Часть 1

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

Шифр: **21201780**

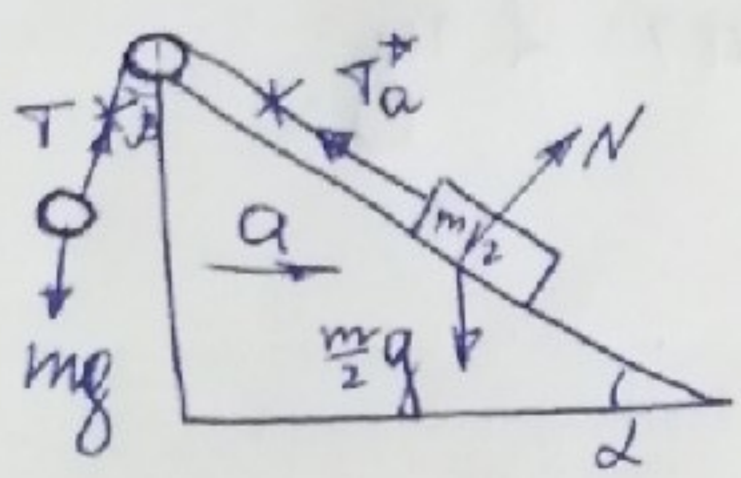
ID профиля: **890623**

Вариант 7

Задача 1

Чистовик

Лист 1 из 5



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

$\cos\beta = \frac{3}{5}$

1) $T\cos\beta = mg$

$T\sin\beta = ma$

$tg\beta = \frac{a}{g} \Rightarrow a = g\,tg\beta = \frac{4}{3}g$

$$\begin{cases} T\cos\alpha - N\sin\alpha = \frac{m}{2}(a^*\cos\alpha - a) \\ T\sin\alpha + N\cos\alpha - \frac{mg}{2} = \frac{m}{2}a^*\sin\alpha \end{cases}$$

$$T = \sqrt{(ma)^2 + (mg)^2} = mg\sqrt{1 + \frac{a^2}{g^2}} = mg\sqrt{1 + tg^2\beta}$$

$$T = \frac{mg}{\cos\beta}$$

1) $\frac{5mg}{3} \cdot \frac{5}{13} - \frac{12}{13}N = \frac{m}{2}a^* \cdot \frac{5}{13} - \frac{m}{2}g \cdot \frac{4}{3}$

$\frac{25+26}{39}mg - \frac{12}{13}N = \frac{m}{2}a^* \cdot \frac{5}{13}$

$\frac{51}{39}mg - \frac{12}{13}N = \frac{5}{26}ma^*$

2) $\frac{5}{3}mg \cdot \frac{12}{13} + \frac{5}{13}N - \frac{mg}{2} = \frac{12}{26}ma^*$

$-\frac{mg}{2} + \frac{60mg}{39} + \frac{5}{13}N = \frac{12}{26}ma^*$

Чистовик

Лист 2 из 5

$$\begin{cases} \frac{51}{39} mg - \frac{12}{13} N = \frac{5}{26} ma^* \\ -\frac{mg}{2} + \frac{60}{39} mg + \frac{5}{13} N = \frac{12}{26} ma^* \end{cases}$$

$$\begin{cases} 17mg - 12N = 2.5ma^* \\ -6{,}5mg + 20mg + 5N = 6ma^* \end{cases}$$

$$\begin{cases} 17mg - 12N = 2.5ma^* \\ 13{,}5mg + 5N = 6ma^* \end{cases} \Big| \begin{matrix} 5 \\ 12 \end{matrix}$$

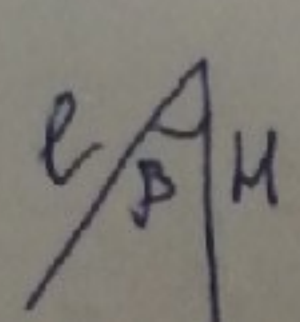
$$\begin{cases} 85mg - 60N = 12.5ma^* \\ 162mg + 60N = 72ma^* \end{cases}$$

Сложим и получим:

$$247mg = 84{,}5ma^*$$

$$a^* = \frac{494}{169} g$$ – относительное ускорение

удлинение нити $l = \frac{a^* t^2}{2}$



$$\cos\beta = \frac{H}{l} \qquad l = \frac{H}{\cos\beta} = \frac{a^* t^2}{2}$$

2) $$t = \sqrt{\frac{2H}{\cos\beta \cdot a^*}}$$

Ответ: относительное ускорение $a^* = \frac{494}{169} g$

1) $a = \frac{4}{3} g$

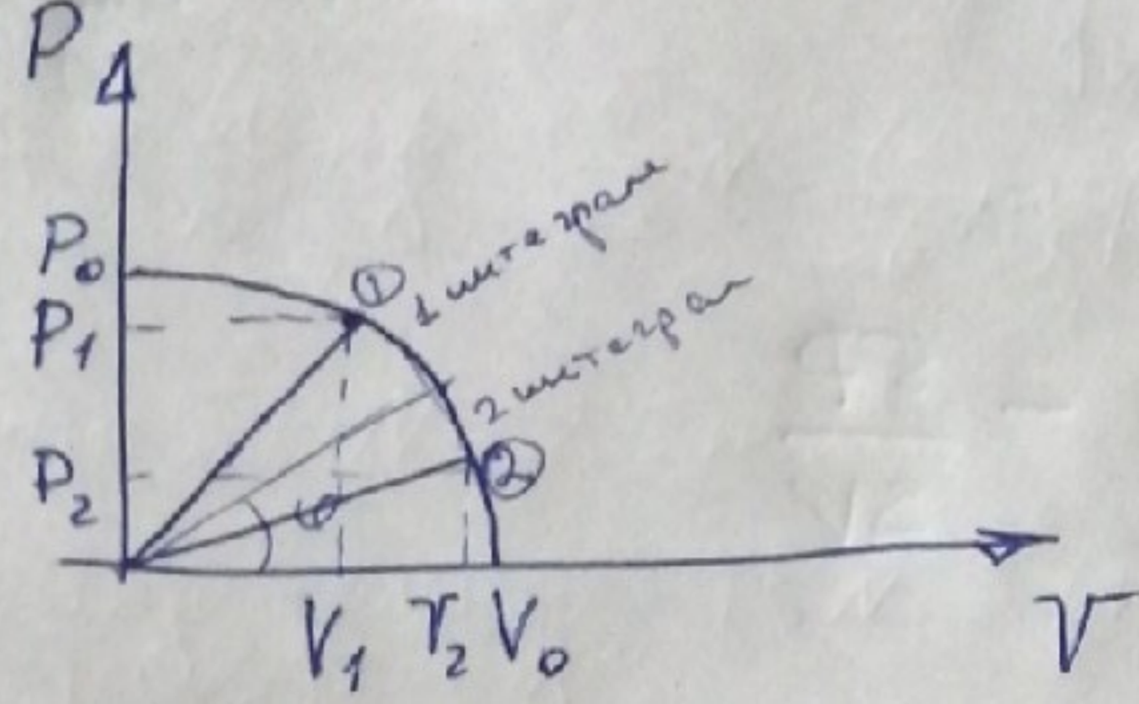
3) $$t = \sqrt{\frac{2H}{\cos\beta \cdot a^*}}$$

ЗАДАЧА 2

Чистовик

лист 3 из 5

1)



1) $P_1 = P_0 \cos 30°$

$P_2 = P_0 \sin 15°$

$V_1 = V_0 \sin 30°$

$V_2 = V_0 \cos 15°$

2) $$\frac{T_1 - T_2}{T_2} = \frac{\frac{P_1 V_1}{\nu R} - \frac{P_2 V_2}{\nu R}}{\frac{P_2 V_2}{\nu R}} =$$

$$= \frac{\cos 30° \sin 30° - \sin 15° \cos 15°}{\cos 15° \sin 15°} =$$

3) $$= \frac{\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2} - \frac{(\sqrt{3}-1)}{2\sqrt{2}} \cdot \frac{(\sqrt{3}+1)}{2\sqrt{2}}}{\frac{(\sqrt{3}-1)(\sqrt{3}+1)}{(2\sqrt{2})^2}} = \sqrt{3} - 1$$

2) $\frac{dQ}{dt} = 0$

Уравнение окружности:

$$\left(\frac{P}{P_0}\right)^2 + \left(\frac{V}{V_0}\right)^2 = const$$

$$\frac{3}{2}\nu R \Delta T + P \Delta V = \frac{5}{2} P \Delta V + \frac{3}{2} V \Delta p$$

возьмем дифференциал от уравнения окружности.

$$\frac{2p\Delta P}{P_0^2} + \frac{2V\Delta V}{V_0^2} = 0, \Rightarrow \frac{\Delta P}{\Delta V} = \frac{-P_0^2}{V_0^2} \cdot \frac{V}{P}$$

перепишем так же $\frac{dQ}{dt}$, или

Чистовик

Лист 4 из 5

$$\frac{\Delta P}{\Delta V} = -\frac{5P}{3V}$$

Приравн~~иваем~~ ищем $-\frac{P_0^2}{V_0^2} \cdot \frac{V}{P} = -\frac{5P}{3V}$

$$\frac{3P_0^2}{5V_0^2} = \frac{P^2}{V^2}$$

$$\frac{P}{V} = \frac{P_0}{V_0}\sqrt{\frac{3}{5}} \Rightarrow \frac{\frac{P}{P_0}}{\frac{V}{V_0}} = \sqrt{\frac{3}{5}} = \operatorname{arctg}\varphi$$

3) $Q = \frac{5}{2} P dV + \frac{3}{2} V dP$

$V = V_0 \cos\alpha \qquad \Delta V = -V_0 \sin\alpha \Delta\alpha$

$P = P_0 \sin\alpha \qquad \Delta P = -P_0 \cos\alpha \Delta\alpha$

Подставим в Q

$$dQ = \frac{5}{2} P_0 \sin^2\alpha \cdot (-V_0)\Delta\alpha + \frac{3}{2} V_0 P_0 \cos^2 \Delta\alpha$$

Проинтегрируем от 1 до 4 и от 4 до 2

$$\eta = \frac{Q^+ - Q^-}{Q^+} ; \int\Big(\underbrace{\frac{3\cos^2\alpha}{2}}_{Q^+} - \underbrace{\frac{5}{2}\sin^2\alpha}_{Q^-}\Big) d\alpha =$$

$$= \frac{2\sin(2\alpha) - \alpha}{2}$$

Интегрируем от 30 до φ по модулю продолж.

$$\eta = \frac{\left|\int_1^{\varphi} Y\right| - \left|\int_{\varphi}^{2} Y\right|}{\left|\int_1^{\varphi} Y\right|} = \left(\left|\sin 2\alpha - \frac{\alpha}{2}\Big|_{30}^{4}\right| - \left|\sin\alpha - \frac{\alpha}{2}\Big|_{\varphi}^{5}\right|\right) :$$

в ход.

Чистовик

лист 5 из 5

$$: \left| \sin 2\alpha - \frac{\alpha}{2} \right|_{30}^{4}$$

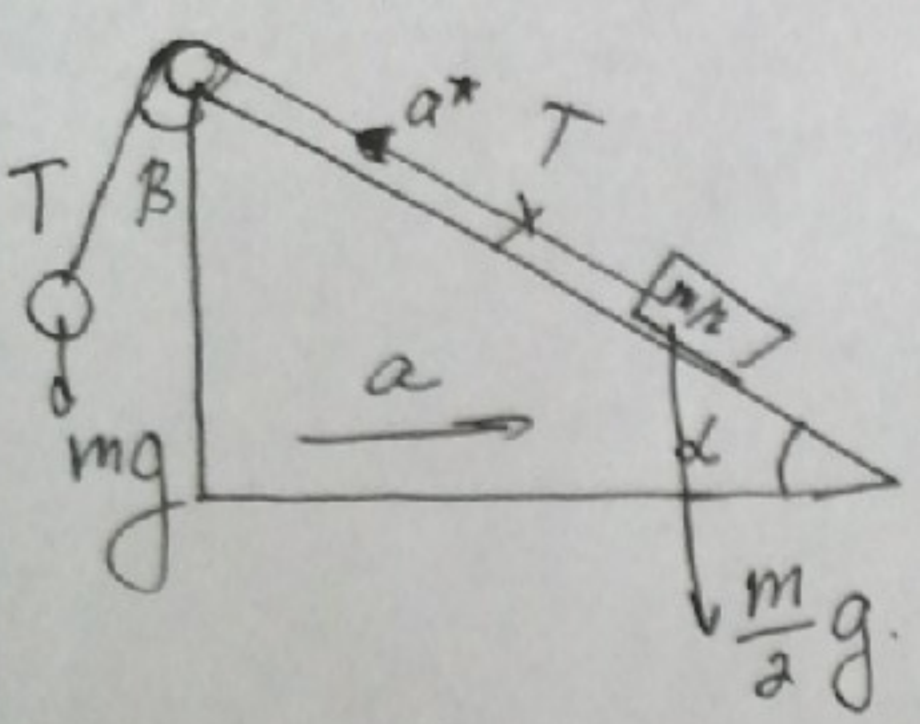
$$\beta = \operatorname{arctg} \frac{P_0}{N_0} \sqrt{\frac{3}{5}}$$

$$\eta = \frac{\sin 60 + \sin 10}{\sin 60 - \sin(\operatorname{arctg} \beta) + \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{\pi}{12}}$$

~~Чистовик~~. Лист ...

Черновик. Лист 1

Задача 1.



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

$\cancel{\sin}$

$\cos\beta = \frac{3}{5}.$

1) $T\cos\beta = mg$

$T\sin\beta = ma$

$tg\,\beta = \frac{a}{g} \Longrightarrow a = g\,tg\,\beta = \frac{4}{3}g.$

$T\cos\alpha - N\sin\alpha = \frac{m}{2}(a^*\cos\alpha - a)$

$T\sin\alpha - N\cos\alpha = \frac{mg}{2}a^*\sin\alpha$

$T = \sqrt{(ma)^2 + (mg)^2} = mg\sqrt{1 + \frac{a^2}{g^2}} = mg\sqrt{1 + tg^2\beta}$

$T = \frac{mg}{\cos\beta}.$

1) $\frac{5mg}{3} - \frac{5}{13} - \frac{12}{13}N = \frac{m}{2}a^* \cdot \frac{5}{13} - \frac{m}{2}\cdot\frac{4}{3}g$

$\frac{25+26}{39}mg - \frac{12}{13}N = \frac{m}{2}\cdot a^* \cdot \frac{5}{13}$

$\frac{51}{39}mg - \frac{12}{13}N = \frac{5}{26}ma^*$

Лист 2.
Черновик.

2) $\frac{5}{3} mg + \frac{12}{13} + \frac{5}{13} N - \frac{mg}{2} = \frac{12}{26} ma^*$

$-\frac{mg}{2} + \frac{60\, mg}{39} + \frac{5}{13} N = \frac{12}{26} ma^*$

$$\begin{cases} 51\, mg - \frac{12}{13} N = \frac{5}{26} ma^* \\ -\frac{mg}{2} + \frac{60}{39} mg + \frac{5}{13} N = \frac{12}{26} ma^* \end{cases}$$

$$\begin{cases} 17mg - 12N = 2{,}5\, ma^* \\ -6{,}5\, mg + 20mg + 5N = 6\, ma^* \end{cases}$$

$$\begin{cases} 17mg - 12N = 2{,}5\, ma^* \\ 13{,}5\, mg + 5N = 6\, ma^* \end{cases} \Bigg| \begin{matrix} 5 \\ 12 \end{matrix}$$

$$\begin{cases} 85\, mg - 60N = 12{,}5\, ma^* \\ 162\, mg + 60N = 72\, ma^* \end{cases}$$

Сложим и получим:

$247\, mg = 84{,}5\, ma^*$

$a^* = \frac{494}{169} g$ — относительное ускорение.

удлинение нити

Часть 2

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

Шифр: **21201780**

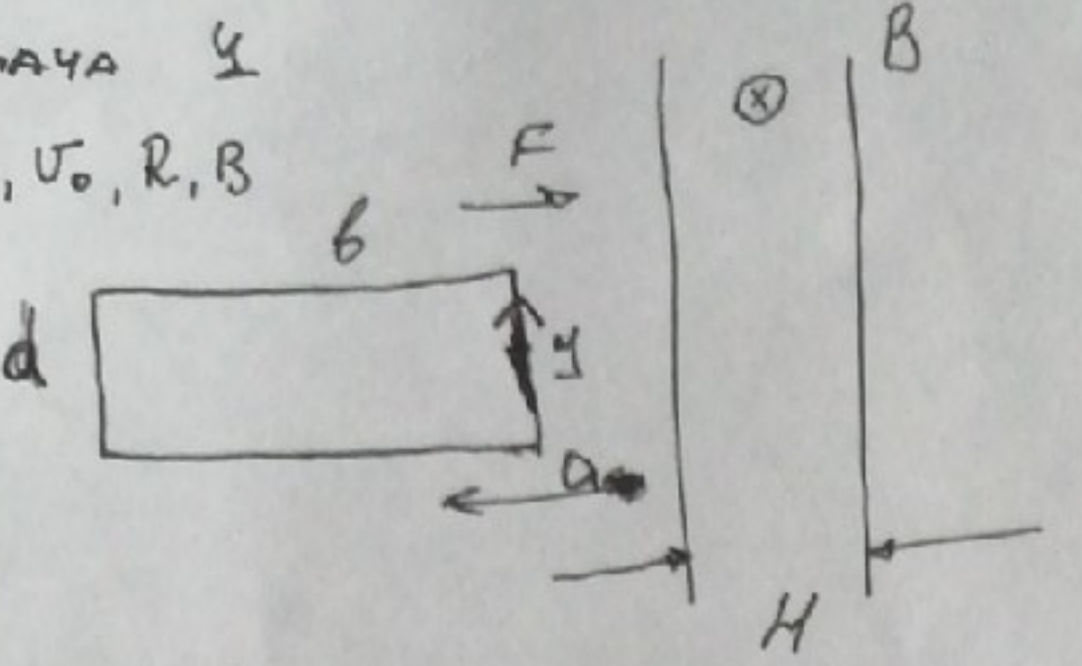
ID профиля: **890623**

Вариант 7

Чистовик. Вариант И-07. Лист 1 из

Задача 1

m, d, υ_0, R, B



1) Запишем закон электромагнитной индукции

$\varepsilon = -\Phi'$

$\varepsilon = -B \cdot \dot{S} = -Bd\dot{x}$; (1)

а также

$\varepsilon = IR$ (2)

Сначала будет замедление, потом ускорение

2) Приравняем (1) = (2)

$IR = -Bd\dot{x}$

3) $F = [I \times B]L$ Запишем силу Ампера:

$m\ddot{x} = -Bd\left(-\frac{Bd}{R} \cdot \dot{x}\right) = \frac{B^2 d^2}{R}\dot{x}$

4) $\boxed{a_0 = \frac{B^2 d^2}{mR}\upsilon_0}$

$\int\limits_{\upsilon_0}^{\upsilon_1} m\,d\upsilon = \int\limits_0^H \frac{B^2 d^2 \cdot dx}{R} \Rightarrow \boxed{-m(\upsilon_1 - \upsilon_0) = \frac{B^2 d^2}{R}H}$

$\Rightarrow \upsilon_1 = -\frac{B^2 d^2}{mR}H + \upsilon_0, \quad \upsilon_0 > \frac{B^2 d^2}{mR}H$

5) Т.к. после выхода правого конца из вертикального куска, то $a = 0$ потом замедление

$\int\limits_{\upsilon_1}^{\upsilon_2} m\,d\upsilon = -\int\limits_0^H \frac{B^2 d^2}{R}\,dx$

$(\upsilon_2 - \upsilon_1)m = -\frac{B^2 d^2 H}{R}$

$\boxed{\upsilon_2 = \upsilon_1 - \frac{B^2 d^2 H}{Rm}}$

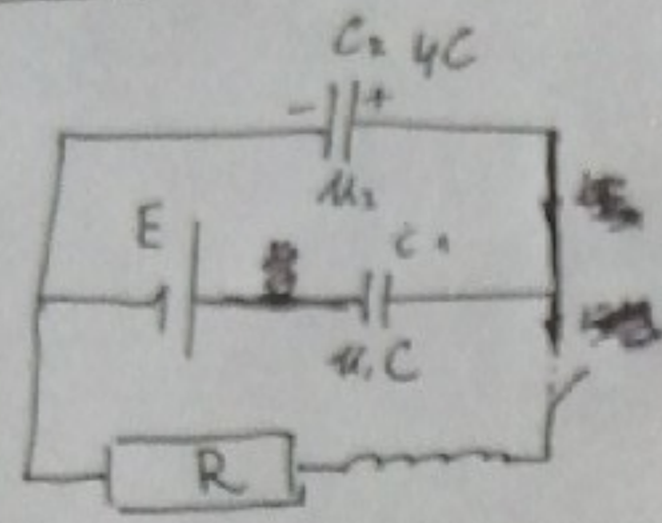
Ответ: 1) $a_0 = \frac{B^2 d^2}{mR}\upsilon_0$

2) $\upsilon_1 = -\frac{B^2 d^2}{Rm}H + \upsilon_0 = -\frac{B^2 d^3}{5Rm} + \upsilon_0$

3) $\upsilon_2 = \upsilon_0$

Чистовик В и-07. Лист 2

Задача 3



1.1) Источник

$U_1 + U_2 = E$

$q_1 = q_2$

2) $C_1 U_1 = C_2 U_2$

$C U_1 = 4C \cdot U_2$

$U_1 = 4U_2$

$5U_2 = E$

3) $\boxed{U_2 = \frac{E}{5} \quad U_1 = \frac{4E}{5}}$

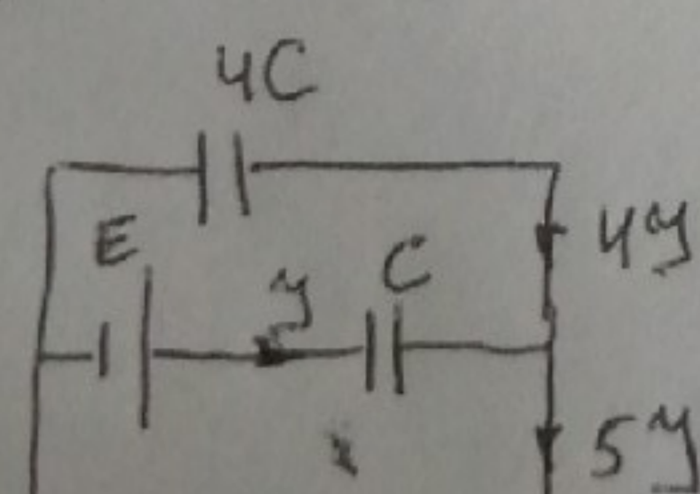
4) Запишем закон Кирхгофа

$L\frac{dI}{dt} + RI = E - \frac{4E}{5} = \frac{E}{5}$, т.к. $I = 0$ в начальный момент

$\frac{L\,dI}{dt} = \frac{E}{5}$

$\frac{dI}{dt} = \frac{E}{5L}$

2. После замыкания ключа

5) 

Всё будет происходить ровно до того момента, пока сила тока в резисторе не станет равна 0

⇓

Все установится, значит данный наступит момент, когда

$U_2^* = 0$

$U_1^* = E$

Запишем ЗСЭ

Шитовкин Лист 3
ВИ-07.

$$W_н = \frac{CU_1^2}{2} + \frac{4CU_2^2}{2}$$

$$W_к = \frac{CU_1^{*2}}{2} + \cancel{\frac{4CU_2^{*2}}{2}}, \text{ т.к. } U_2^* = 0$$

0

теперь $A_{ист}$

$$A_{ист} = qE = C(U_1^* - U_1)E$$

$$W_н + A_{ист} = Q + W_к$$

$$Q = W_н + A_{ист} - W_к = \frac{C\left(\frac{4}{5}E\right)^2}{2} + \frac{4C\left(\frac{E}{5}\right)^2}{2} + C\left(E - \frac{4}{5}E\right)E - \frac{CE^2}{2}$$

$$Q = \frac{8}{25}CE^2 + \frac{2}{25}CE^2 + \frac{CE^2}{5} - \frac{CE^2}{2} = \left(\frac{10}{25} + \frac{1}{5} - \frac{1}{2}\right)CE^2 =$$

$$= \frac{20+10-25}{50}CE^2 = \frac{5}{50}CE^2 = \boxed{0{,}1CE^2}$$

3.б) Очевидно, что должно быть равное напряжение на каждой из 3 ветвей =>

$$E - U_1 = U_2$$

$$E - \frac{q_1}{C_1} = \frac{q_2}{C_2}$$

Продифференцируем

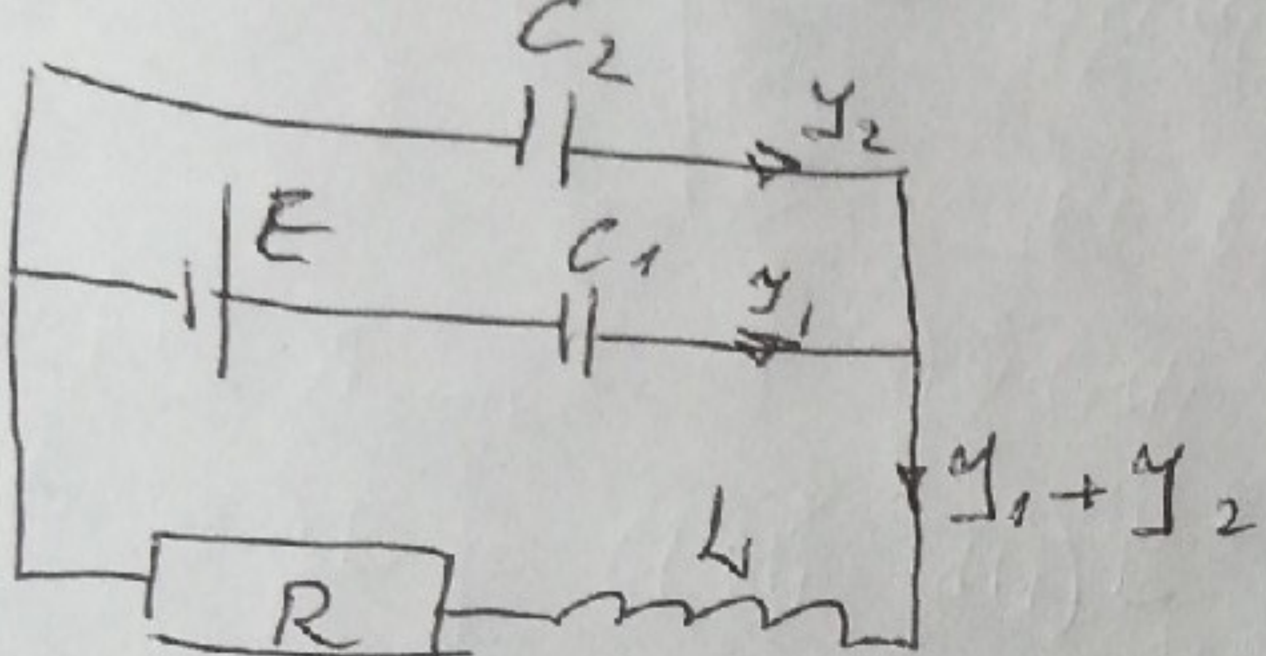
$$-\frac{dq_1}{C_1} = \frac{dq_2}{C_2} \quad \Big| \cdot \frac{1}{dt}$$

$$-\frac{dq_1}{C_1} \cdot \frac{1}{dt} = \frac{dq_2}{dt} \cdot \frac{1}{C_2}$$

т.к. один из конденсаторов разряжается, а другой заряжается

$$\frac{I_1}{C_1} = \frac{I_2}{C_2} \qquad I_2 = \frac{C_2}{C_1} I_1 = 4I_1$$

Чистовик ВИ-07. Лист 4 из
(Продолжение) 3Б
Рассмотрим на схеме



По закону Кирхгофа

$I_R = I_1 + I_2 = I_1 + 4I_1 = 5I_1 = 5I_0$

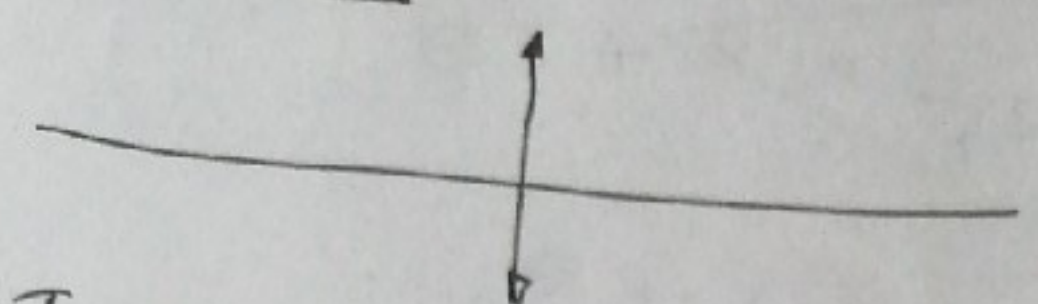
Ответ: 1) $\frac{dI}{dt} = \frac{E}{5L}$

2) $Q = 0{,}1CE^2$

3) $I_R = 5I_0$

Чистовик Вар 11-07. Лист 6

Задача 5

1) 

Пусть задняя стенка глаза расположена на расстоянии a от линзы глаза.

Тогда пусть этот человек обладает собственной оптической силой x, а очки D и $3D$ соответственно

$$\begin{cases} \frac{1}{a} + \frac{1}{0{,}25} = -(x + 3D) \\ \frac{1}{a} + \frac{1}{\infty} = -(x + D) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{1}{a} + \frac{1}{0{,}25} = -(x + 3D) \\ \frac{1}{a} = (x + D)(-1) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -x - D + \frac{1}{0{,}25} = -(x + 3D) \\ \frac{1}{a} = -(x + D) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{1}{0{,}25} = -2D \\ \frac{1}{a} = (x + D)(+1) \end{cases} \quad \begin{cases} D = \frac{-1}{0{,}5} = -2 \text{ диоптрии} \Rightarrow 3D = -6 \text{ диоптрии} \\ \frac{1}{a} = (x + D)(+1) \end{cases}$$

2) Начнем с уравнений

$$\begin{cases} \frac{1}{a} + \frac{1}{0{,}5} = (x + 2D)(+1) \\ \frac{1}{a} = (x + D)(+1) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{1}{a} = (x + D)(+1) \\ x + D + \frac{1}{0{,}5} = (x + \alpha D)(-1) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{1}{a} = (x + D)(+1) \\ -D + \frac{1}{0{,}5} = -2D \end{cases}$$

$$\frac{1}{a} = (x + D)(-1)$$

$$-2 = (\alpha - 1)D \Rightarrow \alpha = 2$$

Значит нужны очки оптической силы

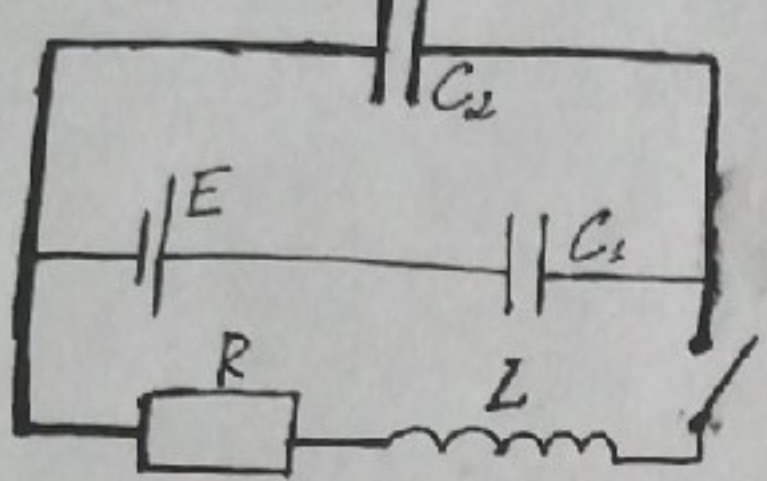
$2D = -4$ диоптрии

Ответ: 1) -2 диоптрий и -6 диоптрий

2) -4 диоптрии

В. 11-07. **Черновик**. **Лист 1 из 2**.

Задача 3.



$C_1 = C$

$C_2 = 4C$

1) Источник $U_1 + U_2 = E$

2) $C_1U_1 = C_2U_2$

$C_1U_1 = 4C \cdot U_2$

$U_1 = 4U_2$

$5U_2 = E$

3) $U_2 = \frac{E}{5}$

$U_1 = \frac{4E}{5}$

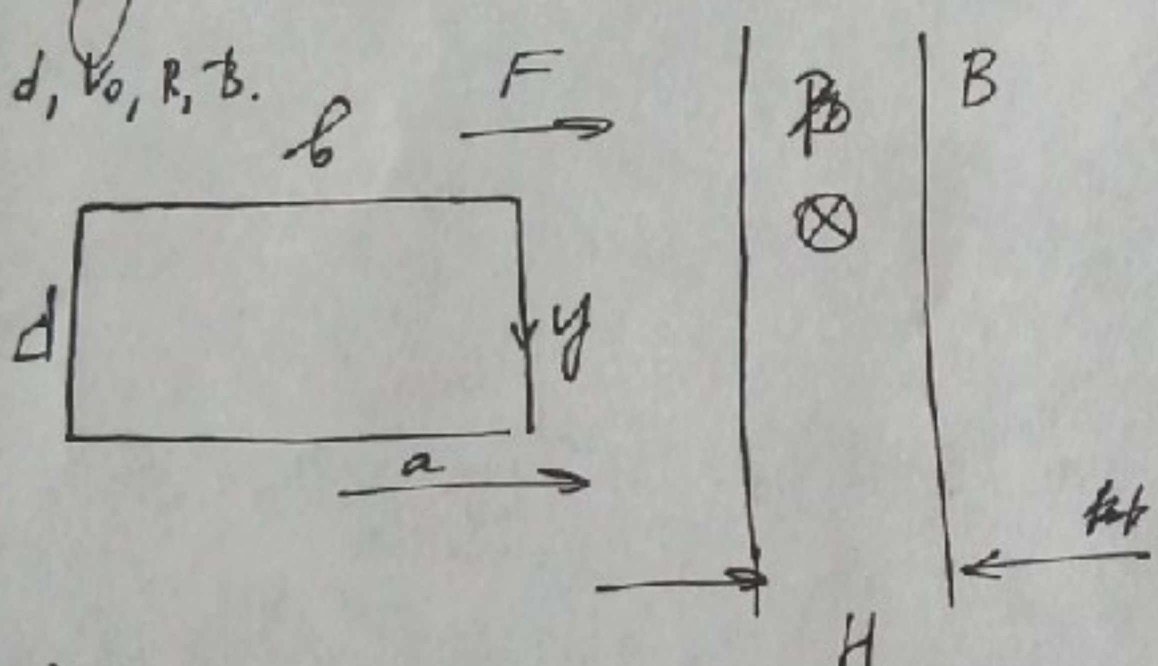
4) $\frac{LdI}{dt} + RI = E - \frac{4E}{5} = \frac{E}{5}$

$\frac{LdI}{dt} = \frac{E}{5}$

$\frac{dI}{dt} = \frac{E}{5L}$

Задача 4.

m, d, v_0, R, B.



1) Запишем закон электромагн. индукции.

$\mathcal{E} = -\Phi'$

$\mathcal{E} = -B \cdot \dot{S} = -Bd\dot{x}$ (1)

$\mathcal{E} = IR$ (2)

2) Приравняем (1) и (2)

$IR = -Bd\dot{x}$

3) $F = [y \times B]L$ ← Запишем силу Ампера.

4 $m\ddot{x} = -Bd\left(-\frac{Bd}{R} \cdot \dot{x}\right) = \frac{B^2d^2}{R} \cdot \dot{x}$

4) $\frac{B^2d^2}{mR} v_0 = a_0$

$\int_{v_0}^{v_1} m\,dv = \int_0^H \frac{B^2d^2 \cdot dx}{R} \Rightarrow -m(v_1 - v_0) = \underline{\underline{\frac{B^2d^2}{R} \cdot H}} \Rightarrow$

$\Rightarrow v_1 = -\frac{B^2d^2}{mR} H + v_0$. Отсюда $v_0 > \frac{B^2d^2}{mR} H$.

(Продолжение) з N3.

Черновик.
Лист 2 из 2

Задача 15.

5) Запишем ЗСЭ.

$W_н = \frac{CU_1^2}{2} + \frac{4CU_2^2}{2}$

$W_к = \frac{CU_1^{*2}}{2} + \cancel{\frac{4CU_2^{*2}}{2}}$ ← т.к. $U_2^* = 0$.

6) $E - U_1 = U_2$

$E = -\frac{q_1}{C_1} = \frac{q_2}{C_2}$

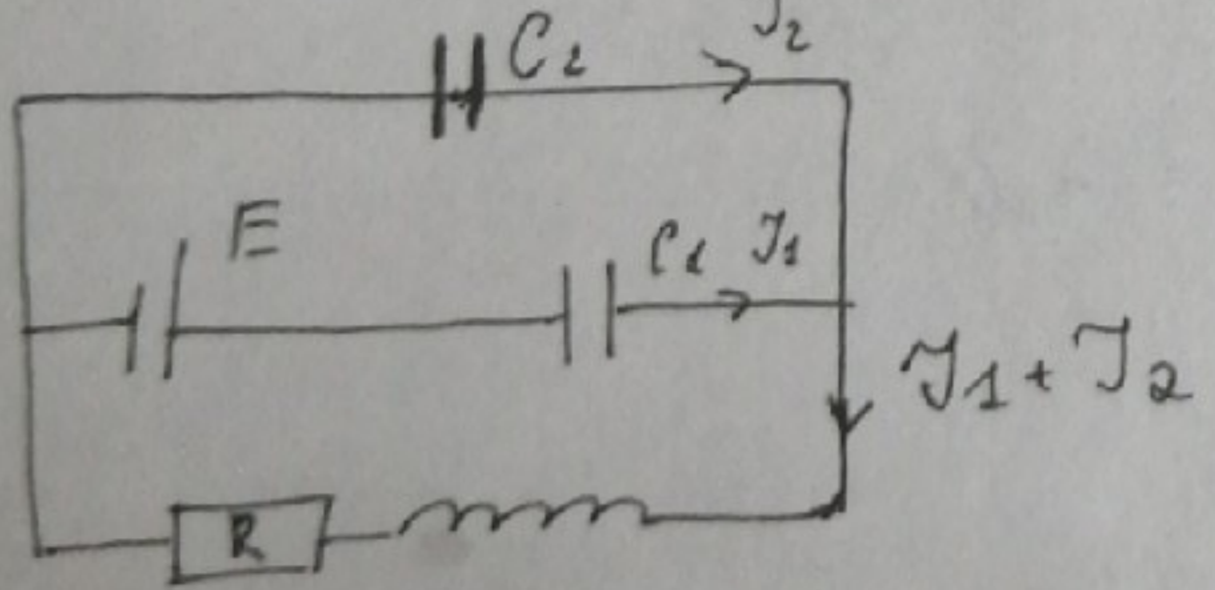
Продифференцируем:

$-\frac{dq_1}{C_1} = \frac{dq_2}{C_2} \quad \Big| \cdot \frac{1}{dt}$

$-\frac{dq_1}{C_1} \cdot \frac{1}{dt} = \frac{dq_2}{dt} \cdot \frac{1}{C_2}$

$\frac{J_1}{C_1} = \frac{J_2}{C_2} \Rightarrow J_2 = \frac{J_1 C_2}{C_1} = 4J_1.$

Рассмотрим на схеме



$J_R = J_1 + J_2 = J_1 + 4J_1 = 5J_1 = 5J_0$

1) $\frac{dJ}{dt} = \frac{E}{5L}$

3) $J_R = 5J_0$