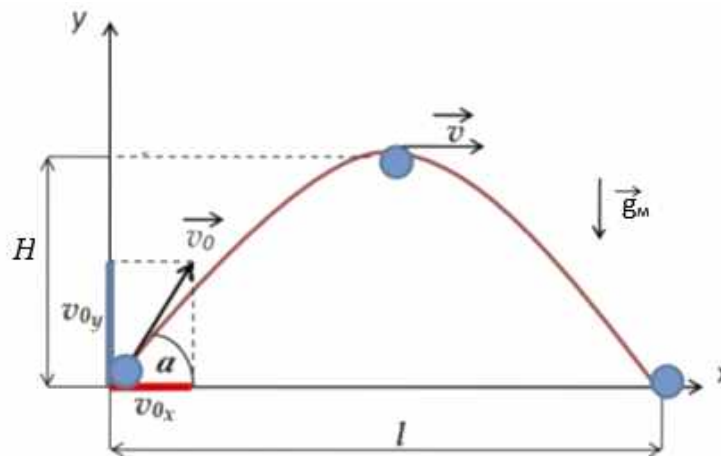


10 класс

Задача 1.

Илон Маск отправляется на Марс и помимо прочего берет с собой пружинные весы, гирию массой $m = 1$ кг и идеальный блок. Опустившись на поверхность Марса, он набирает грунт в очень легкий герметичный пакет, который растягивает пружину на весах при взвешивании до отметки 1 кг. Затем он подвешивает гирию и пакет с грунтом к нити, перекинутой через блок, и обнаруживает, что пакет опускается с ускорением $a = 1,7$ м/с². Илон Маск не помнит точную величину ускорения свободного падения на Марсе, но уверен, что она составляет не более 4,5 м/с². На какую максимальную высоту над поверхностью Марса сможет подняться Илон Маск в скафандре если он прыгнет с ровной поверхности под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту с начальной скоростью $v_0 = 2,5$ м/с? Сопротивлением марсианского воздуха можно пренебречь. Ускорение свободного падения на Земле принять равным 10 м/с².

Решение:



g_M – ускорение свободного падения на Марсе

Поведение Илона Маска на Марсе описывается системой уравнений:

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2}$$

$$v_y = v_{0y} + g_y t$$

Условия движения:

$y=H$ при подъеме на максимальную высоту

$$v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha$$

$$g_y = -g_M$$

$$v_y = 0$$

С учетом условий движения уравнения перепишутся:

$$H = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{g_M t^2}{2}$$

$$0 = v_0 \cdot \sin \alpha - g_M \cdot t \rightarrow t = \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g_M} - \text{время подъема Илона Маска на максимальную высоту.}$$

С учетом формулы времени, получим конечную зависимость для максимальной высоты подъема:

$$H = v_0 \cdot \sin \alpha \cdot \frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g_M} - \frac{g_M \left(\frac{v_0 \cdot \sin \alpha}{g_M} \right)^2}{2} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g_M} - \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g_M} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g_M}$$

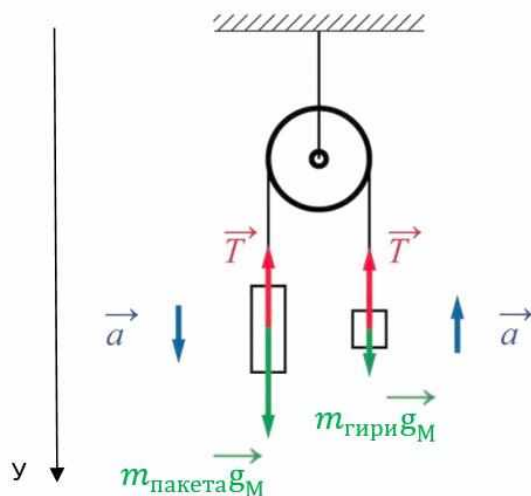
Удлинение пружины на Земле и на Марсе одинаково (по условию задачи) и подчиняется закону Гука $F_{\text{упр}} = k\Delta l$.

$$F_{\text{упрЗ}} = F_{\text{упрМ}}$$

$$F_{\text{упрЗ}} = m_{\text{гири}} g_З$$

$$F_{\text{упрМ}} = m_{\text{пакета}} g_M$$

$$\text{Следовательно, } m_{\text{гири}} g_З = m_{\text{пакета}} g_M \rightarrow \frac{m_{\text{пакета}}}{m_{\text{гири}}} = \frac{g_З}{g_M}.$$



Запишем систему уравнений для системы пакет с грунтом и гири:

$$\begin{cases} m_{\text{пакета}} g_M - T = m_{\text{пакета}} \cdot a \\ m_{\text{гири}} g_M - T = -m_{\text{гири}} \cdot a \end{cases} \quad / \cdot (-1)$$

$$\begin{cases} m_{\text{пакета}} g_M - T = m_{\text{пакета}} \cdot a \\ -m_{\text{гири}} g_M + T = m_{\text{гири}} \cdot a \end{cases}$$

$$m_{\text{пакета}} g_M - T - m_{\text{гири}} g_M + T = m_{\text{пакета}} \cdot a + m_{\text{гири}} \cdot a$$

$$m_{\text{пакета}} g_M - m_{\text{гири}} g_M = m_{\text{пакета}} \cdot a + m_{\text{гири}} \cdot a \quad / : m_{\text{гири}}$$

$$\frac{m_{\text{пакета}} g_M}{m_{\text{гири}}} - \frac{m_{\text{гири}} g_M}{m_{\text{гири}}} = \frac{m_{\text{пакета}} \cdot a}{m_{\text{гири}}} + \frac{m_{\text{гири}} \cdot a}{m_{\text{гири}}}$$

$$\frac{m_{\text{пакета}} g_M}{m_{\text{гири}}} - g_M = \frac{m_{\text{пакета}} \cdot a}{m_{\text{гири}}} + a \quad / \text{ заменим } \frac{m_{\text{пакета}}}{m_{\text{гири}}} = \frac{g_З}{g_M}$$

$$\frac{g_З}{g_M} g_M - g_M = \frac{g_З}{g_M} a + a \quad / \cdot g_M$$

$$g_З \cdot g_M - g_M^2 = g_З \cdot a + g_M \cdot a$$

$$10 \cdot g_M - g_M^2 = 10 \cdot 1,7 + g_M \cdot 1,7$$

$$g_M^2 - 8,3 \cdot g_M + 17 = 0$$

$$D = (-8,3)^2 - 4 \cdot 1 \cdot 17 = 0,89$$

$$\sqrt{D} = 0,943$$

$$g_{M1} = \frac{8,3 + 0,943}{2} \approx 4,62 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} - \text{исключим данное значение, как не удовлетворяющее условию задачи (более } 4,5 \text{ м/с}^2\text{)}.$$

$$g_{M2} = \frac{8,3 - 0,943}{2} \approx 3,7 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Воспользуемся ранее выведенной формулой для максимальной высоты подъема $H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g_m}$.

Подставим в нее полученное значение $g_{M2} \approx 3,7 \frac{м}{с^2}$.

$$H = \frac{2,5^2 \sin^2 60^\circ}{2 \cdot 3,7} \approx 0,63 \text{ м}$$

Критерии оценивания

Записана формула для нахождения времени подъема на максимальную высоту	1
Сделан вывод формулы для расчета максимальной высоты подъема	1
Получено соотношение $\frac{m_{\text{пакета}}}{m_{\text{гири}}} = \frac{g_3}{g_m}$	1
Сделан рисунок с указанием сил действующих на груз и пакета с грунтом на Марсе	1
Записан закон Гука $F_{\text{упр}} = k\Delta l$ для условий на Земле и Марсе	1
Записан второй закон Ньютона для груза и пакета с грунтом	1
Представлено решение системы уравнений для груза и пакета с грунтом	1
Получено значение $g_{M1} \approx 4,62 \frac{м}{с^2}$ и сделано его исключение из решения (более $4,5 \text{ м/с}^2$)	1
Получено значение $g_{M2} \approx 3,7 \frac{м}{с^2}$	1
Рассчитана максимальная высота подъема $H = 0,63 \text{ м}$	1
ИТОГО	10

Задача 2.

Юный экспериментатор налил $V_1 = 1,5$ л холодной воды в чайник с нагревательным элементом мощностью $P = 2000$ Вт и включил его. Когда вода закипела, чайник автоматически отключился. При этом некоторое количество тепловой энергии рассеялось в комнате, температура воздуха в которой составляет 20°C . Экспериментатор через $\tau_1 = 55$ с снова включил чайник, а ещё через $\tau_2 = 6$ с воды закипела, и чайник выключился. Сразу после этого его ещё раз включили, но сняв крышку. Автоматический выключатель, срабатывающий под давлением пара, перестал действовать, и вода из чайника начала выкипать. Через $\tau_3 = 264$ с после последнего включения экспериментатор измерил объём оставшейся воды. Он оказался равным $V_2 = 1,3$ л. Каково значение удельной теплоты парообразования воды по данным опыта? Удельная теплоёмкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·°C), плотность $\rho = 1000$ кг/м³. Теплоёмкостью чайника пренебречь.

Решение:

Работа совершенная электрическим током при нагреве воды в чайнике определяется по формуле: $A = \frac{P}{\tau}$.

В процессе работы чайника он нагревал воду до температуры кипения и кипятил ее. Эти процессы подчиняются уравнениям: $Q = cm\Delta t$ и $Q = Lm$.

$$Q_{\text{от2}} = P \cdot \tau_2$$

$Q_{\text{от2}}$ – количество теплоты отданное чайником в окружающую среду до второго включения на время τ_2 . Это количество теплоты ушло на то, чтобы компенсировать потери энергии в окружающую среду после первого закипания.

$$Q_{\text{от}} = k_1(\tau_1 + \tau_2) \quad (1)$$

Количество теплоты, отдаваемое чайником в окружающую среду прямо пропорционально времени. Чайник теряет тепловую энергию на протяжении времени $(\tau_1 + \tau_2)$, где τ_1 – время первого отключения чайника, τ_2 – время второго включения чайника, а k_1 – коэффициент теплоотдачи, зависящий от разности температур чайника и окружающей среды.

После последнего включения экспериментатор измерил объём оставшейся воды.

Согласно закону сохранения энергии с учетом тепловых потерь

$$Q_3 = Q_{\text{от3}} + Q_{\text{пар}} \quad (2)$$

При кипении открытого чайника работа электрического тока Q_3 складывается из количества теплоты, необходимого для парообразования воды $Q_{\text{пар}}$ и количества теплоты, отдаваемого в окружающую среду $Q_{\text{от3}}$.

$$Q_{\text{от3}} = P \cdot \tau_3$$

$$Q_2 = k_2 \cdot \tau_3$$

$$Q_3 = L(m_1 - m_2)$$

$$\text{Тогда } P \cdot \tau_3 = k_2 \cdot \tau_3 + L(m_1 - m_2) \quad (3)$$

$k_2 \cdot \tau_3$ – количество теплоты, потерянное в окружающую среду во время кипения.

Оценим коэффициенты теплоотдачи k_1 и k_2 . Согласно закону сохранения энергии $Q_1 = Q_{\text{от2}}$, где $Q_1 = cm_1\Delta t$ – нагрев воды за 6 секунд.

$$cm_1\Delta t = P \cdot \tau_2 \rightarrow \Delta t = \frac{P \cdot \tau_2}{cm_1}, \text{ где } m_1 = \rho \cdot V_1, \text{ тогда}$$

$$\Delta t = \frac{P \cdot \tau_2}{c \cdot \rho \cdot V_1} = \frac{2000 \cdot 6}{4200 \cdot 1000 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3}} \approx 1,9 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

$\Delta t \approx 1,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$, значение незначительное по сравнению с температурой кипения $100 \text{ }^{\circ}\text{C}$ и комнатной температурой $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Следовательно, разность температур чайника и окружающей среды изменяется не существенно, и поэтому можно считать, что $k_1 = k_2$.

$$\begin{cases} P \cdot \tau_2 = k_1(\tau_1 + \tau_2) \\ P \cdot \tau_3 = k_2 \cdot \tau_3 + L(m_1 - m_2) \\ k_1 = k_2 \end{cases} \quad (4)$$

$$\begin{cases} k_1 = \frac{P \cdot \tau_2}{\tau_1 + \tau_2} \\ P \cdot \tau_3 = k_1 \cdot \tau_3 + L(\rho \cdot V_1 - \rho \cdot V_2) \end{cases}$$

$$P \cdot \tau_3 = \frac{P \cdot \tau_2}{\tau_1 + \tau_2} \cdot \tau_3 + L \cdot \rho(V_1 - V_2)$$

$$P \cdot \tau_3 - \frac{P \cdot \tau_2}{\tau_1 + \tau_2} \cdot \tau_3 = L \cdot \rho(V_1 - V_2)$$

$$L = \frac{P \cdot \tau_3 - \frac{P \cdot \tau_2}{\tau_1 + \tau_2} \cdot \tau_3}{\rho(V_1 - V_2)} = \frac{2000 \cdot 264 - \frac{2000 \cdot 6}{55 + 6} \cdot 264}{1000 \cdot (1,5 \cdot 10^{-3} - 1,3 \cdot 10^{-3})} \approx 2\,380\,328 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \approx 2,4 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$$

Критерии оценивания

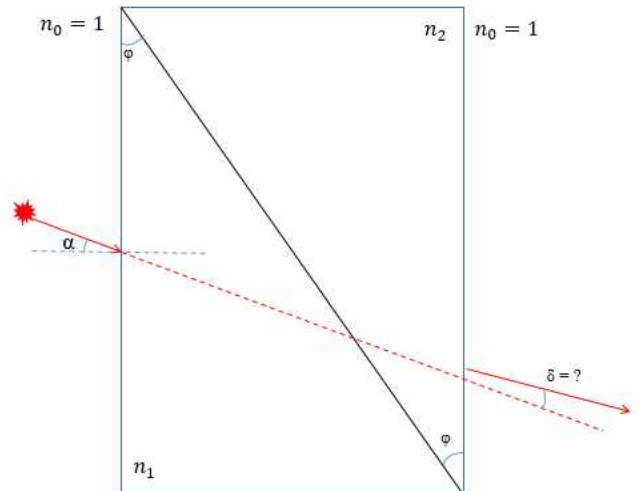
Записаны формулы $A = \frac{P}{\tau}$, $Q = cm\Delta t$ и $Q = Lm$	1
Записано уравнение для нагрева воды за 6 секунд $Q_1 = cm_1\Delta t$	1
Указано, что отданное в окружающую среду количество теплоты прямо пропорционально времени $Q_{от} = k_1(\tau_1 + \tau_2)$	1
Записано выражение для количества теплоты отданного чайником в окружающую среду до второго включения $Q_{от2} = P \cdot \tau_2$	1
Записан закон сохранения энергии с учетом тепловых потерь $Q_3 = Q_{пар} + Q_{от3}$	1
Получено значение для изменения температуры воды в чайнике между первым и последним включениями $\Delta t \approx 1,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$.	1
Обосновано равенство k_1 и k_2	1
Записана система уравнений (4)	1
Представлен математический вывод и получено выражение для расчета удельной теплоты парообразования	1
Получен верный численный ответ для удельно теплоты парообразования	1
ИТОГО	10

Задача 3.

Узкий пучок света падает из воздуха под углом $\alpha = 4^\circ$ на поверхность плоскопараллельной пластины, склеенной из двух плотно прижатых друг к другу клиньев с углом при вершине $\varphi = 3^\circ$. Разность абсолютных показателей преломления материалов, из которых они изготовлены $\Delta n = n_2 - n_1 = 0,5$.

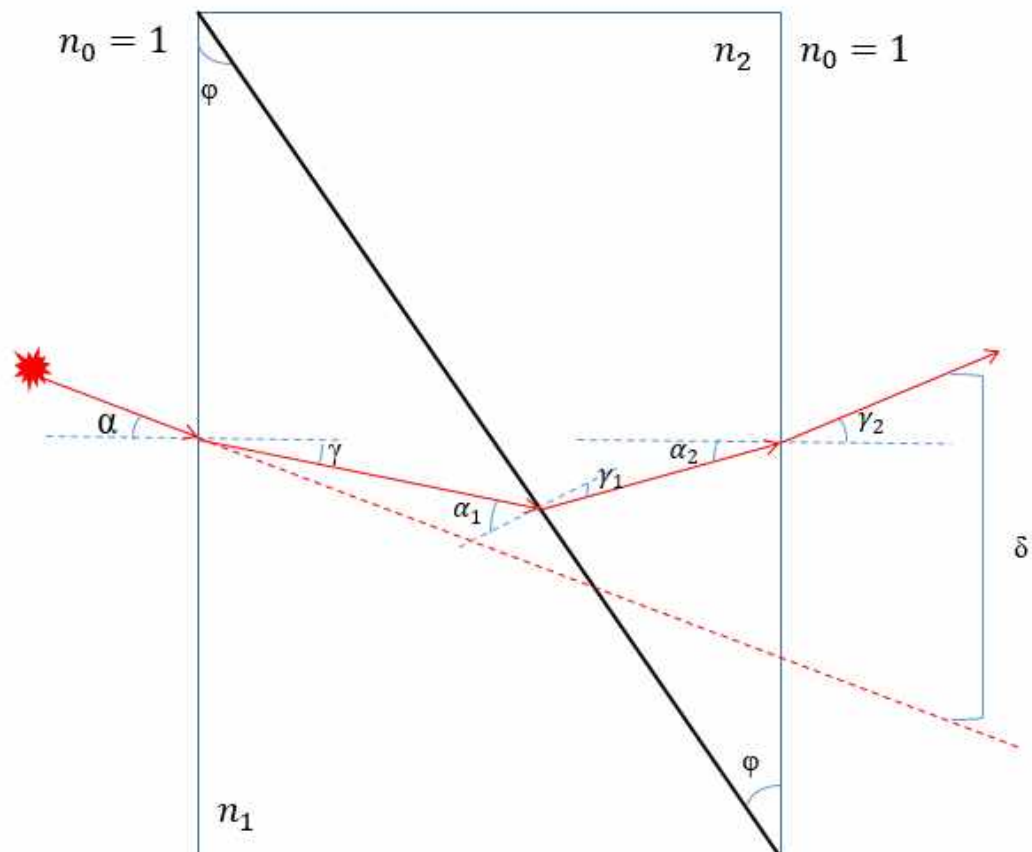
Под каким углом к первоначальному направлению выйдет пучок из пластины? При расчетах учесть, что для малых углов, заданных в радианах, $\operatorname{tg} \alpha \approx \sin \alpha \approx \alpha$.

Сделайте рисунок, поясняющий решение.



Решение:

Луч света из пучка света при прохождении пластины испытывает на границах раздела преломление трижды.



1 преломление на границе воздух–стекло первого клина:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = \frac{n_1}{n_0}, \text{ так как } n_0 = 1, \text{ то } \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = n_1$$

$$\sin \gamma = \frac{\sin \alpha}{n_1} \rightarrow \gamma \approx \frac{\alpha}{n_1} \quad (\text{так как малый угол})$$

2 преломление на границе первого и второго клина:

$$\alpha_1 = \gamma + \varphi = \frac{\alpha}{n_1} + \varphi$$

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \gamma_1} = \frac{n_2}{n_1} \rightarrow \gamma_1 \approx \alpha_1 \cdot \frac{n_1}{n_2} \rightarrow \gamma_1 = \left(\frac{\alpha}{n_1} + \varphi \right) \cdot \frac{n_1}{n_2} = \frac{\alpha}{n_2} + \varphi \cdot \frac{n_1}{n_2}$$

3 преломление на границе второй клин-воздух:

$$\alpha_2 = \frac{\pi}{2} - \left(\pi - \gamma_1 - \left(\frac{\pi}{2} - \varphi \right) \right) = \frac{\pi}{2} - \pi + \gamma_1 + \frac{\pi}{2} - \varphi = \gamma_1 - \varphi$$

$$\begin{aligned} \alpha_2 = \gamma_1 - \varphi &= \frac{\alpha}{n_2} + \varphi \cdot \frac{n_1}{n_2} - \varphi = \frac{\alpha}{n_2} + \varphi \left(\frac{n_1}{n_2} - 1 \right) = \frac{\alpha}{n_2} + \varphi \left(\frac{n_1 - n_2}{n_2} \right) = \\ &= \frac{\alpha}{n_2} + \varphi \left(\frac{-\Delta n}{n_2} \right) = \frac{\alpha}{n_2} - \varphi \cdot \frac{\Delta n}{n_2} \end{aligned}$$

$$\frac{\sin \alpha_2}{\sin \gamma_2} = \frac{n_0}{n_2}, \text{ так как } n_0 = 1, \text{ то } \frac{\sin \alpha_2}{\sin \gamma_2} = \frac{1}{n_2} \rightarrow \frac{\alpha_2}{\gamma_2} = \frac{1}{n_2}$$

$$\gamma_2 = \alpha_2 \cdot n_2 = \left(\frac{\alpha}{n_2} - \varphi \cdot \frac{\Delta n}{n_2} \right) \cdot n_2 = \alpha - \varphi \cdot \Delta n$$

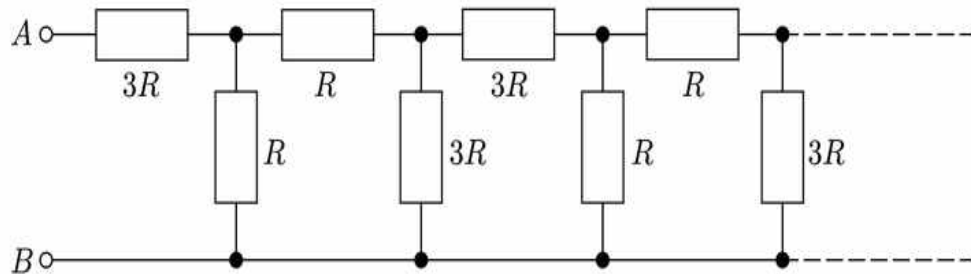
$\delta = \alpha - \gamma_2 = \alpha - (\alpha - \varphi \cdot \Delta n) = \alpha - \alpha + \varphi \cdot \Delta n = \varphi \cdot \Delta n = 3^0 \cdot 0,5 = 1,5^0$ – угол отклонения светового пучка относительно его первоначального направления.

Критерии оценивания

Выполнено построение рисунка с указанием хода лучей	3
Записан закон преломления света на 1 границе (воздух-стекло первого клина)	1
Записан закон преломления света на 2 границе (первого и второго клина)	1
Записан закон преломления света на 3 границе (второй клин-воздух)	1
Получено выражение для расчета γ_1	1
Получено выражение для расчета γ_2	1
Получена зависимость для $\delta = \varphi \cdot \Delta n$	1
Получен правильный ответ для $\delta = 1,5^0$ угла отклонения светового пучка относительно его первоначального направления.	1
ИТОГО	10

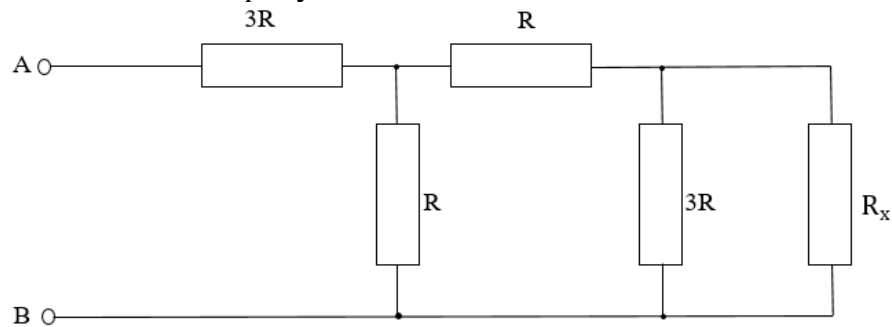
Задача 4.

Очень длинная электрическая цепь из одинаковых звеньев состоит из резисторов сопротивлениями R и $3R$, соединенных так как показано на рисунке. Найти ее сопротивление между контактами АВ. Рассчитать значение величины, при $R=2$ Ом. Ответ округлить до сотых.



Решение:

Так как цепь состоит из большого числа повторяющихся участков, то ее можно перерисовать как показано на рисунке.



Параллельное соединение резисторов $3R$ и R_x определим по формуле:

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{3R} + \frac{1}{R_x} = \frac{3R + R_x}{3R \cdot R_x}$$
$$R_1 = \frac{3R \cdot R_x}{3R + R_x}$$

Последовательное соединение резисторов R_1 и R определим по формуле:

$$R_2 = R_1 + R$$

Параллельное соединение резисторов R и R_2 определим по формуле:

$$R_3 = \frac{R \cdot R_2}{R + R_2}$$

Последовательное соединение резисторов R_3 и $3R$ определим по формуле:

$$R_x = R_3 + 3R$$

Так как цепь состоит из большого числа участков, то $R_{AB} \approx R_x$

$$R_x = \frac{R \cdot R_2}{R + R_2} + 3R = \frac{R \cdot (R_1 + R)}{R + R_1 + R} + 3R = \frac{R \cdot \left(\frac{3R \cdot R_x}{3R + R_x} + R \right)}{R + \frac{3R \cdot R_x}{3R + R_x} + R} + 3R$$

$$R_x = \frac{\frac{R3R \cdot R_x}{3R + R_x} + R^2}{2R + \frac{3R \cdot R_x}{3R + R_x}} + 3R$$

$$R_x = \frac{(3R^2 \cdot R_x + R^2 \cdot (3R + R_x)) \cdot (3R + R_x)}{(3R + R_x) \cdot (2R(3R + R_x) + 3R \cdot R_x)} + 3R \quad / \text{сократим на } (3R + R_x)$$

$$R_x = \frac{3R^2 \cdot R_x + R^2 \cdot (3R + R_x)}{2R(3R + R_x) + 3R \cdot R_x} + 3R \quad / \text{сократим на } R \text{ и упростим знаменатель}$$

$$R_x = \frac{3R \cdot R_x + 3R^2 + R \cdot R_x}{6R + 2R_x + 3R_x} + 3R$$

$$R_x = \frac{4R \cdot R_x + 3R^2}{6R + 5R_x} + 3R = \frac{4R \cdot R_x + 3R^2 + 3R(6R + 5R_x)}{6R + 5R_x}$$

$$R_x \cdot (6R + 5R_x) = 4R \cdot R_x + 3R^2 + 18R^2 + 15R R_x$$

$$6R \cdot R_x + 5R_x^2 - 4R \cdot R_x - 3R^2 - 18R^2 - 15R \cdot R_x = 0-3$$

$$5R_x^2 - 21R^2 - 13R \cdot R_x = 0$$

Решим квадратное уравнение:

$$D = (-13R)^2 - 4 \cdot 5 \cdot 21R^2 = 589R^2$$

$$R_{x1-2} = \frac{13R \pm R\sqrt{589}}{10} = R \cdot \frac{13 \pm \sqrt{589}}{10}$$

Выбираем положительное значение корня квадратного.

$$R_x = R \cdot \frac{13 \pm \sqrt{589}}{10} = 20 \cdot \frac{13 \pm \sqrt{589}}{10} \approx 7,45 \text{ Ом}$$

Критерии оценивания

Записано выражение для расчета R_1	1
Записано выражение для расчета R_2	1
Записано выражение для расчета R_3	1
Записано выражение для расчета R_x	1
Указано, что $R_{AB} \approx R_x$	1
Получено выражение для расчета R_x	3
Представлено решение квадратного уравнения и обоснован выбор квадратного корня удовлетворяющего условию задачи	1
Расчет значения R_x	1
ИТОГО	10

Задача 5.

Плотность смеси азота и кислорода при температуре $T = 290 \text{ К}$ и давлении $p_0 = 10^5 \text{ Па}$ равна $\rho_0 = 1,2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Найдите концентрации n_1 и n_2 молекул азота и кислорода в смеси. Молярная масса азота $M_1 = 28 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$, кислорода $M_2 = 32 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$. Постоянная Больцмана $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$, универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$. Газы считать идеальными. Общее давление газа принять равным сумме давлений каждого газа образующих смесь. ($R = k \cdot N_a$, где N_a – постоянная Авогадро, $p = nkT$).

Решение:

$$\text{Масса смеси газов: } m_{\text{см}} = m_1 + m_2 \quad (1)$$

Воспользуемся формулой плотности вещества: $\rho = \frac{m}{V}$ для определения массы $m = \rho V$, тогда уравнение для массы смеси газов переписывается $\rho_0 V = \rho_1 V + \rho_2 V$, сократив объем, получим формулу плотности для смеси газов $\rho_0 = \rho_1 + \rho_2$. (2)

Давление смеси газов: $p_0 = p_1 + p_2$, где давление каждого газа рассчитывается по формуле $p = nkT$, тогда $p_0 = n_1 kT + n_2 kT$ (3)

Концентрация рассчитывается по формуле: $n = \frac{N}{V}$

Плотность вещества получим через массу одной молекулы и концентрацию вещества: $\rho = \frac{m}{V} = m_0 \cdot \frac{N}{V} = m_0 \cdot n$

Молярная масса вещества определяется по формуле: $M = m_0 \cdot N_a$.
 $R = k \cdot N_a$, тогда $N_a = \frac{R}{k}$.

Массу одной молекулы рассчитаем по формуле:

$$m_0 = \frac{M}{N_a} = \frac{M}{\frac{R}{k}} = \frac{M \cdot k}{R} \quad (4),$$

подставим значение m_0 в уравнение плотности вещества $\rho = m_0 \cdot n = \frac{M \cdot k}{R} \cdot n$.

$$\text{Тогда } \rho_0 = \rho_1 + \rho_2 = \frac{M_1 \cdot k}{R} \cdot n_1 + \frac{M_2 \cdot k}{R} \cdot n_2 \quad (5)$$

$$\begin{cases} p_0 = n_1 kT + n_2 kT \\ \rho_0 = \frac{M_1 \cdot k}{R} \cdot n_1 + \frac{M_2 \cdot k}{R} \cdot n_2 \end{cases} \quad (6)$$

$$\begin{cases} p_0 - n_1 kT = n_2 kT \\ \rho_0 = \frac{M_1 \cdot k}{R} \cdot n_1 + \frac{M_2 \cdot k}{R} \cdot n_2 \end{cases}$$

Решая систему (6) получим выражения для n_2 и n_1 :

$$n_2 = \frac{p_0 - n_1 kT}{kT} = \frac{p_0}{kT} - n_1$$

$$\rho_0 = \frac{M_1 \cdot k}{R} \cdot n_1 + \frac{M_2 \cdot k}{R} \cdot \left(\frac{p_0}{kT} - n_1 \right) = \frac{M_1 \cdot k}{R} \cdot n_1 + \frac{M_2 \cdot k}{R} \cdot \frac{p_0}{kT} - \frac{M_2 \cdot k}{R} \cdot n_1$$

$$\rho_0 - \frac{M_2 \cdot p_0}{R \cdot T} = \frac{M_1 \cdot k}{R} \cdot n_1 - \frac{M_2 \cdot k}{R} \cdot n_1$$

$$\rho_0 - \frac{M_2 \cdot p_0}{R \cdot T} = \frac{k}{R} \cdot n_1 (M_1 - M_2)$$

$$n_1 = \frac{\rho_0 - \frac{M_2 \cdot p_0}{R \cdot T}}{\frac{k}{R} \cdot (M_1 - M_2)} = \frac{1,2 - \frac{32 \cdot 10^{-3}}{8,31} \cdot \frac{1 \cdot 10^5}{290}}{\frac{1,38 \cdot 10^{-23}}{8,31} \cdot (28 \cdot 10^{-3} - 32 \cdot 10^{-3})} = 1,92 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$$

$$n_2 = \frac{p_0}{kT} - n_1 = \frac{1 \cdot 10^5}{1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 290} - 1,92 \cdot 10^{25} = 0,57 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$$

Критерии оценивания

Записано уравнение (1) для массы смеси газов	1
Записано уравнение (2) для плотности смеси газов	1
Записано уравнение (3) давления смеси газов	1
Записана формула (4) для расчета массы одной молекулы	1
Записано уравнение (5) плотности для смеси газов после преобразований	1
Составлена система уравнений (6)	1
Выполнены математические преобразования с системой (6) и получено выражение для расчета величины n_1	1
Рассчитано значение n_1	1
Выполнены математические преобразования и получено выражение для расчета величины n_2	1
Рассчитано значение n_2	1
ИТОГО	10