

Задание 1

Дано:

$$\ell = 6 \text{ м}$$

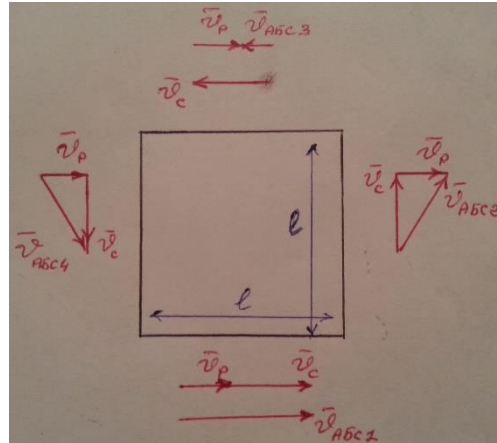
$$n = \frac{v_c}{v_p} = \frac{4}{3}$$

L - ?

S - ?

Возможное решение и критерии

Поясняющий рисунок



1 балл

В системе отсчёта, связанной с плотом, вода неподвижна, и собака проплывёт вокруг плота за время

$$t = \frac{4\ell}{v_c} \quad (1)$$

2 балла

За это время перемещение плота составит $S = v_p t$ (2)
Таким будет и перемещение собаки относительно берегов реки

$$(1) \rightarrow (2) : \quad S = 4\ell \frac{v_p}{v_c} = \frac{4}{n} \ell = 18 \text{ м по течению реки}$$

3 балла

В системе отсчёта, связанной с берегами, путь собаки

$$L = v_{abc1} \frac{t}{4} + v_{abc2} \frac{t}{4} + v_{abc3} \frac{t}{4} + v_{abc4} \frac{t}{4}$$

$$L = (v_{abc1} + v_{abc2} + v_{abc3} + v_{abc4}) \frac{t}{4}$$

$$L = (v_c + v_p + \sqrt{v_c^2 + v_p^2} + v_c - v_p + \sqrt{v_c^2 + v_p^2}) \frac{t}{4}$$

$$L = (v_c + \sqrt{v_c^2 + v_p^2}) \frac{t}{2} \quad (3)$$

3 балла

$$(1) \rightarrow (3) : \quad \dots \quad L = 2 \left(1 + \sqrt{1 + \frac{1}{n^2}} \right) \ell = 27 \text{ м}$$

1 балл

Ответ : $L = 2 \left(1 + \sqrt{1 + \frac{1}{n^2}} \right) \ell = 27 \text{ м}$; $S = \frac{4}{n} \ell = 18 \text{ м по течению реки}$

Задание 2

Дано:

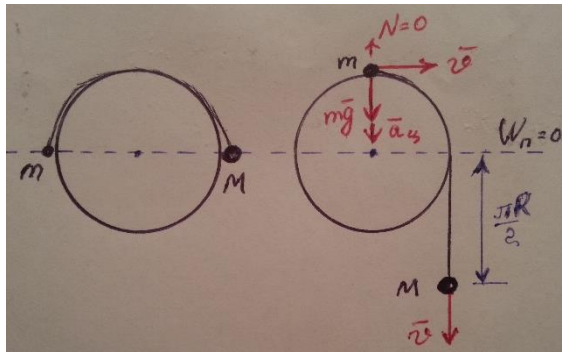
$$\ell = \pi R$$

m

$M - ?$

Возможное решение и критерии

Поясняющий рисунок



1 балл

По закону сохранения энергии :

$$0 = \frac{(m+M)v^2}{2} + mgR + Mg(-\frac{1}{2}\pi R) \Rightarrow \frac{v^2}{R} = \frac{g}{M+m} (\pi M - 2m) \quad (1)$$

4 балла

По 2 закону Ньютона для m в момент отрыва вдоль вертикали :

$$mg = m\frac{v^2}{R} ; \quad g = \frac{v^2}{R} \quad (2)$$

4 балла

$$(1) \rightarrow (2) : \dots\dots\dots M = \frac{3}{\pi - 1} m \approx 1,4 m$$

1 балл

Ответ : $M = \frac{3}{\pi - 1} m \approx 1,4 m$

Задание 3

Дано:

$$\ell = 60 \text{ см}$$

$$n = \frac{p_{\text{уг}}}{p_{\text{к}}} = 2$$

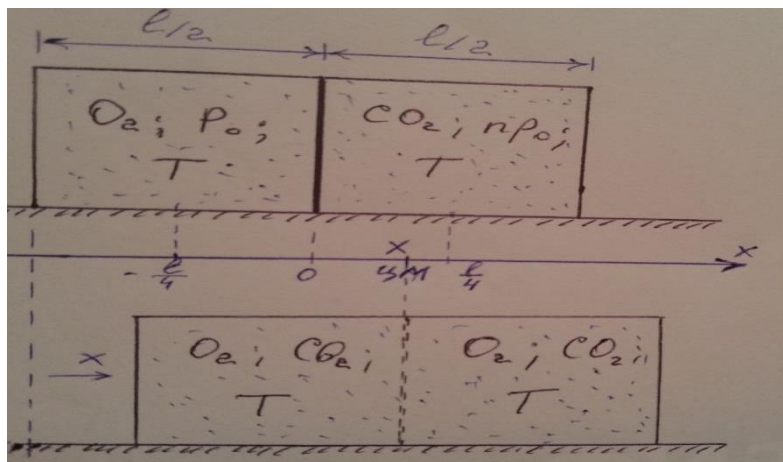
$$\mu_{\text{к}} = 32 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

$$\mu_{\text{уг}} = 44 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

x - ?

Возможное решение и критерии

Поясняющий рисунок



1 балл

Уравнение Менделеева-Клапейрона для кислорода в начальном состоянии:

$$p_0 S \frac{\ell}{2} = \frac{m_{\text{к}}}{\mu_{\text{к}}} RT \quad \Rightarrow \quad m_{\text{к}} = \frac{p_0 S \ell}{2RT} \mu_{\text{к}} \quad (1)$$

Аналогично, начальная масса углекислого газа $m_{\text{уг}} = \frac{p_0 S \ell}{2RT} n \mu_{\text{уг}} \quad (2)$

3 балла

Т.к. на систему «газы-сосуд» не действовали вдоль горизонтали внешние силы, то координата центра масс (ЦМ) системы вдоль этого направления не изменится после потери герметичности перегородки :

$$x = \frac{m_{\text{к}} \left(-\frac{\ell}{4}\right) + m_{\text{уг}} \frac{\ell}{4}}{m_{\text{к}} + m_{\text{уг}}} = \frac{m_{\text{уг}} - m_{\text{к}}}{m_{\text{уг}} + m_{\text{к}}} \frac{\ell}{4} \quad (3)$$

5 баллов

(1),(2) → (3) : $x = \frac{n\mu_{\text{уг}} - \mu_{\text{к}}}{n\mu_{\text{уг}} + \mu_{\text{к}}} \frac{\ell}{4} = 7 \text{ см} ;$

1 балл

в направлении углекислого газа

Ответ : $x = \frac{n\mu_{\text{уг}} - \mu_{\text{к}}}{n\mu_{\text{уг}} + \mu_{\text{к}}} \frac{\ell}{4} = 7 \text{ см} ;$ в направлении углекислого газа

Задание 4

Дано:

$$\mathcal{E} = 4 \text{ В}$$

$$r = \frac{R}{2}$$

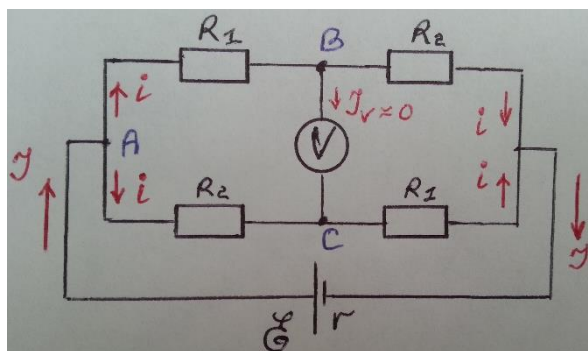
$$R_1 = 3 R$$

$$R_2 = 4 R$$

U_V - ?

Возможное решение и критерии

Поясняющий рисунок



1 балл

Т.к. $R_V \gg R$, то ток через вольтметр пренебрежимо мал. Тогда вольтметр можно мысленно удалить из схемы.

1 балл

Ток через источник по закону Ома для замкнутой цепи :

$$I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_{\text{внеш}}} = \frac{\mathcal{E}}{r + \frac{1}{2}(R_1 + R_2)} \quad (1)$$

Т.к. сопротивления веток одинаковы, то этот ток разделится пополам в узле А :

$$i = \frac{1}{2} I \quad (2)$$

$$(1) \rightarrow (2) : \quad i = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2 + 2r} \quad (3)$$

4 балла

$$U_V = \varphi_B - \varphi_C = (\varphi_A - \varphi_C) - (\varphi_A - \varphi_B) = i R_2 - i R_1 \quad \Rightarrow \quad U_V = i (R_2 - R_1) \quad (4)$$

4 балла

$$(3) \rightarrow (4) : \quad U_V = \frac{R_2 - R_1}{R_1 + R_2 + 2r} \mathcal{E} = \frac{1}{8} \mathcal{E} = 0,5 \text{ В}$$

Ответ : $U_V = \frac{R_2 - R_1}{R_1 + R_2 + 2r} \mathcal{E} = \frac{1}{8} \mathcal{E} = 0,5 \text{ В}$

Задание 5

Дано:

$$B = 10^{-5} \text{ Тл}$$

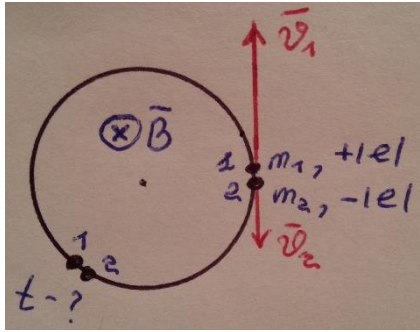
$$m_1 = 2 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$$

$$m_2 = 8 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$$

$$|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$t - ?$

Возможное решение и критерии

<p>Поясняющий рисунок</p> 	1 балл
<p>По закону сохранения импульса : $0 = m_1 v_1 - m_2 v_2 \Rightarrow v_2 = \frac{m_1 v_1}{m_2}$ (1)</p>	2 балла
<p>По 2 закону Ньютона для одного из ионов : $B e v = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv}{B e } = \frac{p}{B e }$ (2)</p>	2 балла
<p>Т.к. импульсы р ионов после распада молекулы равны, то радиус окружностей, которые они описывают, также равны. Т.е. ионы движутся по окружности одного радиуса.</p>	1 балл
<p>$L_{\text{окр}} = v_1 t + v_2 t \Rightarrow t = \frac{2\pi R}{v_1 + v_2}$ (3)</p>	2 балла
<p>(1),(2) \rightarrow (3) : $t = \frac{2\pi m_1 m_2}{B e } = 62,8 \text{ мс}$</p>	2 балла

Ответ : $t = \frac{2\pi m_1 m_2}{B|e|} = 62,8 \text{ мс}$