Часть 1

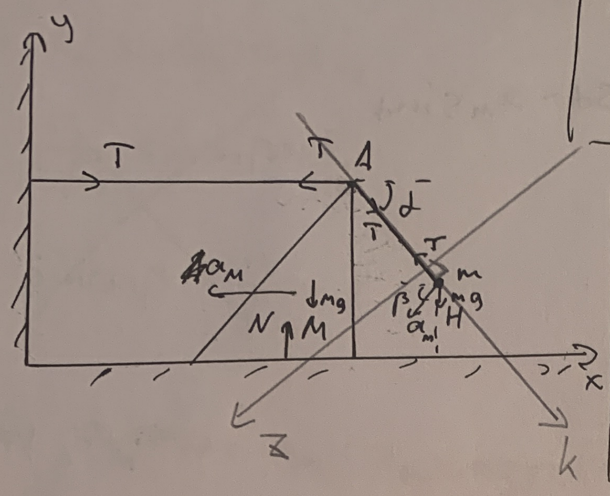
Олимпиада: **Физика, 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21202128**

ID профиля: **305580**

Вариант 3

№1. Чистовик



$\cos\alpha = \frac{5}{13}$;

H

$\alpha(t) = const$

1. β - ?
2. a_M - ?
3. $\frac{m}{M}$ - ?
4. T_x - ? - время через которое шар достигнет стола.

Решение.

1) расставим силы

II зак. Ньютона для клина на горизонт. ось:

$\boxed{Ma_M = T(1-\cos\alpha)} \rightarrow \boxed{T = \frac{13}{8} Ma_M}$

2) II з. Н. для шара на O_z:

$ma_z = mg\cos\alpha$

$a_z = g\cos\alpha$

3) Сядем в С.О.т. A $\boxed{a_A = a_M}$, т.к. нить не растяж. и $\alpha(t) = const$, то ~~шарик~~ уск. шарика в С.О.т.А. направлено вдоль нити и равно $\boxed{a_0 = a_A}$

4)
$$a_{0z} = 0 = a_{mz} - a_{Mz} = g\cos\alpha - a_M\sin\alpha$$

$$\boxed{a_M = \frac{g}{tg\alpha} = \frac{5}{12}g}$$

5) ~~$Ma_M = T(1-\cos\alpha)$~~

$\cancel{T_z}$

Ось k:

$$\begin{cases} a_{0k} = a_M \\ a_{0k} = a_A\cos\alpha + \sqrt{a_m^2 - a_{mz}^2} \end{cases}$$

$$a_M = a_M\cos\alpha + \sqrt{a_m^2 - g^2\cos^2\alpha}$$

$$\frac{10}{39}g = \sqrt{a_m^2 - \frac{25}{169}g^2}$$

$$\boxed{a_m = \frac{5}{39}\sqrt{13}\,g} \boxed{= \frac{5}{3\sqrt{13}}g}$$

~~6)~~ $\cancel{a_m \sin(\alpha+\beta) = a_{my}}$

$\cancel{\frac{5}{3\sqrt{13}} \sin(\alpha+\beta) = \frac{5}{13}}$

$\cancel{\sin(\alpha+\beta) = \frac{3}{\sqrt{13}}}$

6) $a_M \cos\alpha = a_M - a_m \cos\beta$ – ускорение в проекции на Ox.

$$\frac{\cancel{5}}{\cancel{3}\sqrt{13}} \cos\beta = \frac{\overset{2}{\cancel{10}}}{\underset{13}{\cancel{39}}}$$

$$\boxed{\cos\beta = \frac{2}{\sqrt{13}}}$$

7) Найдём $\frac{m}{M}$:

$\underline{\text{II}}$ закон Ньютона для шарика:

$$\begin{cases} m a_{my} = T\sin\alpha - mg \\ m a_{mx} = T\cos\alpha \end{cases}$$

$$\frac{a_{my}}{a_{mx}} = \operatorname{tg}\beta = \frac{3}{2} = \frac{T\sin\alpha - mg}{T\cos\alpha} = \frac{\frac{3}{2} M a_m - mg}{\frac{5}{8} M a_m}$$

$$mg = M a_m \left(\frac{3}{2} - \frac{15}{16}\right) = \frac{9}{16} M a_m = \frac{15}{64} Mg$$

$$\boxed{m = \frac{15}{64} M}$$

Продолжение №1. Чистовик

8) Найдём T_x:

$$M = \frac{a_{my} T_x^2}{2} = \frac{a_m T_x^2 \sin\beta}{2}$$

$$T_x = \sqrt{\frac{2M}{\frac{5}{3\sqrt{13}} g \cdot \frac{3}{\sqrt{13}}}} = \sqrt{\frac{2M}{\frac{5}{13} g}}$$

$$T_x = \sqrt{\frac{26M}{5g}}$$

Ответ. 1. $\cos\beta = \frac{2}{\sqrt{13}}$;

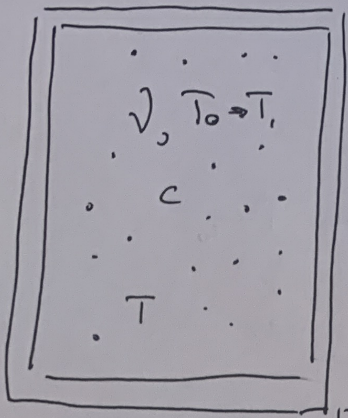
2. $a_M = \frac{5}{12} g$;

3. $\frac{m}{M} = \frac{15}{64}$;

4. $T_x = \sqrt{\frac{26M}{5g}}$;

21202128 (U305580 M1269486)

№2. Чистовик



$T_1 = \frac{3}{5} T_0$

$$\boxed{c = 3R\frac{T}{T_0}}$$

1. Q_1 - ?

$Q_1 = Q(T_0 \to T_1)$

2. $T_2 = T(A_{min})$ - ?

3. A_{min} - ?

Решение.

1) $$\frac{dQ}{dT} = c$$

$$dQ = c(T)\,dT$$

$$Q_1 = \int_{T_0}^{T_1} c(T)\,dT = \frac{3}{2}\frac{R}{T_0} T^2 \Big|_{T_0}^{T_1} = \frac{3}{2}\frac{R}{T_0}\left(T_1^2 - T_0^2\right) =$$

$$= -\frac{3}{2}\cdot\frac{16}{25} RT_0 = -\frac{24}{25} RT_0.$$

2) $T_2 = T(A_{min})$ - ?

$$dQ = du + \delta A$$

$$\boxed{Q = u + A}$$

$$\boxed{\frac{3}{2}\frac{R}{T_0}\left(T^2 - T_0^2\right) = \frac{3}{2}R(T - T_0) + A}$$

$$A(T) = \frac{3}{2} R(T-T_0)\left(\frac{T+T_0}{T_0}-1\right)$$

$$\boxed{A(T) = \frac{3}{2} RT(T-T_0)} \to A_{min}=0 \text{ при } T=T_0$$

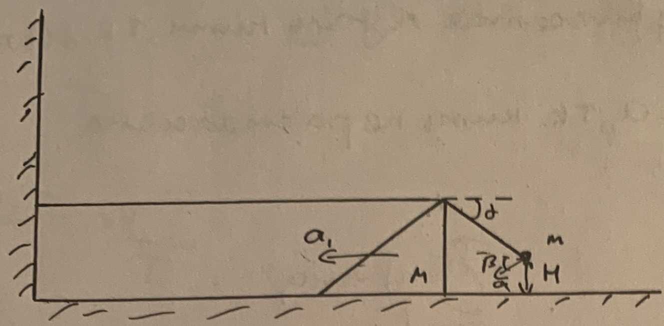
$$\boxed{T_2 = T_0}$$

Ответ. 1. $Q_1 = -\frac{24}{25} RT_0$;

2. $T_2 = T_0$;

3. $A_{min} = 0$;

№1. Черновик.



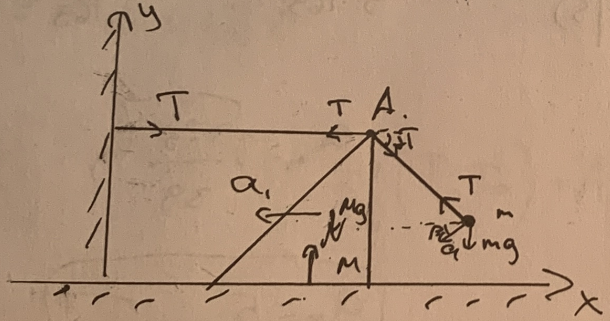
$$\boxed{\begin{aligned} &M; \\ &\cos\alpha = \frac{5}{13} \end{aligned}} \Rightarrow \alpha =$$

$$\boxed{\alpha(t) = const}$$

1. β - ?
2. a_1 - ?
3. $\frac{m}{M}$ - ?
4. T_x - ? - время через которое шар достигнет стола

Решение.

1) Расставим силы.



II закон Ньютона для клина в проекции на Ox:

$$Ma_1 = T(1 - \cos\alpha)$$

$$\boxed{Ma_1 = \frac{8}{13}T}$$

2) ~~Т.к. $\alpha(t) = const$, то садясь в С.О. т.А~~

II закон Ньютона для шарика:

$$\begin{cases} ma_x = T\cos\alpha \\ ma_y = T\sin\alpha - mg \end{cases}$$

№2. Черновик

$\nu \quad T_0 \to T$ $\qquad T = \frac{3}{5} T_0$

$c(T) = 3R \frac{T}{T_0}$

$Q = \int_{T_0}^{T} c(T)\,dT = \frac{3R}{T_0}\left(\frac{T^2}{2} - \frac{T_0^2}{2}\right) = \frac{3}{2}\frac{R}{T_0}\left(\cdot \frac{16}{25}T_0^2\right.$

$\boxed{Q = \frac{24}{25} R T_0^2}$

$a\cos\alpha = a - a_x \cos\beta$

$dQ = du + \delta A$

$\frac{3R}{2T_0}\left(T^2 - T_0^2\right) = \frac{3}{2}R\left(T - T_0\right) + A_2.$

$A_2 = \frac{3}{2} R(T - T_0)\left(\frac{T+T_0}{T_0} - 1\right)$

$A_2 = \frac{3}{2}\frac{RT}{T_0}\left(T - T_0\right)$ $\qquad \boxed{A_{2\min} = \frac{3}{8} R T_0}$

$A'_{2T} = \frac{3}{2}\frac{R(T - T_0)}{T_0} + \frac{3}{2}\frac{RT}{T_0}$

$\boxed{2T = T_0}$ $\quad T = \frac{T_0}{2}$

21202128 (U305580 M1269486)

Часть 2

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

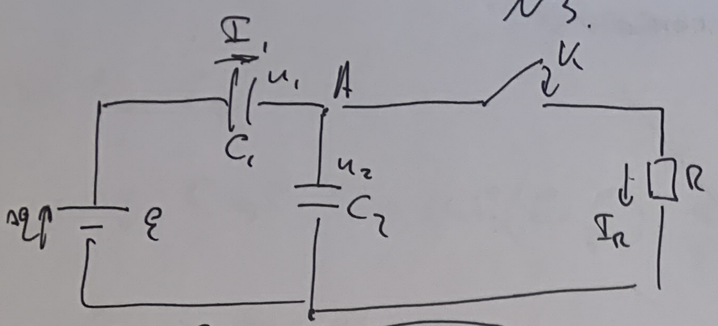
Шифр: **21202128**

ID профиля: **305580**

Вариант 3

№3.

Чистовик



1. I_{R_0} – ? (После замыкания)
2. Q_0 – ? (После замыкания)
3. U_{R_x} – ? (Когда $I_1 = I_0$)

$C_1 = 4C$
$C_2 = C$

$\boxed{\varepsilon, R, C}$

Решение.

1) Сразу после замыкания:

$$\begin{cases} \varepsilon = U_1 + U_2 \\ U_1 = \dfrac{q}{C_1} \\ U_2 = \dfrac{q}{C_2} \end{cases}$$

т.к. были соед. последовательно.

$$\rightarrow \boxed{q = \frac{4\varepsilon C}{5}} \rightarrow \boxed{U_1 = \frac{\varepsilon}{5} \quad U_2 = \frac{4}{5}\varepsilon}$$

$$\begin{cases} \varphi_A - \varphi_B = U_2 \\ \varphi_A - \varphi_B = I_{R_0} R \end{cases}$$

$$\boxed{I_{R_0} = \frac{4}{5}\frac{\varepsilon}{R}}$$

2) W_0 – нач. энергия в цепи;
W_k – конечная.

$$W_0 = \frac{C_1 U_1^2}{2} + \frac{C_2 U_2^2}{2} = \frac{C}{2}\left(\frac{4\varepsilon^2}{25} + \frac{16\varepsilon^2}{25}\right) = \frac{2}{5}\varepsilon^2 C.$$

ЗСЭ:

Работа источника

$$W_k = W_0 + A_{ист.} - Q_0 = \frac{C_1 \varepsilon^2}{2} = 2C\varepsilon^2$$

Продолжение №3. Чистовик

3) $A_{ист} = \mathcal{E}\Delta q$

$\Delta q = C_1 \mathcal{E} - C_1 u_1 = 4C\left(\mathcal{E} - \frac{\mathcal{E}}{5}\right) = \frac{16}{5}C\mathcal{E}$

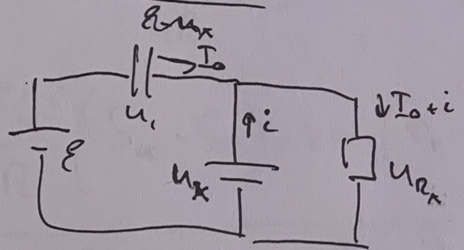
$A_{ист} = \frac{16}{5}C\mathcal{E}^2$

$\cancel{Q_0 =}$

$$\begin{cases} W_0 + \frac{16}{5}C\mathcal{E}^2 - Q_0 = 2C\mathcal{E}^2 \\ W_0 = \frac{2}{5}C\mathcal{E}^2 \end{cases}$$

$$\boxed{Q_0 = \frac{8}{5}C\mathcal{E}^2}$$

4)



$\mathcal{E} = u_1 + u_x$

$\mathcal{E} = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2}$

$\frac{d\mathcal{E}}{dt} = 0 = \frac{I_0}{C_1} + \frac{i}{C_2}$

$i = \left| -\frac{I_0 C_2}{C_1} \right| = \frac{I_0}{4}$

$$\boxed{u_{R_x} = R(I_0 + i) = \frac{5}{4}I_0 R}$$

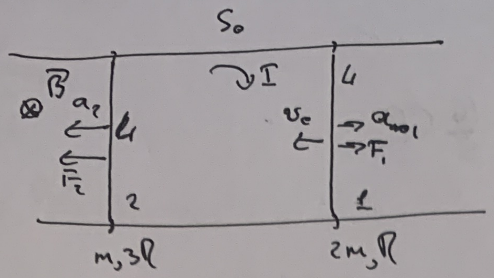
Ответ. 1. $I_{R_0} = \frac{4}{5}\frac{\mathcal{E}}{R}$

2. $Q_0 = \frac{8}{5}C\mathcal{E}^2$

3. $u_{R_x} = \frac{5}{4}I_0 R$

Чистовик

№4.



1. a_{10} - ?
2. $v_{1к}$ - ?
   $v_{2к}$ - ?
3. $S_к$ - ?

S_0, m, R, B, v_0, l

Решение.

1) $\mathcal{E}_{инд.0}$ - в нач. мом:

$$\mathcal{E}_{инд.0} = \frac{d\Phi}{dt} = Blv_0$$

$$I_0 = \frac{\mathcal{E}_{инд0}}{4R} = \frac{Blv_0}{4R}$$

$$F_{10} = BI_0 l = a_{10} \cdot 2m$$

$$2ma_{10} = \frac{B^2 l^2 v_0}{4R} \rightarrow \boxed{a_{10} = \frac{B^2 l^2 v_0^2}{8mR}}$$

2) Т.к. в любой. мом. времени $F_1 = F_2 = BIl$, то импульс системы сохраняется, а конечные скорости будут равны:

$$v_{1к} = v_{2к}$$

$$2mv_0 = 2mv_{1к} + mv_{2к} \rightarrow \boxed{v_{1,2к} = \frac{2}{3} v_0}$$

3) $$\begin{cases} F_1 = F_2 = BIL \\ I = \dfrac{\mathcal{E}_{инд}}{4R} \\ \mathcal{E}_{инд} = BL(v_1 - v_2) \end{cases}$$

$$\frac{2m\,dv_1}{dt} = BIL = BL\frac{\mathcal{E}_{инд}}{4R} = \frac{B^2L^2}{4R}(v_1 - v_2)$$

$$2m\,dv_1 = \frac{B^2L^2}{4R}\cancel{t}\underbrace{(v_{отн}\,dt)}_{=dS}$$

$$2m\,dv_1 = \frac{B^2L^2}{4R}dS$$

$$\frac{B^2L^2}{4R}(S_к - S_0) = 2m(v_{1к} - v_0)$$

$$\boxed{S_к = -\frac{8Rm}{3B^2L^2}v_0 + S_0 = S_0 - \frac{8mRv_0}{3B^2L^2}}$$

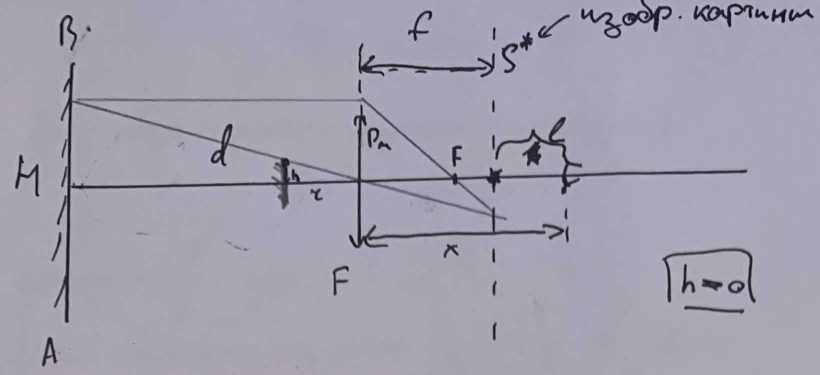
Ответ. 1. $a_{10} = \dfrac{B^2L^2v_0^2}{8mR}$

2. $v_{1к} = v_{2к} = \dfrac{2}{3}v_0$

3. $S_к = S_0 - \dfrac{8}{3}\dfrac{mRv_0}{B^2L^2}$

21202128 (U305580 M1269487)

№5. Чистовик.



$\boxed{h=0}$

$F = 18$ см

$l = 24$ см

$M = 9$ см

$d = 72$ см

1. x –?
2. D_m –? – мин. диаметр, чтобы увидеть картину целиком
3. r –?

Решение.

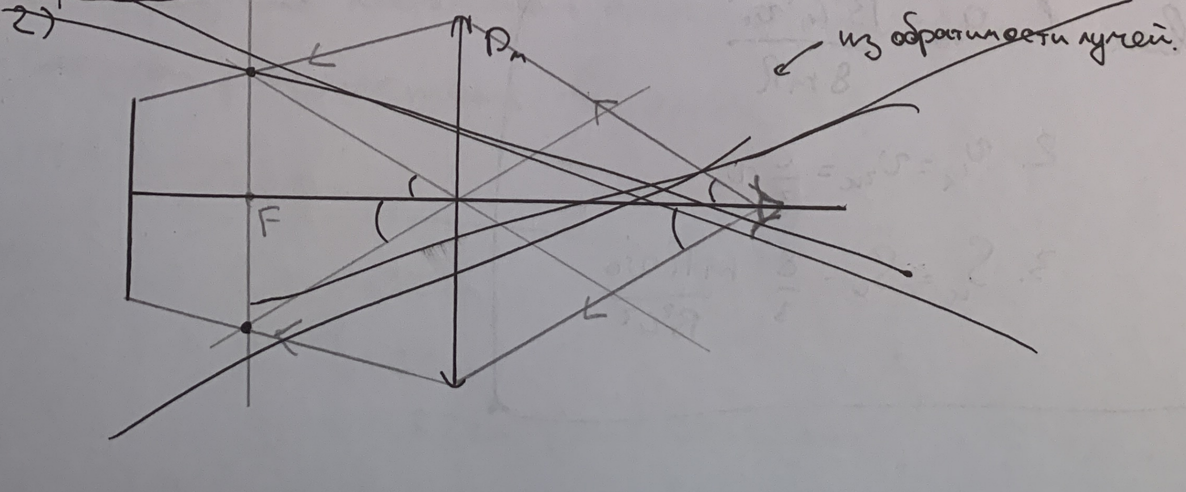
1) $x = f + l$

Формула тонк. линзы:

$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \rightarrow \boxed{f = \frac{dF}{d-F} = 24\text{ см}} \rightarrow \boxed{x = 48\text{ см}}$

~~$x = 48$ см~~

2)

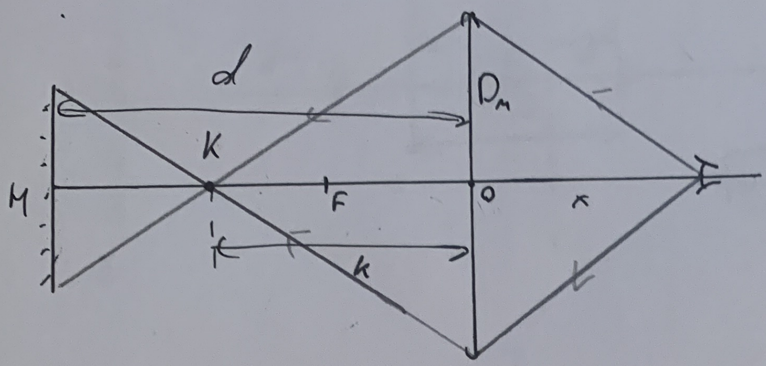


21202128 (U305580 M1269487)

Лист 5 из 6

Продолжение №5. Чистовик.

2) Из обратимости лучей следует:



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{x} + \frac{1}{k} \Rightarrow k = \frac{Fx}{x-F} = 28{,}8 \text{ см.}$$

Из подобия ~~△~~ следует:

$$\frac{M}{d-k} = \frac{D_m}{k} \Rightarrow \boxed{D_m = \frac{Mk}{d-k} = 6 \text{ см}}$$

3) Все лучи, ~~все~~ исходящие из глаза, после преломления пересекаются в точке K, значит из обратимости лучей следует, что небольшой непрозрачный экран следует разместить в точке K:

$r = k = 28{,}8$ см

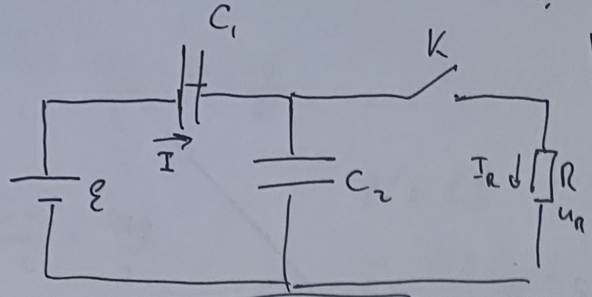
Ответ. 1. $x = 48$ см

2. $D_m = 6$ см

3. $r = 28{,}8$ см (левее линзы)

№3.

Черновик

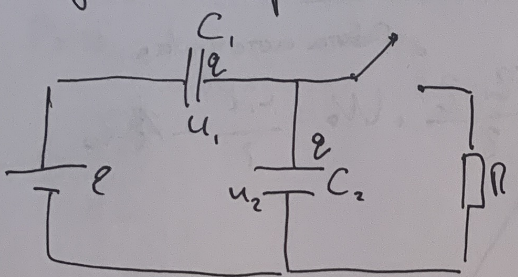


$$\boxed{\begin{aligned} C_1 &= C; \quad \mathcal{E} \\ C_2 &= 4C; \end{aligned}}$$

1. I_{R_0} - ? (сразу после замыкания K)
2. Q_0 - ? (кол-во теплоты, выделевш. в цепи после замыкания K_1.
3. U_{R_x} - ? (в момент когда $I = I_0$)

Решение.

1) Найдём напряж. на конденс. до замыкания ключа.

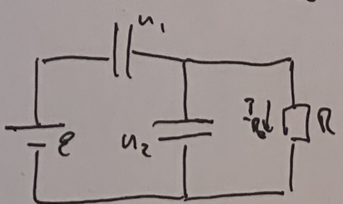


Заряды на конденс. равны q, т.к. соеденены последовательно.

$$\mathcal{E} = U_1 + U_2 = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} = q\,\frac{C_1 + C_2}{C_1 C_2} = \frac{5}{4}\,\frac{q}{C}$$

$$\boxed{q = \frac{4\mathcal{E}C}{5}} \rightarrow \boxed{\begin{aligned} U_1 &= \frac{4}{5}\mathcal{E} \\ U_2 &= \frac{\mathcal{E}}{5} \end{aligned}}$$

2) Найдём I_{R_0}:



$$I_{R_0} \cdot R = U_2 = \frac{\mathcal{E}}{5} \rightarrow \boxed{I_{R_0} = \frac{\mathcal{E}}{5R}}$$

Черновик

$$\frac{q^2}{2C} = E = \frac{Uq}{2} \quad U = \frac{q}{C}$$

$$\frac{CU^2}{2} = \frac{Uq}{2}$$

$$N = \mathcal{E} I$$

$$E = \int \mathcal{E} I \, dt$$

$$IBL = 2ma_1 = ma_2$$

$$\frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} = \mathcal{E}$$

$$\frac{2m\,dv_1}{dt} = \frac{m\,dv_2}{dt} = IBL$$

$$\cancel{\frac{dQ}{dt} = I^2R = \frac{\mathcal{E}^2}{R} = \frac{B^2 v_{отн}^2 L^2}{R}}$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{4R} = \frac{BL(v_1 - v_2)}{4R}$$

$$\mathcal{E} = B v_{отн} L$$

$$\frac{\mathcal{E}^2}{4R} = \frac{dQ}{dt}$$

$$F = \frac{B^2L^2}{4R}(v_1 - v_2) = \frac{2m\,dv_1}{dt} = \cancel{\frac{m\,dv_2}{dt}}$$

$$dQ = \frac{B^2L^2}{4R^2} v_{отн}^2 \, dt$$

$$\frac{B^2L}{4R} dS = 2m\,dv_1$$

$$dQ = \frac{B^2L^2}{4R^2} v_{отн} \, dS$$