

# Часть 1

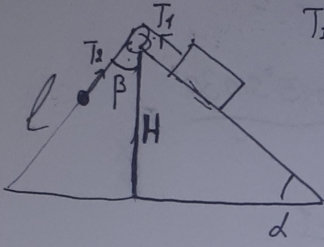
Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21201183**

ID профиля: **271447**

Вариант 7

Упробук



$$T_1 = T_2$$

$$\Delta H_1 = H \sin \alpha$$

$$mgh = \frac{m}{2} g H \sin \alpha + \frac{3}{2} m v^2$$

$$2gH = gH \sin \alpha + \frac{3}{2} v^2$$

$$\frac{3}{2} v^2 = 2gH - gH \sin \alpha \quad v = \sqrt{\frac{4}{3}gH - \frac{2}{3}gH \sin \alpha}$$

$$l = \frac{H}{\cos \beta} \quad l = \frac{at^2}{2} \quad l = \frac{at^2}{2} = \frac{vt}{2}$$

$$\frac{3}{5} \cdot \left( \frac{4}{3} - \frac{2}{3} \cdot \frac{12}{13} \right) = \frac{3}{5} \cdot \left( \frac{52-24}{39} \right) = \frac{3}{5} \cdot \frac{28}{39} =$$

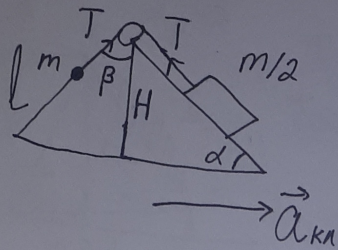
$$= \frac{28}{65}$$

$$\sqrt{\frac{28}{65}} \sqrt{\frac{28}{39} gH} \cdot \frac{5H}{3\sqrt{39} gH}$$

$$\sqrt{\frac{28}{39}} gH$$



Чистовик  
№1



$$T = \frac{m}{2} g \sin \alpha + \frac{m}{2} a_{kn} \cos \alpha = mg \cos \beta + m a_{kn} \sin \beta$$

$$\frac{g \cdot 12}{2 \cdot 13} + \frac{a_{kn} \cdot 5}{2 \cdot 13} = g \cdot \frac{3}{5} + a_{kn} \cdot \frac{4}{5}$$

$$a_{kn} = \frac{21}{27} g$$

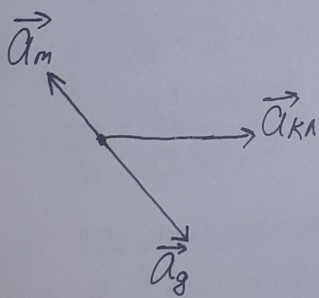
ЗСЭ:  $mgH = \frac{m}{2} g H \sin \alpha + \frac{3}{2} m v^2$       $2gH = gH \sin \alpha + \frac{3}{2} v^2$

$v = \sqrt{\frac{4}{3} gH - \frac{2}{3} gH \sin \alpha}$  — скорость шарика перед ударом о стол

Шарик пройдет расстояние  $l = H / \cos \beta$  до касания стола.

Он движется равноускоренно.  $l = \frac{a t^2}{2} = \frac{v t}{2}$       $t = \frac{2l}{v} =$

$$= \frac{2H}{\cos \beta \sqrt{\frac{4}{3} gH - \frac{2}{3} gH \sin \alpha}} = \frac{2H}{\frac{3}{5} \sqrt{\frac{28}{39} gH}} = \frac{10H}{3 \sqrt{\frac{28}{39} gH}} = \frac{5H}{3 \sqrt{\frac{7}{39} gH}}$$



$$\vec{a}_{отн} = \vec{a}_{\delta p} - \vec{a}_{kn} = \vec{a}_m + \vec{a}_g$$

$$a_{отн} = a_m - g \sin \alpha$$

$$g \sin \alpha = \frac{v}{t} - g \sin \alpha =$$

=

Ответ: 1)  $\frac{21}{27} g$

2)

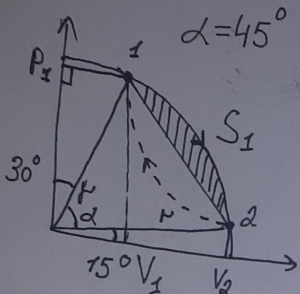
3)  $\frac{5H}{3 \sqrt{\frac{7}{39} gH}}$

1



Чистовик

№ 2



Пусть радиус окружности равен  $r$

Тогда  $P_1 = r \cdot \cos 30^\circ$   $P_2 = r \cdot \sin 15^\circ$

$V_1 = r \cdot \sin 30^\circ$   $V_2 = r \cdot \cos 15^\circ$

$$\frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{T_1}{T_2} - 1 = \frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} - 1 = \frac{\cos 30^\circ \sin 30^\circ}{\sin 15^\circ \cos 15^\circ} - 1 =$$

$$= \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ} - 1 = \frac{\sqrt{3}}{4} - 1 \Rightarrow T_1 = \frac{\sqrt{3}}{4} T_2$$

$$A_{12} = \frac{(V_2 - V_1)(P_1 + P_2)}{2} + S_1 = \frac{r^2 (\cos 15^\circ - \sin 30^\circ)(\cos 30^\circ + \sin 15^\circ)}{2} + \frac{\pi r^2}{8} - \frac{1}{2} r^2 \sin 45^\circ =$$

$$= 0,26 r^2 + 0,039 r^2 = 0,3 r^2$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = \frac{3}{2} r^2 (\sin 15^\circ \cos 15^\circ - \sin 30^\circ \cos 30^\circ) =$$

$$= \frac{3}{2} r^2 \left( \frac{1}{4} - \frac{\sqrt{3}}{4} \right) = -0,27 r^2$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = 0,3 r^2 + 0,27 r^2 = 0,57 r^2 = Q_H$$

$$A_\Sigma = 2 S_1 = 2 \cdot 0,039 r^2 = 0,078 r^2$$

$$\eta = \frac{A_\Sigma}{Q_H} = \frac{0,078 r^2}{0,57 r^2} = 0,137$$

Если теплоёмкость равна 0, то и молярная теплоёмкость равна 0. Если такая точка есть, то она должна лежать на адиабате, проходящей через 1-2, но все точки процесса 1-2 лежат выше отрезка, соединяющего 1 и 2, а адиабата проходит ниже, следовательно, такой точки нет.

Ответ: 1)  $\frac{\sqrt{3}}{4} - 1$

2) такой точки нет

3) 0,14

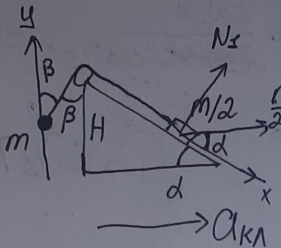
2



Упробук  $\sin d = \frac{12}{13}$   $\cos d = \frac{5}{13}$

$$\sin \beta = \frac{4}{5}$$

$$\eta = \frac{Q_H - Q_X}{Q_H} = \frac{A_\Sigma}{Q_H}$$



$$T = \frac{m}{2} g \sin d \quad N_x = \frac{m}{2} g \cos d$$

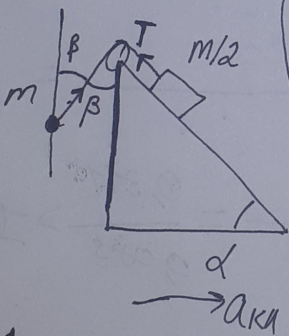
$$x: \frac{mg}{2} \sin d + \frac{m}{2} a_{KH} \cos d$$

$$y: -mg + \frac{mg}{2} \sin d \cos \beta + \frac{m}{2} a_{KH} \cos d \cos \beta = 0$$

$$-g + \frac{g}{2} \cdot \frac{12}{13} \cdot \frac{3}{5} + \frac{a_{KH}}{2} \cdot \frac{5}{13} \cdot \frac{3}{5} = 0$$

$$a_{KH} \cdot \frac{15}{130} \cdot \frac{3}{26} = g \left( 1 - \frac{12 \cdot 3}{2 \cdot 13 \cdot 5} \right) = g \left( 1 - \frac{6 \cdot 3}{13 \cdot 5} \right) = g \left( 1 - \frac{18}{65} \right) =$$

$$= g \cdot \frac{47}{65} \quad a_{KH} = \frac{26 \cdot 47}{3 \cdot 65} g = \frac{1222}{795} g \text{ Spieg!}$$

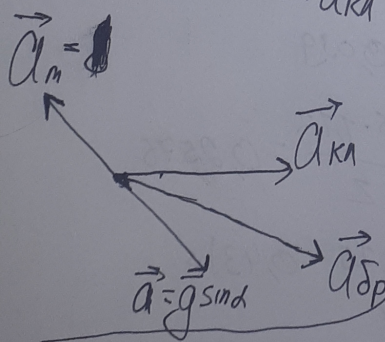


$$T = \frac{m}{2} g \sin d + \frac{m}{2} a_{KH} \cos d = mg \cos \beta$$

$$\frac{g}{2} \cdot \frac{12}{13} + a_{KH} \cdot \frac{5}{13} = 2g \cdot \frac{3}{5}$$

$$60g + 25a_{KH} = 78g \quad 25a_{KH} = 18g$$

$$a_{KH} = \frac{18}{25} g$$



$$\vec{a}_{dp} - \vec{a}_{KH} = \vec{a} \quad \frac{m}{2} g \sin d + \frac{m}{2} a_{KH} \cos d = mg \cos \beta + m a_{KH} \sin \beta$$

$$g \cdot \frac{12}{13} + a_{KH} \cdot \frac{5}{13} = g \cdot \frac{3}{5} + a_{KH} \cdot \frac{4}{5} \quad | \cdot 5 \cdot 13$$

$$60g + 25a_{KH} = 39g + 52a_{KH}$$

$$21g = 27a_{KH} \quad a_{KH} = \frac{21}{27} g$$



Упробук

$$\begin{aligned} & \frac{(V_2 - V_1)(P_1 + P_2)}{2} = \frac{U^2 (\cos 15^\circ - \sin 30^\circ)(\cos 30^\circ + \sin 15^\circ)}{2} = \\ & = \frac{\cos 15^\circ \cos 30^\circ - \sin 30^\circ \cos 30^\circ + \sin 15^\circ \cos 15^\circ - \sin 15^\circ \sin 30^\circ}{2} = \\ & = \frac{\cos 45^\circ - \frac{\sqrt{3}}{4} + \frac{1}{4}}{2} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{2} - \frac{\sqrt{3}}{4} + \frac{1}{4}}{2} = \frac{2\sqrt{2} - \sqrt{3} + 1}{8} \end{aligned}$$

$$P_2 V_2 - P_1 V_1 = \sin 15^\circ \cos 15^\circ - \cos 30^\circ \sin 30^\circ = \frac{1}{4} - \frac{\sqrt{3}}{4} \quad 1,57$$

$$\frac{2\sqrt{2} - \sqrt{3} + 1}{2} - \frac{2\sqrt{2}}{2} + \frac{3}{2} - \frac{3\sqrt{3}}{2} = \frac{4 - 4\sqrt{3}}{2} = 2 - 2\sqrt{3}$$

$$\underline{3,14 - 2,83}$$

$$0,31$$

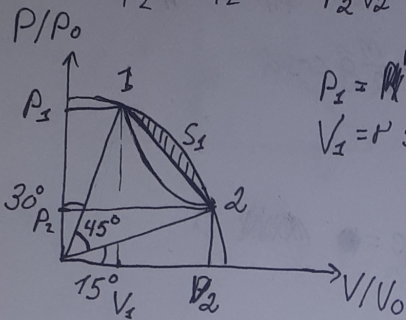
$$\underline{2 + 1,57 - 3,46}$$

$$3,57 - 3,46$$



Упробук

$$\frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{T_1}{T_2} - 1 = \frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} - 1 = \frac{\cos 30^\circ \sin 15^\circ}{\sin 30^\circ \cos 15^\circ} - 1 = \frac{\cos 30^\circ}{2 \sin 15^\circ \cos 15^\circ} - 1 =$$



$$P_1 = \mu \cos 30^\circ \quad P_2 = \mu \sin 15^\circ \quad Q = C \Delta T$$

$$V_1 = \mu \sin 30^\circ \quad V_2 = \mu \cos 15^\circ$$

$$= \frac{2 \cos^2 15^\circ - 1}{2 \cos^2 15^\circ} - 1 = -\frac{1}{2 \cos^2 15^\circ}$$

⊙  $C_{агадату} = 0$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A_{12} \varepsilon$$

$$A_{12} = S = \frac{(V_2 - V_1)(P_1 + P_2)}{2} + \frac{\pi \mu^2}{8} - \frac{1}{2} \mu^2 \sin 45^\circ = f(\mu) = \mu^2 \cdot C_1$$

$$U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = g(\mu) = \mu^2 \cdot C_2$$

$$Q_{12} = h(\mu) = \mu^2 (C_1 + C_2) = Q_H$$

$$\frac{1}{4} - \frac{\sqrt{3}}{4}$$

$$A_\varepsilon = 2 S_1 = \frac{\pi \mu^2}{4} - \mu^2 \sin 45^\circ$$

$$\eta = \frac{A_\varepsilon}{Q_H} = \frac{\frac{\pi}{4} - \sin 45^\circ}{\frac{2\sqrt{2} - \sqrt{3} + 1}{8} + \frac{\pi}{8} - \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{3}{2} \left( \frac{1}{4} - \frac{\sqrt{3}}{4} \right)}$$

$$= \frac{\pi - 2\sqrt{2}}{2\sqrt{2} - \sqrt{3} + 1 + \frac{\pi}{2} - \frac{2\sqrt{2}}{2} + 6 \left( \frac{1}{4} - \frac{\sqrt{3}}{4} \right)} = \frac{\pi - 2\sqrt{2}}{2 - 2\sqrt{3} + \frac{\pi}{2}} = \frac{0,311}{0,085} > 1$$

$$A_{12} = S = \frac{\pi \mu^2}{8} - \frac{1}{2} \mu^2 \sin 45^\circ = 0,3925 - 0,3535 = 0,039$$

$$\frac{(V_2 - V_1)(P_1 + P_2)}{2} = \frac{(0,96 - 0,5)(0,86 + 0,26)}{2} = \frac{0,46 \cdot 1,12}{2} = 0,2576$$

$$U_{12} = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = \frac{3}{2} (0,26 \cdot 0,96 - 0,86 \cdot 0,5) = \frac{3}{2} (0,25 - 0,43) = -0,27$$

$$Q_H = A_{12} + U_{12} = 0,039 + 0,25 + 0,27 = 0,559$$

$$A_\varepsilon = 2 S_1 = 0,078 \quad \eta = \frac{0,078}{0,559} = 0,14$$

21201183 (U271447 M1268786)

# Часть 2

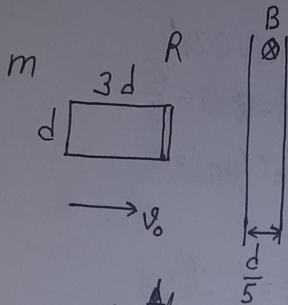
Олимпиада: **Физика, 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21201183**

ID профиля: **271447**

Вариант 7





$$\mathcal{E} = \frac{\Delta BS}{\Delta t} = IR \quad I = \frac{\Delta BS}{\Delta t} \cdot \frac{1}{R} \quad IBl = ma$$

$$\mathcal{E} = \frac{B d S}{dt} = B \cdot (d \cdot v_0 t)' = B d v_0 = IR$$

$$I = \frac{B d v_0}{R} \quad a = \frac{IBl}{m} = \frac{B^2 d v_0 \cdot 3d}{mR} = \frac{3B^2 d^2 v_0}{mR}$$

~~AA~~

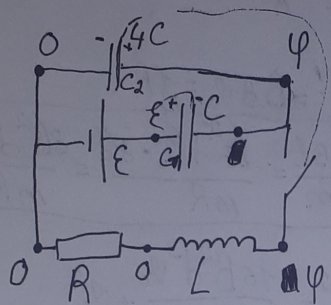
$$\frac{d}{5} = \frac{v_{01}^2 - v_0^2}{2a} \quad v_1^2 = \frac{2ad}{5} + v_0^2 = \frac{16B^2 d^3 v_0}{5mR} + v_0^2$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{16B^2 d^3 v_0}{5mR} + v_0^2}$$

$$\frac{d}{5} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a} \quad v_2^2 = \frac{2ad}{5} + v_1^2$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{16B^2 d^3 v_0}{5mR} + v_1^2}$$





Черновик

~~$I_L(0) = 0$~~

$$q = CU$$

$$I = CU'$$

$$I_L(0) = 0 \quad U_C(0) = \varphi = \frac{4E}{5}$$

$$U_L(t_{yct}) = 0 \quad I_C(t_{yct}) = 0$$

$$\varphi \cdot 4C = (E - \varphi)C$$

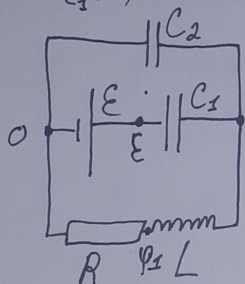
$$\varphi = \frac{E}{5}$$

$$U_L(0) = \frac{E}{5}$$

$$\frac{E}{5} = L I_L'(0)$$

$$I_L'(0) = \frac{E}{5L}$$

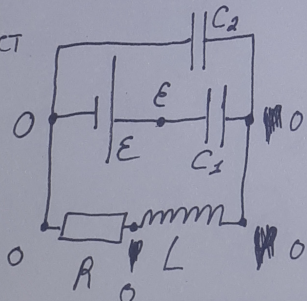
$$I_{C_1}(\tau) = I_0 \quad I_R = ? = I_L$$



$$I_{C_1}(\tau) = I_0 \quad I_R = ?$$

$$I_R = \frac{\varphi_2}{R} \quad U_L = \varphi_2 - \varphi_1 = L I_L'(\tau)$$

2)  $t_{yct}$



$$I_C = 0 \quad U_{C_2} = 0$$

$$E_{yct} = \frac{C_1 U^2}{2} = \frac{CE^2}{2}$$

$$E_{zambitk} = \frac{C_1 U^2}{2} + \frac{C_2 U^2}{2} = \frac{C \cdot \frac{16}{25} E^2}{2} + \frac{4C \cdot \frac{1}{25} E^2}{2}$$

$$\frac{CE^2}{2} + \dots = \frac{C \cdot \frac{16}{25} E^2}{2} + \frac{4C \cdot \frac{1}{25} E^2}{2} + Q$$

$$CE^2 = C \cdot E^2 \cdot \frac{4}{5} + 2Q$$

$$Q = \frac{CE^2}{10}$$



Черновик

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = 3D$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{0,25} = 3D$$

$$\frac{1}{d} = 3D - 4$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f_2} = 3D$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = 3D$$

$$D = 2 \text{ гнТР}$$

$$f \rightarrow \infty \quad \frac{1}{f} \rightarrow 0$$

$$Q \cup B = ma$$

$$J' \cup B$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{0,25} = D_{2en} + D_{02kob}$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = D_{2en}$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = D_{2en} + 3D_{02kob}$$

$$f \rightarrow \infty \quad \frac{1}{d} = D_{2en} + 3D_0 = D_2 + D_0 - 4$$

$$D_0 = -2 \text{ гнТР}$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{0,25} = D_{2en} + D_0$$

$$D_2 + D_0 - 4 = D_2 + D_0 - 2$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{0,5} = D_2 + D_0$$

$$D = D_0 - 2 = -4 \text{ гнТР}$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f_2} = D_2$$

$$\frac{1}{d} = D_2 - \frac{1}{f_2} = D_2 - 2 - 4 = D_2 - 6$$

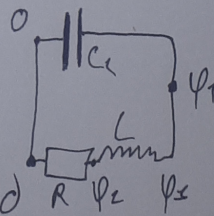
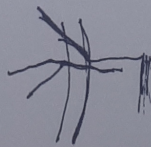
$$\frac{1}{d} + 4 = D_2 - 2 \quad \frac{1}{f_2} = 6 \quad f_2 = \frac{1}{6} \text{ М}$$

$$D = 0$$

dt

$$D \frac{gAV}{0,25} = 3$$

$$U = \int a(t) dt$$



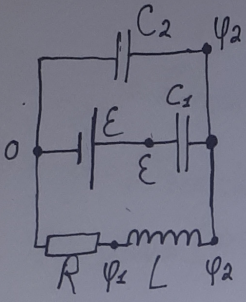
$$I_R = \frac{\psi_2}{R} \quad I_R L = \psi_2 - \psi_1$$

$$I_R = \psi_1' \cdot C_1$$

$$\psi_2 = \psi_1' \cdot C_1 R$$



Черновик



$$I_{C_1}(t) = I_0 = I_{C_2} + I_R = I_{C_2} + \frac{\varphi_2}{R}$$

$$I_R = I_L \quad I_L \cdot L = \varphi_2 - \varphi_1$$

$$I_0 = C_1 U_1' = C_1 (\varepsilon - \varphi_2(t))' = \cancel{C_1} - C_1 \varphi_2'(t)$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{0,25} \Rightarrow \cancel{d} + d$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{5} = \cancel{d} + 3d$$

$$\Rightarrow \frac{1}{5} - \frac{1}{5} = d - 4 \quad \frac{1}{f} = 0 \quad f \rightarrow \infty$$



Чистовик

W<sup>o</sup>5

$$\begin{cases} \frac{1}{d} + \frac{1}{0,25} = D_{\text{зел}} + D_{\text{осков}} \\ \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = D_{\text{зел}} + 3D_{\text{осков}} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{1}{d} = D_{\text{зел}} + D_{\text{осков}} - 4 \\ \frac{1}{d} = D_{\text{зел}} + 3D_{\text{осков}} \end{cases}$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = D_{\text{зел}} + 3D_{\text{осков}}$$

$$\frac{1}{d} = D_{\text{зел}} + 3D_{\text{осков}}$$

~~f > 0,25 м~~ f >> 0,25 м

$$D_{\text{зел}} + D_{\text{осков}} - 4 = D_{\text{зел}} + 3D_{\text{осков}}$$

$$D_{\text{осков}} = -2 \text{ дптр} \quad 3D_{\text{осков}} = -6 \text{ дптр}$$

$$\begin{cases} \frac{1}{d} + \frac{1}{x} = D_{\text{зел}} \\ \frac{1}{d} + \frac{1}{0,25} = D_{\text{зел}} + D_{\text{осков}} \end{cases}$$

$$D_{\text{зел}} - \frac{1}{x} = D_{\text{зел}} + D_{\text{осков}} - 4 = D_{\text{зел}} - 6$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{0,25} = D_{\text{зел}} + D_{\text{осков}}$$

$$\frac{1}{x} = 6 \Rightarrow x = \frac{1}{6} \text{ м}$$

$$\begin{cases} \frac{1}{d} + \frac{1}{0,25} = D_{\text{зел}} + D_{\text{осков}} \\ \frac{1}{d} + \frac{1}{0,5} = D_{\text{зел}} + D \end{cases}$$

$$D_{\text{зел}} + D_{\text{осков}} - 4 = D_{\text{зел}} + D - 2$$

$$-6 = D - 2$$

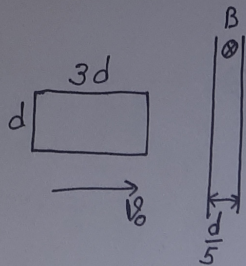
$$D = -4 \text{ дптр}$$

Ответ: 1)  $x = \frac{1}{6} \text{ м}$ ,  $3D_{\text{осков}} = -6 \text{ дптр}$

2)  $D = -4 \text{ дптр}$

3





Чистовик

№ 4

$$\mathcal{E} = (BS)' = B \cdot (d \cdot v_0 t)' = B d v_0 = \mathcal{I} R$$

$$\mathcal{I} = \frac{B d v_0}{R} \quad \mathcal{I} B L = m a$$

$$\frac{B d v_0}{R} \cdot B \cdot s d = m a \Rightarrow a = \frac{s B^2 d^2 v_0}{m R} \quad \text{сразу после вхождения в поле}$$

Когда правая часть будет касаться правого

края поля  $\mathcal{E} = (BS)' = 0 \Rightarrow a = 0$

Из формулы (1) видно, что ускорение меняется ( $v \neq \text{const}$ ) в

момент нахождения правого конца рамки в поле

Ответ: 1)  $a = \frac{s B^2 d^2 v_0}{m R}$

2) -

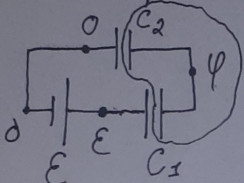
3) -



# Чистовик

№3

Рассмотрим цепь до замыкания ключа



Выделим изолированную область.  
Поскольку изначально конденсаторы были разряжены, то:  $|q_{C2}| = |q_{C1}|$

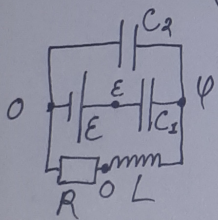
Используем метод узловых потенциалов

$$C_2 \cdot U_{C2} = C_1 \cdot U_{C1}$$

$$4C \cdot \varphi = C(\varepsilon - \varphi) \Rightarrow \varphi = \frac{\varepsilon}{5}$$

$$U_{C1} = \frac{4}{5}\varepsilon, U_{C2} = \frac{1}{5}\varepsilon$$

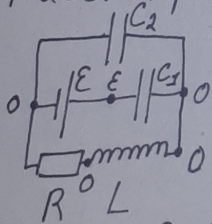
Сразу после замыкания напряжение на конденсаторах и ток на катушке скачком не изменится  $\Rightarrow I_L(0) = 0, U_{C1}(0) = \frac{4\varepsilon}{5}, U_{C2}(0) = \frac{\varepsilon}{5}$



$$I_L(0) = 0 \Rightarrow I_R(0) = 0 \Rightarrow U_R = 0$$

$$U_L = \varphi - 0 = \frac{\varepsilon}{5} \quad I'_L(0) = \frac{U_L}{L} = \frac{\varepsilon}{5L}$$

Рассмотрим цепь в уст. реж.



$U_L(t_{уст}) = I_C(t_{уст}) = 0$  (по контуру  $RLC_2$  тока тоже нет)

$I_{C1}(t_{уст}) = 0 \Rightarrow$  тока в цепи нет  $\Rightarrow U_R = 0$

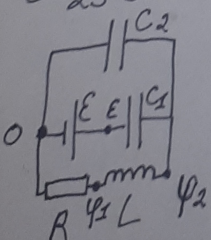
$$U_{C1}(t_{уст}) = \varepsilon - 0 = \varepsilon \quad U_{C2}(t_{уст}) = 0 - 0 = 0$$

$$\text{ЗСЭ: } \frac{C_1 \cdot U_1^2(0)}{2} + \frac{C_2 \cdot U_2^2(0)}{2} + Q = \frac{C_1 \cdot U_1^2(t_{уст})}{2} + \frac{C_2 \cdot U_2^2(t_{уст})}{2}$$

$$C \cdot \frac{16}{25} \varepsilon^2 + 4C \cdot \frac{1}{25} \varepsilon^2 + 2Q = C \cdot \varepsilon^2$$

$$\frac{4}{5} C \varepsilon^2 + 2Q = C \varepsilon^2 \Rightarrow Q = \frac{CE^2}{10}$$

$$I_{C1} = I_0 = I_{C2} + I_R \quad I_R = I_L \quad I_R = \frac{\varphi_1}{R}$$



Ответ: 1)  $I'(0) = \frac{\varepsilon}{5L}$

2)  $Q = \frac{CE^2}{10}$

3) —