямолинейный проводник длиной  $l$  перемещается со скоростью  $V$  в однородном магнитном поле с индукцией  $B$ . Векторы  $V$  и  $B$  образуют друг с другом угол  $\alpha$  и перпендикулярны проводнику (см.



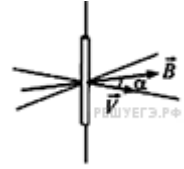
рисунок).

### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Модуль силы, с которой магнитное поле действует на электроны проводимости проводника  
 Б) Модуль разности потенциалов, возникающей между концами проводника

### ФОРМУЛЫ

- 1)  $|e|VB \sin \alpha$   
 2)  $|e|VB \cos \alpha$   
 3)  $BIV \cos \alpha$   
 4)  $BIV \sin \alpha$



А	Б

#### Решение.

А) Вместе с проводником со скоростью  $V$  движутся электроны проводимости, а на движущийся заряд в однородном магнитном поле действует сила Лоренца, равная  $|e|VB \sin \alpha$ .

Б) Под действием силы Лоренца электроны смещаются вдоль проводника, при этом концы проводника оказываются заряженными зарядами противоположного знака. Между концами проводника появляется разность потенциалов, величину которой можно найти из того, что действие соответствующего электрического поля в точности уравновешивается силой Лоренца.

$$\frac{U}{l}|e| = |e|VB \sin \alpha \Leftrightarrow U = BIV \sin \alpha.$$

Ответ: 14.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 14

#### ↑ Задание 19 № 9094 тип 19

Сколько протонов и сколько нуклонов содержится в ядре йода  ${}_{53}^{123}\text{I}$ ?  
 В ответе запишите значения слитно без пробела.

Число протонов	Число нуклонов

#### Решение.

Число протонов равно зарядовому числу атома, то есть 53. Количество нуклонов равно суммарному числу протонов и нейтронов, то есть 123,

Ответ: 53123.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 53123

#### ↑ Задание 20 № 2309 тип 20

Фотоэффект наблюдают, освещая поверхность металла светом с частотой  $\nu$ . При этом задерживающая разность потенциалов равна  $U$ . Частота света увеличилась на  $\Delta\nu = 2 \cdot 10^{14}$  Гц. Каково изменение задерживающей разности потенциалов? (Ответ выразите в вольтах, округлив до сотых.) Заряд электрона принять равным  $1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл, а постоянную Планка —  $6,6 \cdot 10^{-34}$  Дж·с.

#### Решение.

Запишем уравнение Эйнштейна для фотоэффекта для начальной частоты света  $h\nu = A_{\text{вых}} + eU$  и для измененной частоты  $h(\nu + \Delta\nu) = A_{\text{вых}} + e(U + \Delta U)$ . Вычтя из второго равенства первое, получим

соотношение:

$$h\Delta\nu = e\Delta U \Leftrightarrow \Delta U = \frac{h\Delta\nu}{e} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 2 \cdot 10^{14} \text{ Гц}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} \approx 0,83 \text{ В.}$$

Ответ: 0,83.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 0,83

↑ **Задание 21 № 3760 тип 21**

Для наблюдения фотоэффекта поверхность некоторого металла облучают светом, частота которого равна  $\nu$ . Затем частоту света увеличивают вдвое. Как изменятся следующие физические величины: длина волны падающего света, работа выхода электрона, максимальная кинетическая энергия вылетающих электронов?

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

Длина волны падающего света	Работа выхода электрона	Максимальная кинетическая энергия вылетающих электронов

**Решение.**

Длина волны связана с частотой излучения и скоростью света соотношением  $\lambda\nu = c$ . Следовательно, излучение с вдвое большей частотой имеет вдвое меньшую длину волны.

Согласно уравнению фотоэффекта Эйнштейна энергия фотона, пропорциональная частоте излучения, идет на работу выхода и на сообщение фотоэлектрону кинетической энергии:

$$E_{\text{фот}} = h\nu = A_{\text{вых}} + E_{\text{кин}}.$$

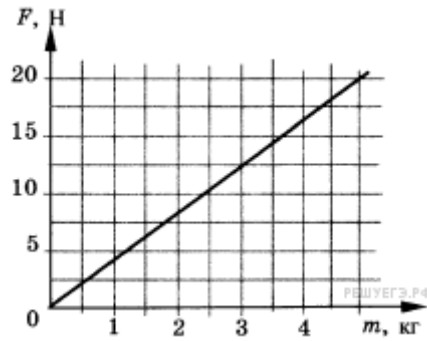
Работа выхода является характеристикой металла и не зависит от частоты падающего излучения, поэтому работа выхода останется неизменной. Следовательно, увеличение частоты света приведет к увеличению максимальной кинетической энергии вылетающих электронов.

Ответ: 231.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 231

↑ **Задание 22 № 8182 тип 22**

Космонавты исследовали зависимость силы тяжести от массы тела на открытой ими планете. Результаты измерений представлены в виде графика на рисунке. Погрешность измерения массы равна 0,1 кг, силы — 1,5 Н. Чему равна с учётом погрешности измерений масса тела, на которое действует сила тяжести, равная 12,5 Н? В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.

**Решение.**

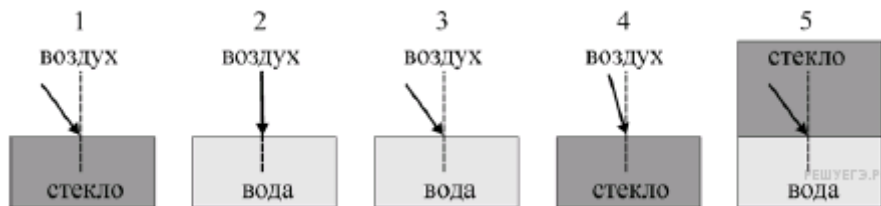
Точка на графике для силы тяжести 12,5 Н имеет значение массы 3 кг. По условию погрешность массы 0,1 кг. Масса тела равна  $(3,0 \pm 0,1)$  кг.

Ответ: 3,00,1.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 3,00,1

↑ **Задание 23 № 9098 тип 23**

Необходимо экспериментально обнаружить наличие зависимости угла преломления светового луча от угла его падения. Какие два опыта следует для этого провести?

**Решение.**

Для того, чтобы обнаружить наличие зависимости угла преломления светового луча от угла его падения необходимо провести два эксперимента, в которых будут отличаться только углы падения светового луча. Из изображенных рисунков это рисунки под номерами 1 и 4.

Ответ: 14.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 14

↑ **Задание 24 № 10196 тип 24**

Как известно, Эдвин Хаббл установил, что Вселенная расширяется. Выберите два утверждения, которые правильно описывают это явление.

- 1) Образовавшееся во время Большого взрыва жёсткое гамма-излучение регистрируется орбитальными телескопами в виде гамма-вспышек.
- 2) Причиной расширения Вселенной является большое количество антиматерии в галактиках.
- 3) Расширение Вселенной происходит с ускорением.
- 4) Все звёзды в нашей Галактике удаляются от Солнца.
- 5) Расстояние между достаточно удалёнными друг от друга объектами Вселенной со временем увеличивается.

**Решение.**

Расширение Вселенной — явление, состоящее в почти однородном и изотропном расширении космического пространства в масштабах всей Вселенной, выводимое через наблюдаемое с Земли космологическое красное смещение.

Проверим правильность утверждений.

1) Во время Большого взрыва плотность материи была очень высока и никакое излучение не могло ее покинуть. Утверждение 1 — неверно.

2) Расширение Вселенной — это следствие Большого взрыва, а не наличия большого количества антиматерии в галактиках. Утверждение 2 — неверно.

3) Наша Вселенная не просто расширяется, а расширяется с ускорением. Утверждение 3 — верно.

4) Звёзды Галактики не разлетаются друг от друга, а вращаются вокруг ядра Галактики. Утверждение 4 — неверно.

5) Расстояние между достаточно удалёнными друг от друга объектами Вселенной со временем увеличивается. Утверждение 5 — верно.

Ответ: 35.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 35

### ↑ Задание 25 № 10266 тип 25

Камень бросили вертикально вверх с начальной скоростью 15 м/с. Через какое минимальное время после броска кинетическая энергия камня уменьшится в 9 раз?

**Решение.**

Запишем уравнения для скорости камня после броска:

$$V = V_0 - gt.$$

Кинетическая энергия камня пропорциональна квадрату его скорости:  $\frac{mV^2}{2}$ . Так как кинетическая энергия уменьшается в 9 раз, то скорость камня уменьшается в 3 раза и будет составлять 5 м/с.

Минимальное время для достижения такого условия:  $t = \frac{V_0 - V}{g} = 1$  с.

Ответ: 1.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 1

### ↑ Задание 26 № 3280 тип 26

В области пространства, где находится частица с массой  $10^{-6}$  г и зарядом  $5 \cdot 10^{-13}$  Кл, создано однородное горизонтальное электрическое поле напряжённостью  $2 \cdot 10^5$  В/м. За какое время частица переместится на расстояние 4,5 см по горизонтали, если её начальная скорость равна нулю? Ответ приведите в секундах, округлите до сотых.

**Решение.**

Рассмотрим второй закон Ньютона для частицы в проекции на горизонтальную ось:  $qE = ma$ .

Отсюда определяем горизонтальное ускорение  $a = \frac{qE}{m} = \frac{5 \cdot 10^{-13} \text{ Кл} \cdot 2 \cdot 10^5 \text{ В/м}}{10^{-9} \text{ кг}} = 100 \text{ м/с}^2$ . Поскольку начальная скорость частицы равна нулю, её смещение по горизонтали определяется

выражением  $S = \frac{at^2}{2}$ . Следовательно, частица переместится на 4,5 см по горизонтали за

$$t = \sqrt{\frac{2S}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,045 \text{ м}}{100 \text{ м/с}^2}} = 0,03 \text{ с.}$$

Ответ: 0,03.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 0,03

↑ **Задание 27 № 6011 тип 27**

При радиоактивном распаде ядра  ${}^{226}_{88}\text{Ra}$  вылетает  $\alpha$ -частица. Известно, что в образце радия массой 1 мг каждую секунду распадаются  $3,7 \cdot 10^7$  ядер.  $\alpha$ -частицы вылетающие из этого образца за 2 часа, имеют суммарную энергию 205 мДж. Какую энергию имеет каждая  $\alpha$ -частица? Ответ приведите в кэВ с точностью  $\pm 100$  кэВ.

**Решение.**

Пусть  $E_1$  — энергия одной  $\alpha$ -частицы,  $N$  — число распадов ядер в секунду, а, значит, и число  $\alpha$ -частиц вылетающих из образца за одну секунду. Суммарная энергия вылетевших за час  $\alpha$ -частиц:

$$E_{\text{сумм}} = E_1 N t.$$

Следовательно энергия одной частицы:

$$E_1 = \frac{E}{Nt} = \frac{205 \cdot 10^{-3}}{3,7 \cdot 10^7 \cdot 7200} \approx 0,77 \cdot 10^{-12} \text{ Дж} \approx 4800 \text{ кэВ}.$$

Ответ: 4800 кэВ.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 4800

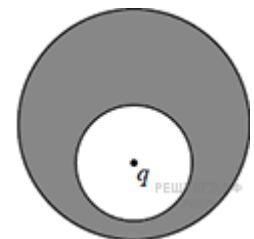
## Проверка части с развернутым ответом

Пожалуйста, оцените решения заданий части с развернутым ответом самостоятельно, руководствуясь указанными критериями.

### Задание 28 (С1) № 6466

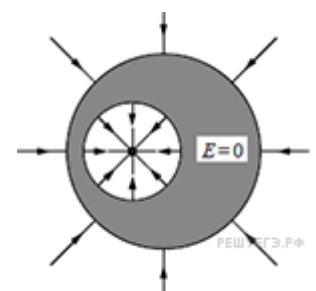
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае приведён схематический рисунок силовых линий в полости и снаружи шара, п. 1), и полное верное объяснение (в данном случае — п. 2-3) с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае — отсутствие электрического поля внутри проводника, поле точечного заряда, закон сохранения заряда шара).	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются следующие недостатки. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) ИЛИ Объяснения представлены не в полном объёме, или в них содержится один логический недочёт.	2
Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
<i>Максимальный балл</i>	3

В нижней половине незаряженного металлического шара находится крупная шарообразная полость, заполненная воздухом. Шар находится в воздухе вдали от других предметов. В центр полости помещён отрицательный точечный заряд  $q < 0$  (см. рисунок). Нарисуйте картину силовых линий электростатического поля внутри полости и снаружи шара. Если поле равно нулю, напишите в данной области:  $\vec{E} = 0$ . Если поле отлично от нуля, нарисуйте картину поля в данной области, используя восемь силовых линий.



#### Решение.

1. Приведён схематический рисунок картины силовых линий: внутри полости — семейство прямых лучей, исходящих из заряда и приходящих на поверхность полости по нормали; снаружи шара — семейство прямых лучей, исходящих с поверхности шара по нормали к ней и уходящих на бесконечность.



2. Внутри проводника — электростатическое поле  $E = 0$ . Поэтому поле в полости обладает центральной симметрией и выглядит как поле точечного заряда  $q < 0$ , находящегося в центре полости. Силовые линии этого поля

подходят по нормали к поверхности полости, где равномерно распределен положительный индуцированный заряд  $-q > 0$ .

3. На наружной поверхности шара находится (в силу нейтральности шара в целом) отрицательный заряд  $q < 0$ . В силу того, что внутри проводника  $\vec{E} = 0$ , а снаружи окружающие предметы расположены далеко от шара, этот заряд распределён по поверхности шара равномерно. Его поле вне шара выглядит как поле точечного заряда  $q < 0$ , расположенного в центре шара. Силовые линии отходят от шара по нормали к его поверхности.

### Задание 29 (С2) № 8878

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: закон Ампертона–Кулона, второй закон Ньютона и формулы кинематики);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги. И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи. ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p><i>Максимальный балл</i></p>	3

На шероховатую наклонную плоскость положили брусок (см. рисунок). Коэффициент трения бруска о плоскость равен  $\mu = 0,35$ , тангенс угла  $\alpha$  наклона плоскости к горизонту равен  $0,15$ . В первом случае бруску ударом придали скорость  $\vec{v}$ , направленную вдоль плоскости вверх, а во втором — вниз. Во сколько раз путь, пройденный бруском до остановки на наклонной плоскости во втором случае, будет больше, чем в первом?

**Решение.**

1. При движении вдоль наклонной плоскости на брусок массой  $m$  действуют сила тяжести  $mg$  (по вертикали вниз), сила нормального давления  $N$  плоскости на брусок (перпендикулярная плоскости) и сила трения скольжения вдоль плоскости, равная согласно закону Амонтона — Кулона  $\mu N$ .

2. Записывая второй закон Ньютона в проекциях на направления перпендикулярно плоскости и вдоль неё вниз, получаем в первом случае, когда брусок скользит вверх:

$$N = mg \cos \alpha, \quad ma = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha,$$

где ускорение  $\vec{a}$  направлено против начальной скорости и по модулю равно  $a = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$ .

3. Во втором случае сила трения меняет направление (брусок скользит вниз), и получаем

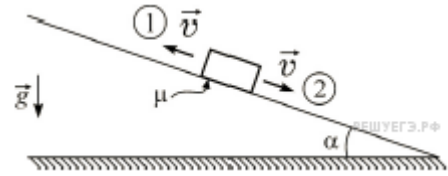
$$a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = g \cos \alpha (\operatorname{tg} \alpha - \mu) < 0,$$

поскольку по условию  $\operatorname{tg} \alpha = 0,15 < \mu = 0,35$ . Значит, ускорение по-прежнему направлено противоположно скорости, и брусок тормозится, но медленнее.

4. Согласно известной формуле из кинематики, путь тела до полной остановки при равнозамедленном движении  $s = \frac{v^2}{2a}$ .

5. Подставляя в это соотношение полученные выше выражения для ускорений с учётом их знаков, находим искомое отношение:  $\frac{s_2}{s_1} = \frac{|a_1|}{|a_2|} = \frac{\operatorname{tg} \alpha + \mu}{|\operatorname{tg} \alpha - \mu|} = \frac{0,5}{0,2} = 2,5$ .

Ответ: во втором случае путь бруска до остановки будет в 2,5 раза больше, чем в первом.

**Задание 30 (С3) № 6069**

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов, определение температуры, уравнение Клапейрона–Менделеева, первое начало термодинамики, выражения для внутренней энергии идеального одноатомного газа и для работы газа при изобарическом процессе); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу; IV) представлен правильный ответ.	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют. ИЛИ В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.). ИЛИ В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/ вычисления не доведены до конца. ИЛИ Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их	1



использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0
<i>Максимальный балл</i>	3

В цилиндре под поршнем находится 1 моль гелия в объёме  $V_1$  под некоторым давлением  $p$ , причём среднеквадратичная скорость движения атомов гелия равна  $u_1 = 500$  м/с. Затем объём гелия увеличивают до  $V_2$  таким образом, что при этом среднеквадратичная скорость движения атомов гелия увеличивается в  $n = 2$  раза, а отношение  $\frac{u^2}{V}$  в процессе остаётся постоянным ( $u$  — среднеквадратичная скорость газа,  $V$  — занимаемый им объём). Какое количество теплоты  $Q$  было подведено к гелию в этом процессе?

#### Решение.

Среднеквадратичная скорость молекул (атомов) идеального газа, согласно основному уравнению молекулярно-кинетической теории газов и определению температуры, равна  $u = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$ . Отсюда температура газа  $T = \frac{\mu u^2}{3R}$ . Давление газа, согласно уравнению состояния идеального газа, то есть уравнению Клапейрона — Менделеева, равно

$$p = \frac{\nu RT}{V} = \frac{\nu \mu u^2}{3V}.$$

В данном процессе, согласно условию, отношение  $\frac{u^2}{V} = \text{const}$ , откуда следует, что  $p = \text{const}$ , то есть что процесс — изобарический. Согласно первому началу термодинамики искомое количество теплоты  $Q = \Delta U + A$ , где изменение внутренней энергии гелия  $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$ , а работа газа при  $p = \text{const}$  равна  $A = p \Delta V = \nu R \Delta T$ . Таким образом,

$$Q = \frac{5}{2} \nu R \Delta T = \frac{5}{2} \nu R \Delta \left( \frac{\mu u^2}{3R} \right) = \frac{5}{6} \nu \mu \Delta(u^2) = \frac{5}{6} \nu \mu u_1^2 (n^2 - 1) = \frac{5}{6} \cdot 1 \cdot 0,004 \cdot 500^2 \cdot (2^2 - 1) = 2500 \text{ Дж}.$$

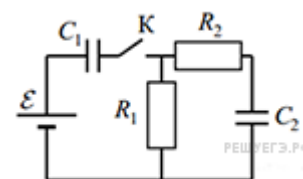
Ответ:  $Q = \frac{5}{6} \nu \mu u_1^2 (n^2 - 1) = 2,5$  кДж.

#### Задание 31 (С4) № 5631

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: формулы для работы сторонних сил в источнике тока для заряда и энергии конденсатора, закон сохранения энергии); II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений	3

<p>величин, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и(или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0
<p><i>Максимальный балл</i></p>	3

В цепи, изображённой на рисунке, ЭДС батареи равна 100 В; сопротивления резисторов:  $R_1 = 10 \text{ Ом}$  и  $R_2 = 6 \text{ Ом}$ , а ёмкости конденсаторов  $C_1 = 60 \text{ мкФ}$  и  $C_2 = 100 \text{ мкФ}$ . В начальном состоянии ключ  $K$  разомкнут, а конденсаторы не заряжены. Через некоторое время после замыкания ключа в системе установится равновесие. Какое количество теплоты выделится в цепи к моменту установления равновесия?



### Решение.

1. После установления равновесия ток через резисторы прекратится, конденсатор  $C_1$  будет заряжен до напряжения, равного ЭДС батареи, а  $C_2$  — разряжен (его пластины соединены между собой через резисторы):  $U_{1max} = \varepsilon$ ,  $U_{2max} = 0$ . При этом через батарею пройдёт заряд  $q = C_1 \varepsilon$ .

2. Энергия заряженного конденсатора  $C_1$  равна  $W$ :

$$W = C_1 \frac{\varepsilon^2}{2}.$$

3. Работа сторонних сил источника тока пропорциональна заряду, прошедшему через него:  $A = q\varepsilon = C_1 \varepsilon^2$ . Эта работа переходит в энергию конденсаторов и теплоту:

$$Q = A - W = C_1 \frac{\varepsilon^2}{2}.$$

4. Подставляя значения физических величин, получим  $Q = 0,3 \text{ Дж}$ .

Ответ:  $Q = 0,3 \text{ Дж}$ .

**Задание 32 (С5) № 6945**

<b>Критерии оценивания выполнения задания</b>	<b>Баллы</b>
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (<i>в данном случае – формула для мощности излучения, попадающего на известную площадь; выражения для количества теплоты, поглощаемого водой при её нагревании и испарении; формула для связи энергии и мощности</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу;</p> <p>IV) представлен правильный ответ</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV или в нём допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <b>одному</b> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи и получение ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует <b>одна</b> из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В <b>одной</b> из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0
<p><i>Максимальный балл</i></p>	3

Мальчик, занимавшийся весной на улице выжиганием по дереву при помощи фокусировки солнечного света лупой, случайно забрызгал деревянную поверхность, и на ней появились капли воды объёмом  $V = 1 \text{ мм}^3$ . Сколько времени займёт испарение одной такой капли, если солнечная постоянная равна  $C = 1,4 \text{ кВт/м}^2$ , диаметр лупы  $D = 5 \text{ см}$ , начальная температура капель близка к  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  и весь сфокусированный лупой свет поглощается каплей?

*Справка:* Солнечная постоянная – это энергия излучения Солнца, попадающая в единицу времени на единицу площади при нормальном падении солнечного света.

**Решение.**

Удельная теплоемкость воды равна  $c_{\text{в}} = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$ , удельная теплота парообразования воды равна  $\lambda = 2\,300\,000 \text{ Дж/кг}$ , плотность воды равна  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ .

Подсчитаем энергию, необходимую для нагревания и испарения капли:

$$E = \rho V [c_B \cdot (100 - 0) + \lambda] = 1000 \cdot 10^{-9} \cdot (4200 \cdot 100 + 2\,300\,000) = 10^{-6} \cdot 2,72 \cdot 10^6 = 2,72 \text{ Дж.}$$

Мощность излучения, падающего на каплю, равна той, что попадает на линзу:

$$P = C \cdot \frac{\pi D^2}{4} \approx 1400 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,05^2}{4} \approx 2,75 \text{ Вт.}$$

Время испарения капли, таким образом, равно  $t = \frac{E}{P} = \frac{2,72}{2,75} \approx 0,989 \approx 1,0 \text{ с.}$

Ответ:  $t \approx 1,0 \text{ с.}$