Часть 1

Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21201613**

ID профиля: **54188**

Вариант 1

Чистовик.
№2

Дано:

$i=3$ $\quad$ He

ν

T_0

$C_\nu(T) = 2R\frac{T}{T_0}$

1) Q_1 - ? (от T_0 до $\frac{5}{6}T_0$)

2) $T_к$ - ? ($A = min$).

3) A_{min} - ?

1) $\left.\begin{array}{l} C_\nu(T) = \frac{dQ}{\nu dT} \\ C_\nu(T) = 2R\frac{T}{T_0} \end{array}\right\} \Rightarrow 2R\frac{T}{T_0} = \frac{dQ}{\nu dT};$

$$\frac{2R\nu}{T_0} T\,dT = dQ;$$

$$\int_{T_0}^{\frac{5}{6}T_0} \frac{2R\nu}{T_0} T\,dT = \int_{T_0}^{\frac{5}{6}T_0} dQ;$$

$$Q = \frac{2R\nu}{T_0}\left(\frac{(\frac{5}{6}T_0)^2}{2} - \frac{T_0^2}{2}\right) = -\frac{11\nu R T_0}{36}$$

$$Q_1 = -Q = \frac{11\nu R T_0}{36}.$$

2) по I закону термодинамики:

$$Q = A + \Delta U;$$

$$dQ = dA + dU$$

$$dA = dQ - dU = \frac{2\nu R}{T_0} T\,dT - \frac{3}{2}\nu R\,dT = dA(T).$$

$$dA(T) = \frac{3\nu R}{2}\left(\frac{4}{3T_0} T\,dT - dT\right)$$

$$\int_{T_0}^{T_к} dA(T) = \frac{3\nu R}{2}\int_{T_0}^{T}\left(\frac{4}{3T_0} T\,dT - dT\right);$$

$$A(T) = \frac{3\nu R}{2}\left(\frac{2T^2}{3T_0} - T\right) \underbrace{- \frac{3\nu R}{2}\left(\frac{2T_0^2}{3T_0} - T_0\right)}_{C} = \frac{3\nu R}{2}\left(\frac{2T^2}{3T_0} - T\right) + C;$$

$$A'(T) = \frac{3\nu R}{2}\left(\frac{4T}{3T_0} - 1\right)$$

$-$ $\quad$ $+$ $\quad$ $\frac{3}{4}T_0$

при $T = \frac{3T_0}{4}$ газ совершит min. работу.

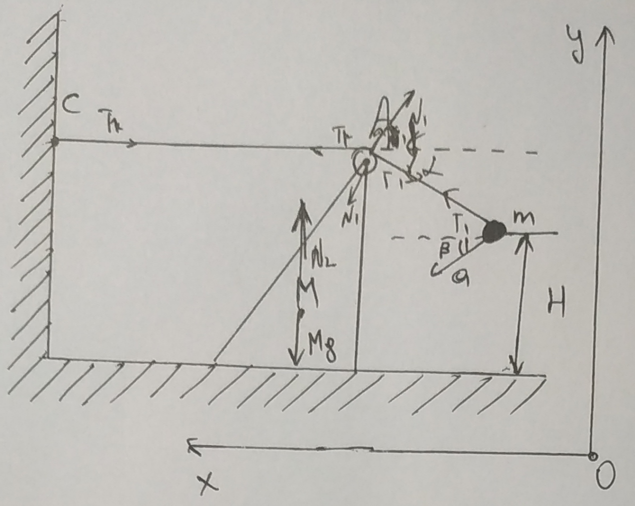
3) $$A_{min} = \frac{3\nu R}{2}\int_{T_0}^{\frac{3T_0}{4}}\left(\frac{4T\,dT}{3T_0} - dT\right) = \frac{3\nu R}{2}\left(\frac{3T_0}{8} - \frac{3T_0}{4} + T_0 - \frac{2T_0}{3}\right) =$$

$$= -\frac{3\nu R T_0}{2 \cdot 24} = -\frac{\nu R T_0}{16}$$

Ответ: $Q_1 = \frac{11\nu R T_0}{36}$; $T_к = \frac{3T_0}{4}$; $A_{min} = -\frac{\nu R T_0}{16}$;

№1. Чистовик. Лист 2 из 2

$\cos(\alpha) = \frac{3}{5}$



1) 2 ЗН для „m"

$y: \; -mg + T_1 \sin\alpha = a_y m$

$x: \; T_1 \cos\alpha = a_x m$

$T_1 = \frac{a_x m}{\cos\alpha}$

$a_x \, tg\alpha - g = a_y$

Пусть $a_x = a \cos\beta$

(β – угол ускорения „m" к горизонту)

$a \, tg(\alpha) \cos\beta - g = a \sin\beta$

$tg(\alpha) = \frac{4}{3}$

$\frac{4}{3} a \cos\beta = a \sin\beta + g$

1) 2 ЗН для „m":

$y: \; -mg + T_1 \sin\alpha = gm$

$T_1 = \frac{2mg}{\sin\alpha}$

$x: \; T_1 \cos\alpha = a_x m$

$2g \, ctg\alpha = a_x$

β – угол ускорения шара к горизонту.

$tg\beta = \frac{a_y}{a_x} = \frac{g \, tg\alpha}{2g} = \frac{tg\alpha}{2} = \frac{4}{3 \cdot 2} = \frac{2}{3} \Rightarrow tg\beta = \frac{2}{3};$

2) 2 ЗН для ~~[illegible]~~ блока:

$$\begin{cases} x: \; T_1 - T_1\cos\alpha - N_1 \cos\gamma = 0; \\ y: \; -T_1 \sin\alpha + N_1 \sin\gamma = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x: \; \frac{2}{5} T_1 = N_1 \cos\gamma; \\ y: \; \frac{4}{5} T_1 = N_1 \sin\gamma; \end{cases} \Rightarrow ctg\gamma = \frac{1}{2}; \; N_1 = \frac{4T_1}{5\sin\gamma} = \frac{4T_1}{\sqrt{5}} = \frac{8mg \cdot 5}{4 \cdot \sqrt{5}} = 2\sqrt{5}\, mg;$$

3) 2 ЗН для клина „M":

$$\begin{cases} x: \; N_1 \cos\gamma = Ma \\ y: \; -N_2 \sin\gamma - Mg + N_2 = 0; \end{cases}$$

$4mg = Ma \Rightarrow \frac{m}{M} = \frac{a}{4g}.$

4) $H = \frac{a_y t^2}{2} = \frac{g t^2}{2} \Rightarrow t = \sqrt{2gH}$

Ответ: 1) $tg\beta = \frac{2}{3}$; 4) $t = \sqrt{2gH}$

Часть 2

Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21201613**

ID профиля: **54188**

Вариант 1

Чистовик.

№ 3

Дано

$C_1 = 2C$

$C_2 = C$

$\mathcal{E}$

R

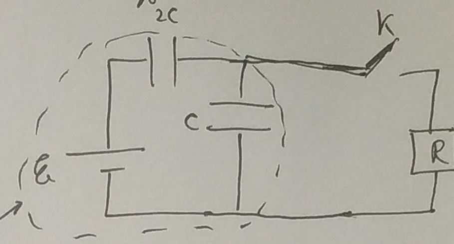
1) I_{R_0} – ?

2) Q – ?

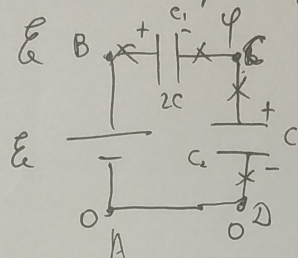
3) I_{R_t} – ?

$(I_{C_1} = I_0)$.

1)



Рассмотрим „изолированную часть" цепи (до замыкания K)



В ней конденсаторы будут заряжены $\Rightarrow$ тока нет.

Пусть $\varphi_A = 0 \Rightarrow \varphi_B$; $\varphi_C = \varphi \Rightarrow \varphi_D = 0$;

$\varphi_B = \mathcal{E}$

ЗСЗ: $\varphi C_2 - C_1(\mathcal{E} - \varphi) = 0$;

$\varphi C + 2\varphi C - 2\mathcal{E}C = 0$;

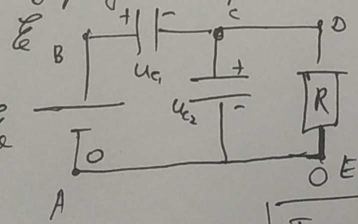
$\varphi = \frac{2\mathcal{E}}{3} \Rightarrow$ $\cancel{q_{C_1} = \frac{2\mathcal{E}C}{3}; Q_{C_2}}$ $U_{C_1} = \frac{\mathcal{E}}{3}$;

$U_{C_2} = \frac{2\mathcal{E}}{3}$; $q_{C_1} = \frac{2C\mathcal{E}}{3}$

P.S. обознач. этот момент за $t = 0$

2) Рассмотрим цепь сразу после замыкания ключа „K"

Заряды и напряжения на конденсаторах не изм.



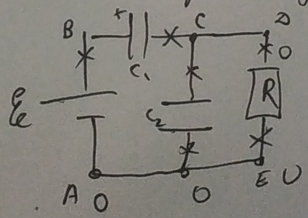
Пусть $\varphi_A = 0 \Rightarrow \varphi_E = 0$;

$\varphi_B = \mathcal{E}$; $\varphi_C = \varphi_D = U_{C_2} - U_{C_1} = \frac{\mathcal{E}}{3}$

$\Rightarrow \boxed{I_{R_0} = \frac{\mathcal{E}}{3R}}$

3) $W(0) = W_{C_1}(0) + W_{C_2}(0) = \frac{2C \cdot \mathcal{E}^2}{2 \cdot 9} + \frac{C \cdot 4\mathcal{E}^2}{2 \cdot 9} = \frac{C\mathcal{E}^2}{3}$

Рассмотрим цепь $t = t_{уст}$: $(\cancel{I_R = 0})$ $I_R = 0$. $\Rightarrow \varphi_E = \varphi_D = \varphi_C = 0$



$U_{C_2} = 0$; $U_{C_1} = \varphi_B - \varphi_C = \mathcal{E}$

$\Rightarrow q_{C_1 t_{уст}} = 2C\mathcal{E} \Rightarrow A_{ист} = \mathcal{E}(q_{C_1 t_{уст}} - q_{C_1}) =$

$= \mathcal{E} \cdot \frac{4C\mathcal{E}}{3} = \frac{4C\mathcal{E}^2}{3}$; $W(t_{уст}) = \frac{2C\mathcal{E}^2}{2} = C\mathcal{E}^2$

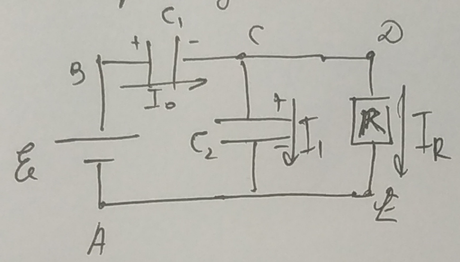
4) $A_{ист} = \Delta W + Q$

$$Q = A_{ист} - \left(W(t_{уст}) - W(0)\right) = \frac{4C\mathcal{E}^2}{3} - \left(C\mathcal{E}^2 - \frac{\varepsilon\mathcal{E}^2}{3}\right) =$$

$$= \frac{2C\mathcal{E}^2}{3}$$

$$\boxed{Q = \frac{2C\mathcal{E}^2}{2}}$$

5) Рассмотрим цепь в момент t_0, когда $I_{C_1} = I_0$:



$$I_0 = \cancel{I_1 + I_R}\ \frac{dq_{c_1}}{dt}.$$

Пусть $\varphi_C = \varphi$; $\varphi_A = 0 \Rightarrow \varphi_B = \mathcal{E}$.

$\varphi_E = 0$; $\varphi_D = \varphi$.

$$u_{c_1} = \mathcal{E} - \varphi \Rightarrow q_{c_1} = C_1 u_{c_1} = 2C(\mathcal{E} - \varphi) \Rightarrow dq_{c_1} = 2C\mathcal{E} - 2C\,d\varphi$$

$$I_0 = \frac{dq_{c_1}}{dt}; \Leftrightarrow I_0\,dt = dq_{c_1}$$

$$\int_0^{t_0} I_0\,dt = \int_0^{t_0} (2C\mathcal{E} - 2C\,d\varphi)$$

$$I_0 - \frac{\mathcal{E}}{3R} = 2C(\mathcal{E}-1)\varphi - 2C(\mathcal{E}-1)\frac{\mathcal{E}}{3};$$

$$\varphi = \frac{2C(\mathcal{E}-1)\mathcal{E} + 3I_0R - \mathcal{E}}{2C(\mathcal{E}-1)R}$$

$$\boxed{I_R = \frac{\varphi}{R} = \frac{2C(\mathcal{E}-1)\mathcal{E} + 3I_0R - \mathcal{E}}{2C(\mathcal{E}-1)R^2}}$$

Ответ: 1) $I_0 = \frac{\mathcal{E}}{3R}$; 2) $Q = \frac{2C\mathcal{E}^2}{2}$; 3) $I_R = \frac{2C(\mathcal{E}-1)\mathcal{E} + 3I_0R - \mathcal{E}}{2C(\mathcal{E}-1)R^2}$

Чистовик.

№ 4.

Дано:

$m; 2m$

$R; 2R$

$V_0;\ S(0)=S_0$

1) a_2 – ?

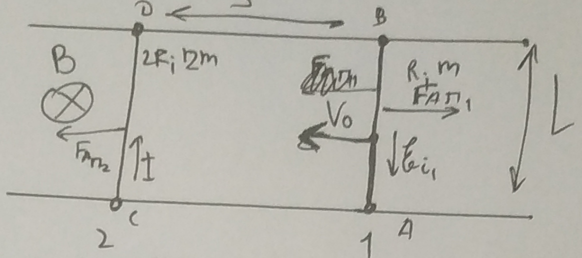
2) $V_{1к}$ – ?

$V_{2к}$ – ?

3) $S_к$ – ?

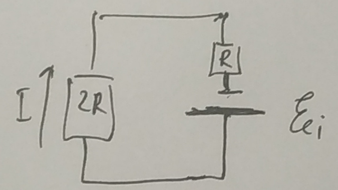
P.S. $П_2$ – перемычка 2

$П_1$ – перемычка 1



1) ~~[illegible]~~ Рассмотрим момент, когда перемычке 1 сообщ. V_0, тогда ~~под~~ $П_2$ – покоилась, а $П_1$ стала источником с $\mathcal{E}_{i_1} = BV_0L$ и с внутр. сопр. R

2) Рассмотрим цепь в этот момент времени:



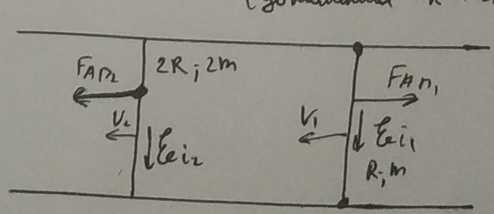
$$I = \frac{\mathcal{E}_i}{2R+R} = \frac{BV_0L}{3R} = I_{2R}.$$

$$\Rightarrow F_{A П_2\, нач.} = B I_{2R} L = \frac{V_0 B^2 L^2}{3R}$$

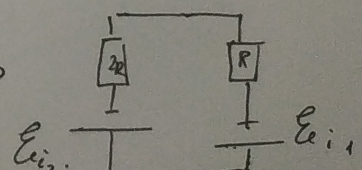
по 2 ЗН для $П_2$: $2ma_2 = F_{AП_2}$

$$\boxed{a_2 = \frac{F_{AП_2}}{2m} = \frac{V_0 B^2 L^2}{6mR}}$$

2) Рассмотрим произв. момент времени: (до момента $V_{1к}$ и $V_{2к}$)



$\Leftrightarrow$



$$I = \frac{\mathcal{E}_{i_1} - \mathcal{E}_{i_2}}{3R} = \frac{BL(V_1 - V_2)}{3R}$$

Заметим, что ~~[illegible]~~ через продолж. время у $П_1$ и $П_2$ скорости ~~[illegible]~~ будут совп.

т.к. $F_{AП_1} = F_{AП_2} = 0$. т.е. $I = 0$ $\Rightarrow$ $V_{1к} = V_{2к}$ (т.е. перемычки через продолж. время будут дв. по мод. с одной скор.)

Чистовик. Листы из 5.

№ 4 (продолжение).

3) Рассмотрим ~~FA~~ ускорение $П_1$ в начальный момент вр.

$$m a_{П_1} = F_{AП_1}$$

$$m a_{П_1} = \frac{V_0 B^2 L^2}{3R} \Rightarrow a_{П_1} = \frac{V_0 B^2 L^2}{3mR} = \frac{dV_1}{dt}$$

$$dV_1 = \frac{V_0 B^2 L^2}{3mR} \cdot dt$$

$$\int_0^{t_{уст}} dV_1 = \int_0^{t_{уст}} \frac{V_0 B^2 L^2}{3mR} dt ;$$

$t_{уст}$ - момент времени, когда $П_1$ и $П_2$ стали двигаться с одной скор.

$$-V_{K_1} + V_0 = \frac{V_0 B^2 L^2}{3mR} t_{уст}.$$

4)
$$a_2 = \frac{V_0 B^2 L^2}{6mR} = \frac{dV_2}{dt} \Rightarrow dV_2 = \frac{V_0 B^2 L^2}{6mR} dt ;$$

$$\int_0^{t_{уст}} dV_2 = \int_0^{t_{уст}} \frac{V_0 B^2 L^2}{6mR} dt ;$$

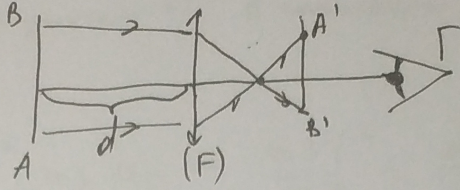
$$V_{K_2} = \frac{V_0 B^2 L^2}{6mR} t_{уст}.$$

5) $V_{K_1} = V_{K_2} = V_K$:

$$-V_K + V_0 = 2V_K$$

$$V_K = \frac{V_0}{3} \Rightarrow V_{K_1} = V_{K_2} = \frac{V_0}{3} ;$$

Ответ: 1) $a_2 = \frac{V_0 B^2 L^2}{6mR}$; 2) $V_{K_1} = V_{K_2} = \frac{V_0}{3}$.



Дано:

$F = 9$ см

$H = 9$ см

$d = 36$ см

$K = 24$ см

1) $\rho(Г; Л)$ – ?

2) $D_м$ – ?

3) x – ?

1) по формуле тонкой линзы:

$d > F \Rightarrow$ и. - действ. (и - изобр. AB через линзу).

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{dF}{d-F} = \frac{36 \cdot 9}{36-9} = \frac{36 \cdot \cancel{9}}{\underset{3}{\cancel{27}}} = 12 \text{ см.}$$

т.к. глаз аккомодирован на расстояние 24 см и наблюдатель видит действ. изобр $\Rightarrow$

$$\rho(A'B'; Г) = K \Rightarrow \rho(Л; Г) = K + f = 36 \text{ см.}$$

Ответ: 1) $\rho(Л; Г) = 36$ см.