

5

Задача 5

Дано:

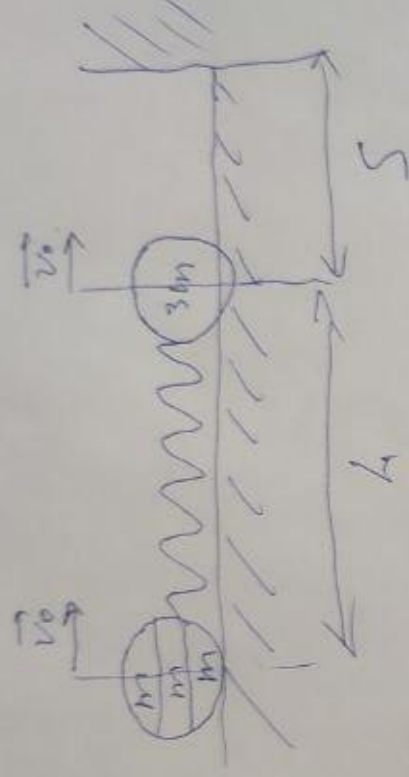
$$m_1 = m_2 = 3m$$

$k$  - жесткость

$l$  - длина

$$v_0 - \text{скорость} = v_1 = v_2$$

$v_0$  - ?



Стенку можно рассматривать как неподвижный шар с  $v_3 = 0$

Два шара будут двигаться с одинаковой  $a$ . На шариках действуют силы:

$F_T$ ,  $F_{\text{норм. реакц. опоры}}$ ,  $F_{\text{упр. (упругая)}$  и сила  $F$ .

$$F - F_{y1} = m_1 \cdot a, \quad F_{y2} = m_2 \cdot a$$

$$|F_{y1}| = |F_{y2}| = k \Delta l$$

$$\frac{F - k \Delta l}{k \Delta l} = \frac{m_1 \cdot a}{m_2 a}, \quad \Delta l = \frac{F m_2}{k (m_1 + m_2)}$$

При упругом соударении  $m v_0 = m v_0 + m v_2$

$$S = l - \sqrt{\frac{m v_0^2}{2k}}, \quad \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + \frac{m v^2}{2}$$

$$m v^2 = 2k \cdot (l - S)^2 = l - S, \quad \frac{m v^2}{2k} = \left( \frac{l - S}{r} \right)^2,$$

$$v = \sqrt{\frac{2k \cdot (l - S)^2}{m}}$$

$$v_0 = \frac{\sqrt{2k \cdot (l - S)^2}}{\sqrt{m}}$$

$$v = \frac{l - S}{r}$$

$$\text{Отб: } v_0 = \frac{\sqrt{2k} (l - S)}{\sqrt{m}}$$

4. Дано:

$$L_0 = \frac{1}{4\pi} \text{ м}$$

$$Q = 2,0 \cdot 10^{-5} \text{ Кл}$$

$$m = 0,001 \text{ кг}$$

$$q = -4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

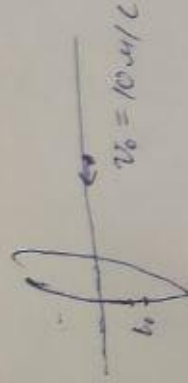
$$L_0 = 0,5 \text{ м}$$

$$V_0 = 10 \text{ м/с}$$

$$\epsilon_0 = \frac{10^{-9}}{36\pi} \text{ Кл/м}$$

$$v = 7$$

Решение:



$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{x}{(x^2 + R^2)^{3/2}}$$

$$A_{эл\eta} = \int_0^{0,5} Q_L \cdot \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{x}{(x^2 + R^2)^{3/2}} \cdot 0,1 \cdot dx$$

$$W_{кул\eta\eta\eta\eta\eta} = A_{эл\eta} + W_{кул\eta\eta\eta\eta}$$

$$A = \frac{q \cdot Q}{4\pi\epsilon_0} \int_0^{0,5} \frac{x}{(x^2 + R^2)^{3/2}} dx = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left. \frac{1}{\sqrt{x^2 + R^2}} \right|_0^{0,5}$$

$$A = \frac{Q_L Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \left( \frac{1}{\sqrt{R^2}} - \frac{1}{\sqrt{L_0^2 + R^2}} \right)$$

$$A = \frac{2 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-4} \cdot 4}{4 \cdot 3,14 \cdot \frac{10^{-9}}{36 \cdot 3,14}} \cdot \left( \frac{1}{0,2} - \frac{1}{\sqrt{0,25 + 0,04}} \right) \cdot 10^{-3} = 0,252 \text{ Дж}$$

$$W_{кул\eta\eta\eta\eta\eta} = A + W_{кул\eta\eta\eta\eta\eta} = 0,252 + \frac{10^{-2} \cdot 10^{-3}}{2} = 0,302 \text{ Дж}$$

$$W_k = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2W_k}{m}}$$

$$v = \sqrt{\frac{0,302 \cdot 2}{0,001}} \approx 24,7 \text{ м/с}$$

$$\text{Ответ: } 24,7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



2.

3. Дано:

$$R_{\text{л}} = 1 \text{ мкОм} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Ом}$$

$$\lambda = 450 \text{ нм} = 450 \cdot 10^{-9} \text{ м}$$

$$m = 9 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

$$f = 10^{14} \text{ Гц}$$

$$L_0 = 0,2 \text{ м}$$

$$V_0 = 0,15 \text{ м/с}$$

$$L_{\text{мин}} = 2 \text{ мкм} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Абср-?

$$\frac{W_{\text{л}}}{2} = \left( \frac{Q_{\text{л}}}{4\pi\epsilon_0 L_{\text{мин}}} - \frac{Q_{\text{л}}}{4\pi\epsilon_0 L_{\text{max}}} \right) q_{\text{л}}, \text{ где } L_{\text{max}} = L_0$$

$$\frac{Q_{\text{л}}}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{L_{\text{мин}}} - \frac{1}{L_{\text{max}}} \right) = \frac{W_{\text{л}}}{2q_{\text{л}}}$$

$$Q_{\text{л}} = \frac{W_{\text{л}} \cdot V_{\text{л}}^2 \cdot 4\pi\epsilon_0 L_{\text{max}} \cdot L_{\text{мин}}}{2q_{\text{л}} (L_{\text{max}} - L_{\text{мин}})}$$

$W_{\text{л}} - \text{энергия фотона}$   $q_{\text{л}} - \text{потенциал замкнутого шара}$   
 $W_{\text{л}} = f \cdot h \cdot c$ , где  $f - \text{частота замкнутого шара}$ .

$W_{\text{абср}} = W_{\text{л}} - W_{\text{к}} - W_{\text{вн}} - W_{\text{вн}} - W_{\text{вн}}$

$$W_{\text{к}} = \frac{h \cdot c}{\lambda \cdot c}$$

$$W_{\text{к}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot c \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{450 \cdot 10^{-9} \text{ м} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} = 2,76 \text{ эВ}$$

$$W_{\text{к}} = \frac{W_{\text{л}} \cdot V_{\text{л}}^2 \cdot 4\pi\epsilon_0 L_{\text{max}} \cdot L_{\text{мин}}}{4\pi\epsilon_0 R_{\text{л}} \cdot 2 q_{\text{л}} \cdot (L_{\text{max}} - L_{\text{мин}})}$$

$$W_{\text{к}} = \frac{5 \cdot 10^{-4} \text{ Кл} \cdot (0,15 \text{ м/с})^2 \cdot 0,2 \text{ м} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}}{10^{-3} \text{ м} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \text{ Кл} \cdot (0,2 - 0,2 \cdot 10^{-2}) \text{ м}} = 1,14 \text{ эВ}$$

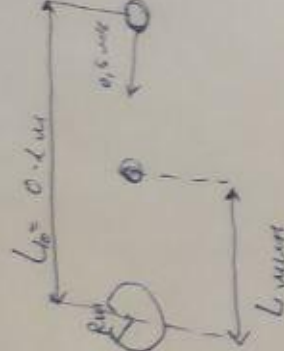
$$W_{\text{абср}} = W_{\text{л}} - W_{\text{к}}$$

$$A_{\text{абср}} = W_{\text{к}} - W_{\text{к}}$$

$$A_{\text{абср}} = 2,76 \text{ эВ} - 1,14 \text{ эВ} = 1,62 \text{ эВ}$$

Ответ:  $A_{\text{абср}} = 1,62 \text{ эВ}$ .

Решение:



Решение замкнутое тело протонит разность потенциалов шара, совершая работу за счет своей кинетической энергии  $W_{\text{к}}$ .

$W_{\text{л}} - \text{энергия точечного тела}$ ,  $q_{\text{л}} - \text{его масса}$   
 $W_{\text{л}} = m_{\text{л}} V_{\text{л}}^2$

2. Дано:

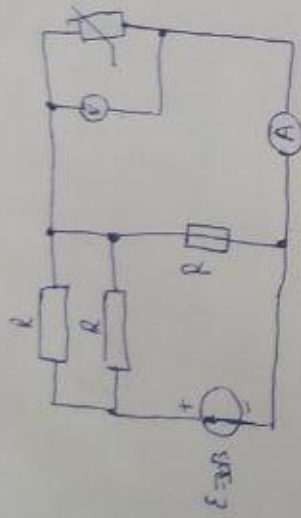
$$\mathcal{E} = 30 \text{ В}$$

$$R = 300 \Omega$$

$I_1 = ?$

$U_1 = ?$

Известно:



Рассмотрим схему холостого хода и схему короткого замыкания, чтобы определить Вольт-амперную характеристику источника.

1) Схема холостого хода:



Участки с  $I_1$  и  $I_2$  подключены последовательно.

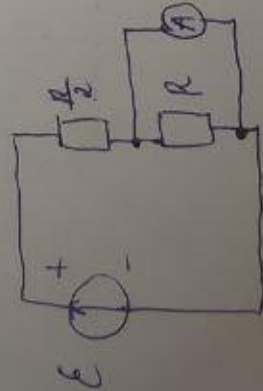
$$I_1 = I_2$$

$$\frac{2U_1}{R} = \frac{U_2}{R}$$

$$2U_1 = U_2$$

$$\begin{cases} U_1 + U_2 = \mathcal{E} \\ 2U_1 = U_2 \end{cases} \Rightarrow U_2 = 20 \text{ В} - \text{напряжение на холостом ходу}$$

2) Схема короткого замыкания:



$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{30}{300} = 0.1 \text{ А} \quad ; \quad I_2 = 2 \text{ А} - \text{сила тока при коротком замыкании}$$

(Амперметры идеальны  $\Rightarrow$  ток не пойдет через  $R$ ).

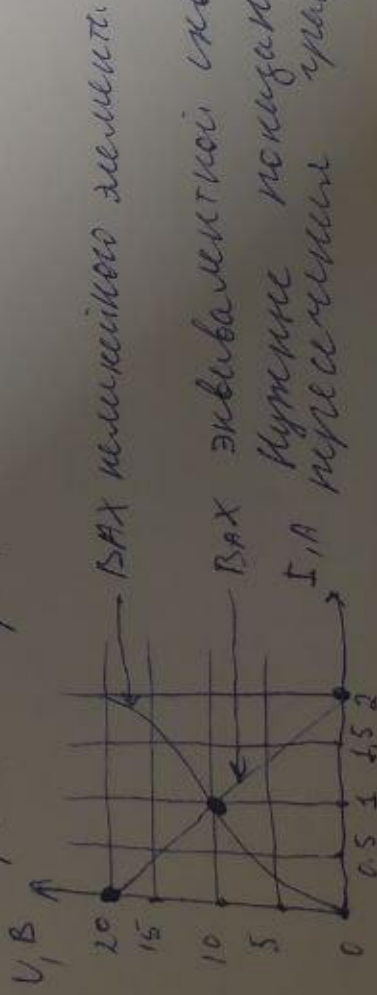
3) Зал-им эквивалентную схему для цепи:



У этой схемы вольт-амперная характеристика линейна  $\Rightarrow$  для ее построения нужно две точки: 1) точка с коорд. ОА и 20В-из схемы холостого хода

2) точка с коорд. 2А и 0В-из схемы короткого замыкания.

1) Построим график:



ВАХ эквивалентной цепи.

Путем пересечения графиков. Ответ:  $I = 1 \text{ А}$ ,  $U = 10 \text{ В}$

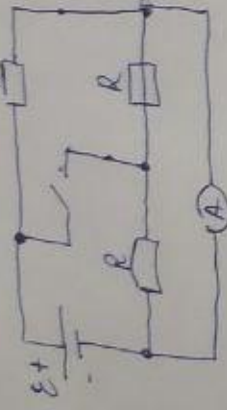


1. Дано:

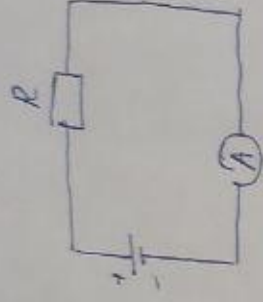
$E = 240 \text{ В}$
$R = 30 \text{ Ом}$
$I_1 = ?$
$I_2 = ?$

Именно:

1) Ключ разомкнут.



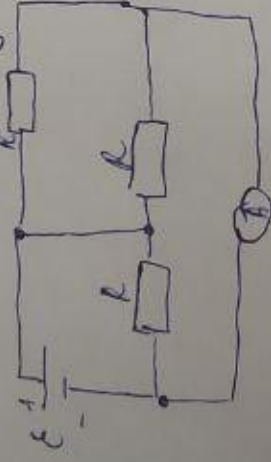
$\Leftrightarrow$



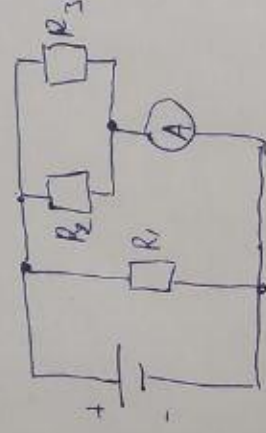
Так амперметр измерит ток при разомкнутом ключе по формуле, где ток по формуле.

$$I_1 = \frac{E}{R} \quad ; \quad I_1 = \frac{240 \text{ В}}{30 \text{ Ом}} = 8 \text{ А}$$

2) Ключ замкнут.



$\Leftrightarrow$



$R_1$  поглотит напряжение к участку с  $R_2$  и  $R_3 \Rightarrow$  напряжение на участке ограничено и равно  $240 \text{ В}$  (т.е.  $E$ ).

$R_2$  и  $R_3$  поглотят напряжение  $\Rightarrow R_{23} = \frac{R}{2}$

$$I_2 = \frac{E}{R_{23}} = \frac{2E}{R}$$

$$; \quad I_2 = \frac{2 \cdot 240 \text{ В}}{30 \text{ Ом}} = 16 \text{ А}$$

Ответ: сила тока при замкнутом ключе  $I_1 = 8 \text{ А}$ .

Сила тока при разомкнутом ключе  $I_2 = 16 \text{ А}$ .