

0 699913 860001
69-99-13-86
(107.6)



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

Вариант 10

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Покори Воробьевы горы
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Дошова Олега Андреевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

выход 13⁰³ вход 13⁰⁷ Аня

Дата
«01» 04 2023 года

Подпись участника
Дошова

$$p_0 V = \left(\frac{m_B}{M_B} + \frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}} \right) RT$$

$$m_B + m_{H_2O} = m \quad m_{H_2O} = m - m_B$$

$$\frac{m_B M_{H_2O} + m_{H_2O} M_B}{M_B M_{H_2O}} = \frac{p_0 V}{RT} = \frac{101 \cdot 10^3 \cdot 373 \cdot 10^{-3} \cdot 100}{831 \cdot 373 \cdot 100}$$

$$\frac{m_B M_{H_2O} + (m - m_B) M_B}{M_B M_{H_2O}} = \frac{p_0 V \cdot M_B M_{H_2O}}{RT}$$

$$m_B = \frac{\frac{p_0 V M_{H_2O} M_B}{RT} - m M_B}{M_{H_2O} - M_B}$$

$$= \frac{101 \cdot 10^3 \cdot 373 \cdot 10^{-3} \cdot 29 \cdot 10^3 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \cdot 100}{831 \cdot 373 \cdot 100} - \frac{2522 \cdot 10^{-3}}{831} \cdot 29 \cdot 10^{-3}$$

$$= \frac{101 \cdot 10^3 \cdot 29 \cdot 18 \cdot 10^3 \cdot 10^3 - 2522 \cdot 10^{-3} \cdot 29 \cdot 10^{-3}}{11 \cdot 10^{-3} \cdot 831}$$

$$= \frac{\frac{101}{831} \cdot 29 \cdot 18 \cdot 10^{-3} - \frac{2522}{831} \cdot 10^{-3} \cdot 29 \cdot 10^{-3}}{-11 \cdot 10^{-3}}$$

$$= \frac{29(101 \cdot 18 - 2522) \cdot 10^{-3}}{-11 \cdot 831} = \frac{704 \cdot 29 \cdot 10^{-3}}{11 \cdot 831}$$

69-99-13-86
(107.6)

гермавик
 $m_B = m - m_{H_2O}$
 m_B m_{H_2O}



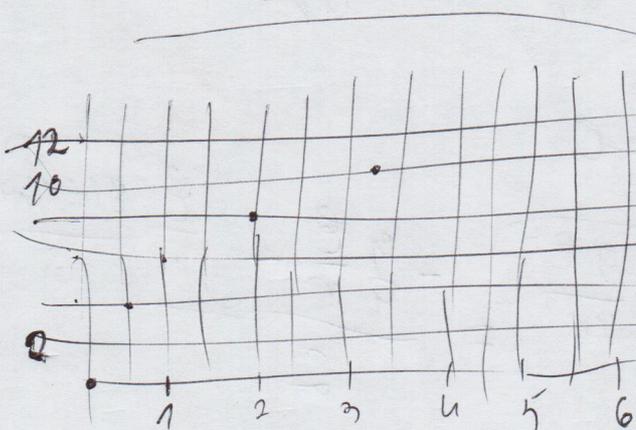
$$\begin{array}{r} \times 704 \\ \hline 29 \\ \hline 316 \\ 203 \\ \hline 20616 \end{array}$$

$(m - m_{H_2O}) \mu_{H_2O} + m_{H_2O} \mu_B$

$$\begin{array}{r} -20616 \quad | \quad 11 \\ \hline 11 \\ \hline 96 \\ -88 \\ \hline 81 \\ -77 \\ \hline 46 \\ -44 \\ \hline 20 \\ -11 \\ \hline 90 \\ -88 \\ \hline 20 \end{array}$$

$m_{H_2O} (\mu_B - \mu)$

$\frac{1874,18}{831} \cdot 2 = m_B$



$\frac{m_2 R T'}{P_0 \mu_2}$



$I = 8 A$

$U_{\text{нет}} = 6B - 0,5 \cdot 8B = 2B$

$P_{\text{max}} = 4 \cdot 8 = 32 B BT$

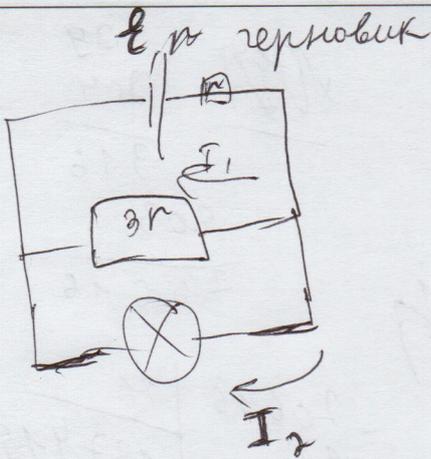
$$\begin{aligned} &= \frac{1874 \cdot 8,31 \cdot 260 \cdot 100}{831 \cdot 101 \cdot 10^3 \cdot 29 \cdot 10^3 \cdot 100} \\ &= \frac{1874 \cdot 26}{290 \cdot 101 \cdot 100} \end{aligned}$$

$$\begin{array}{r} 1874 \quad | \quad 101 \\ -101 \\ \hline 864 \\ -808 \\ \hline 560 \\ -505 \\ \hline 550 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 18,55 \\ \times 2,26 \\ \hline 11130 \\ +3710 \\ \hline 48230 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 482,3 \quad | \quad 290 \\ -290 \\ \hline 1923 \\ 1240 \\ \hline 1930 \\ -1240 \\ \hline 900 \end{array}$$

$\frac{550}{450} \cdot \frac{0,01663}{100} \text{ м}^3$



$$U = 3r I_1 = \dots$$

$$I_2 = \frac{1}{r} \sqrt{3\varepsilon \cdot 3r I_1}$$

$$I_1 3r + (I_1 + I_2)r = \varepsilon$$

$$I_1 = \frac{\varepsilon - I_2 r}{4r}$$

$$I_2 = \frac{g \cdot \varepsilon \cdot (\varepsilon - I_2 r)}{r \cdot 4r}$$

$$I_2^2 = \frac{g\varepsilon}{4r^2} \cdot (\varepsilon - I_2 r) = \frac{g\varepsilon^2}{4r^2} - \frac{g\varepsilon I_2 r}{4r^2}$$

$$I_2^2 + \frac{g\varepsilon}{4r} I_2 - \frac{g\varepsilon^2}{4r^2} = 0$$

$$I_2 = \frac{-\frac{g\varepsilon}{4r} \pm \sqrt{\frac{g^2\varepsilon^2}{16r^2} + 4\frac{g\varepsilon^2}{4r^2}}}{2} = \frac{-\frac{g\varepsilon}{4r} + \sqrt{\frac{\varepsilon^2}{r^2} \frac{81+16g}}{16}}{2}$$

$$= \frac{-\frac{g\varepsilon}{4r} + \frac{\varepsilon}{r} \frac{\sqrt{81+16g}}{4}}{2} = \frac{\varepsilon \sqrt{81+16g} - g\varepsilon}{2 \cdot 4r}$$

3.02
24 - 3 = 3 A
~~2.4 · 3~~
 $I_1 = \frac{24 - 9}{4 \cdot 3} = \frac{5}{4} A$

6,5 · 3 = 24
24 - 6,5 · 3 = 7,5
24 - 6,5 · 3 = 3 · 3 · 0,5
24 - 6,5 · 3 = 4,5 =

69-99-13-86

(107.6)

№3 Серникова

$$\alpha = \text{const} = \omega R$$

$$U_{\min} = \omega R_{\min}$$

$$\omega = \frac{U_{\min}}{R_{\min}} = \frac{U_{\max}}{R_{\max}}$$

$$U_{\max} = \frac{U_{\min} R_{\max}}{R_{\min}} = 6 \cdot 9 = 54 \frac{\text{кВ}}{\text{с}}$$

Чистовик

Задача 4

Ответ: 32 Вт

Решение:

на рисунке проведем нагрузочную прямую

$$I_{кз} = \frac{\mathcal{E}}{R} = 12 \text{ А} \quad (\text{показана на рисунке в условии})$$

пересечение нагрузочной прямой с ВАХ в точке (2; 8)

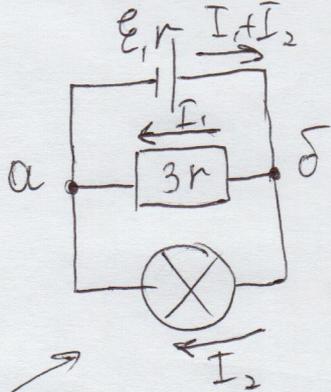
$$P_{кв.м.} = U_{кв.м.} \cdot I = I \cdot (\mathcal{E} - U) = 8 \text{ А} \cdot 4 \text{ В} = 32 \text{ Вт}$$

Задача:

Дано:

$$\mathcal{E}, r, I(U) = 2 \cdot \sqrt{U} \Rightarrow \frac{1}{r} \sqrt{3\mathcal{E}U}$$

Решение:



метки

$$\varphi_b - \varphi_a = 3r I_1$$

$$\varphi_b - \varphi_a = U_{кв.м.}$$

$$\varphi_b - \varphi_a = \mathcal{E} - (I_1 + I_2)r$$

$$\text{! } \mathcal{E} - (I_1 + I_2)r = 3r I_1$$

$$4r I_1 = \mathcal{E} - I_2 r$$

$$I_1 = \frac{\mathcal{E} - I_2 r}{4r}$$

$$I_2 = \frac{1}{r} \sqrt{3\mathcal{E}U} = \frac{1}{r} \sqrt{3\mathcal{E} \cdot 3r I_1} = \frac{1}{r} \cdot 3 \sqrt{\mathcal{E} r \frac{(\mathcal{E} - I_2 r)}{4r}}$$

$$= \frac{3}{r} \sqrt{\mathcal{E} \frac{\mathcal{E} - I_2 r}{4}}$$

Шетовик

Задача 4 (продолжение)

$$I_2^2 = \frac{9}{r^2} \frac{\mathcal{E}}{4} \cdot (\mathcal{E} - I_2 r)$$

$$I_2^2 = \frac{9}{4} \frac{\mathcal{E}^2}{r^2} - \frac{9}{4} \frac{\mathcal{E}}{r^2} I_2 r = 0$$

$$I_2^2 + \frac{9}{4} \frac{\mathcal{E}}{r} I_2 - \frac{9}{4} \frac{\mathcal{E}^2}{r^2} = 0$$

$$I_2 = \frac{-\frac{9}{4} \frac{\mathcal{E}}{r} \oplus \sqrt{\frac{81}{4^2} \frac{\mathcal{E}^2}{r^2} + 9 \frac{\mathcal{E}^2}{r^2}}}{2} = \frac{-\frac{9}{4} \frac{\mathcal{E}}{r} + \sqrt{\frac{225}{16} \frac{\mathcal{E}^2}{r^2}}}{2}$$

$$= \frac{\frac{\mathcal{E}}{r} (15 - 9)}{2 \cdot 4} = \frac{6 \mathcal{E}}{8 r} = \frac{3 \mathcal{E}}{4 r} = \frac{3 \cdot 24}{4 \cdot 3} = 6 \text{ A}$$

$$I_1 = 0,5 \text{ A}$$

$$P_{\text{резист}} = I_1^2 \cdot 3r = \frac{9}{4} \text{ Вт} = 2,25 \text{ Вт}$$

$$P_{\text{клем}} = I_1 \cdot 3r \cdot I_2 = \frac{1}{2} \cdot 9 \cdot 6 = 27 \text{ Вт}$$

Ответ: 2,25 Вт; 27 Вт

истовых

Задача 3

Вопрос:

Ответ: $54 \frac{\text{км}}{\text{с}}$

Решение:

$\omega = \text{const}$

$v_{\min} = \omega R \Rightarrow R_{\min}$

$\omega = \frac{v_{\min}}{R_{\min}} = \frac{v_{\max}}{R_{\max}}$

$v_{\max} = \frac{v_{\min} R_{\max}}{R_{\min}} = 54 \frac{\text{км}}{\text{с}}$

$\omega_2 = \frac{v_{\min}}{R_{\max}}$
 $\omega_1 = \frac{v_{\max}}{R_{\min}}$

Задача 2

Вопрос:

Ответ: 1,8 АТМ

Решение:

$T = 100^\circ\text{C} \Rightarrow p_1 = 1 \text{ АТМ}$

Дано:

$p_{B_1} V = \nu_B R T$

$\varphi_1 p_1 V = \nu_{п_1} R T$

$p_{B_1} + \varphi_1 p_1 = p_0$

$p_{B_2} = 2 p_{B_1}$

$\varphi_2 p_1 \quad \varphi_1 = 60\% \Rightarrow \varphi_2 = 1$

$\frac{2\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{\nu_{п_1}}{\nu_{п_2}} = 1,2$ противоречий нет

стало:

$p_{B_2} \frac{V}{2} = \nu_B R T$

$\varphi_2 p_1 \frac{V}{2} = \nu_{п_2} R T$

$p = p_{B_2} + \varphi_2 p_1$

$p = ?$

устовых
Задача 2 (продолжение)

$$p_{B1} = p_0 - \varphi_1 p_{\text{H}}$$

$$p = p_{B2} + \varphi_2 p_{\text{H}} = 2p_{B1} + \varphi_2 p_{\text{H}} = 2(p_0 - \varphi_1 p_{\text{H}}) + \varphi_2 p_{\text{H}} =$$

$$= 2p_0 - \overset{1,2}{\cancel{0,6}} p_{\text{H}} + p_{\text{H}} = p_0 (2 + 1 - 1,2) = 1,8 p_0 = 1,8 \text{ Атм}$$

Задача:
 $m, t, p_0, V, t', \mu_1, \mu_2, R, \dots$

Решение:

$$p_0 V = \left(\frac{m_{B2}}{\mu_{B2}} + \frac{m_1}{\mu_{21}} \right) RT_0$$

$$\left\{ \begin{array}{l} m_1 + m_2 = m \Rightarrow m_1 = m - m_2 \\ \frac{m_2 \mu_1 + m_1 \mu_2}{\mu_1 \mu_2} = \frac{p_0 V}{RT_0} = \frac{101}{831} \end{array} \right.$$

$$m_2 = \frac{p_0 V \mu_1 \mu_2}{RT_0} - m \mu_2 = \frac{1874,18}{831} \quad 2 \approx 2,252$$

(посчитал на калькуляторе)

$$m_1 = \frac{2522 - 1874}{831} \approx \frac{648}{831} \quad 2 \approx 0,7792$$

$$m_{\text{льда}} = m_1 = \frac{648}{831} \quad 2 \approx 0,7792$$

$$p_0 V' = \frac{m_2}{\mu_2} RT'$$

$$V' = \frac{m_2 RT'}{p_0 \mu_2} \approx 16,6 \text{ л} \quad \downarrow$$

$1 \text{ м}^3 = 1000 \text{ л}$

Ответ: $\frac{648}{831} \text{ г}; 16,6 \text{ л}$

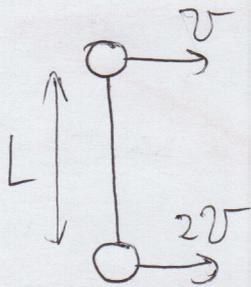
Штовик

Задача 1

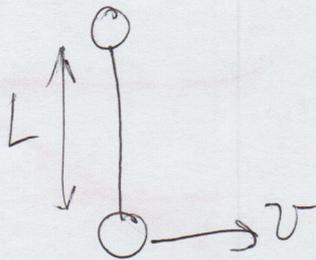
Вопрос:

Ответ: $\frac{v}{L}$

Решение:

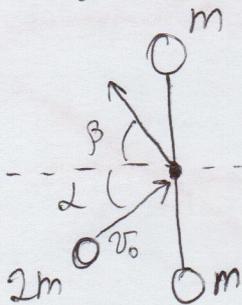


и переходу к ω $\frac{v}{L}$



$$\omega = \frac{v}{L}$$

Задача:



$$\alpha + \beta = 90^\circ \Rightarrow$$

← отношение ω (массы равны)