

Часть 1

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

Шифр: **21202896**

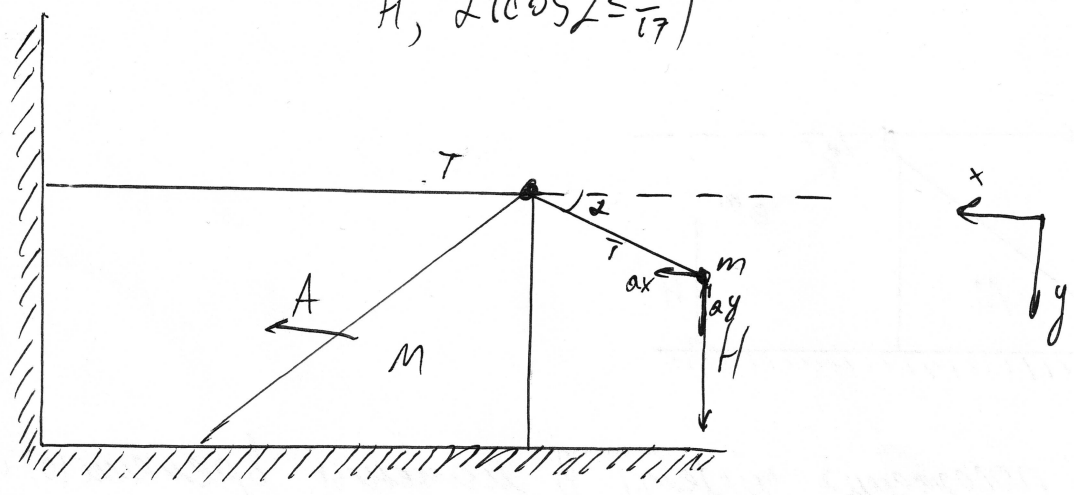
ID профиля: **334722**

Вариант 4

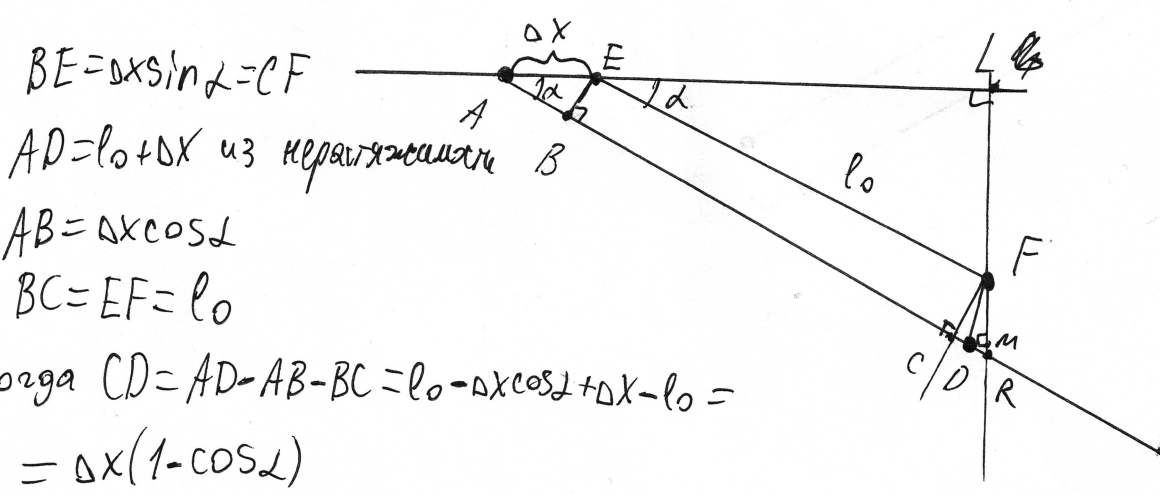
№1

Учебник 1/2

$H, \angle(\cos \angle = \frac{8}{17})$



1) Рассмотрим моменты времени (0) и $(\Delta t > 0)$ и положение системы в это время. Траектория смещения m за Δt совпадает с направлением ускорения.



$BE = \Delta x \sin \alpha = CF$

$AD = l_0 + \Delta x$ из неразрывности B

$AB = \Delta x \cos \alpha$

$BC = EF = l_0$

Тогда $CD = AD - AB - BC = l_0 - \Delta x \cos \alpha + \Delta x - l_0 = \Delta x(1 - \cos \alpha)$

Искомый угол: $\angle RFD$

$\angle EFL = \frac{\pi}{2} - \alpha$

$\angle CFE = \frac{\pi}{2}$

$\angle CFD = \arctg(\frac{CD}{CF}) = \arctg(\frac{\Delta x(1 - \cos \alpha)}{\Delta x \sin \alpha}) = \arctg(\frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha})$

$\angle RFD = \pi - \angle EFL - \angle CFE - \angle CFD = \pi - \frac{\pi}{2} + \alpha - \frac{\pi}{2} - \arctg(\frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}) = \alpha - \arctg(\frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha})$

$\alpha = \arccos(\frac{8}{17})$

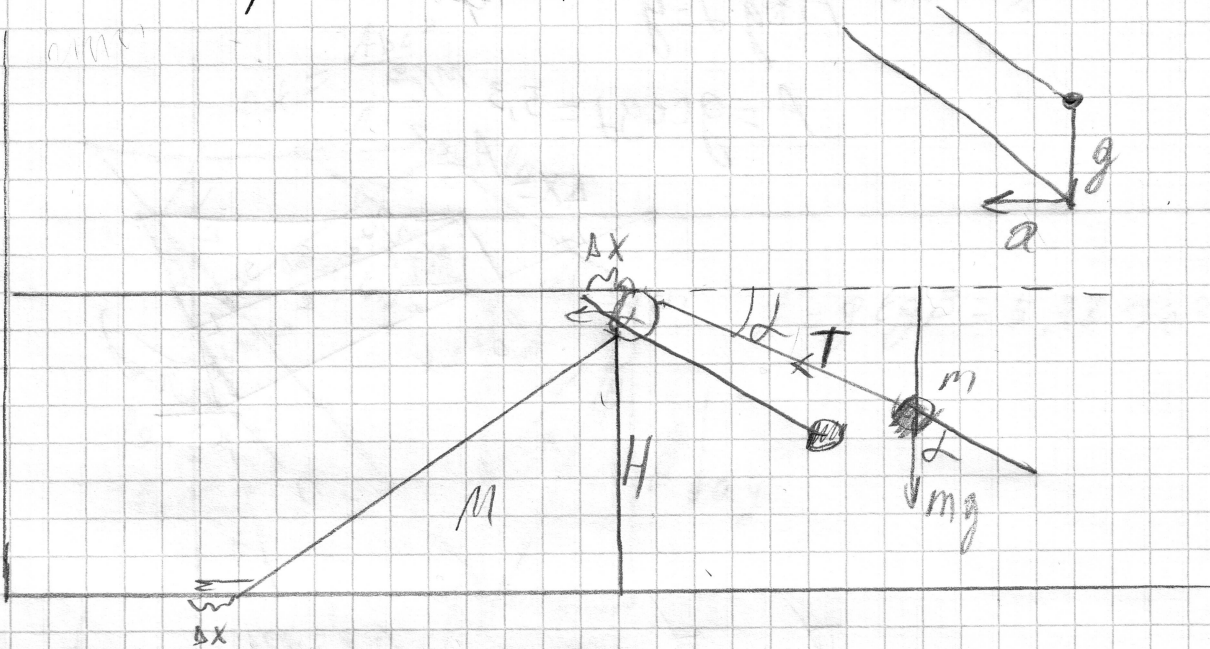
$\sin \alpha = \sin(\arccos(\frac{8}{17})) \Rightarrow \angle RFD = 31^\circ, \sin \angle RFD = 0,51$

Иными преобразованиями: $\angle RFD = \arccos(\cos \alpha) - \arctg(\frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}) = \arcsin(\frac{\sqrt{2(1 - \cos \alpha)}}{2})$

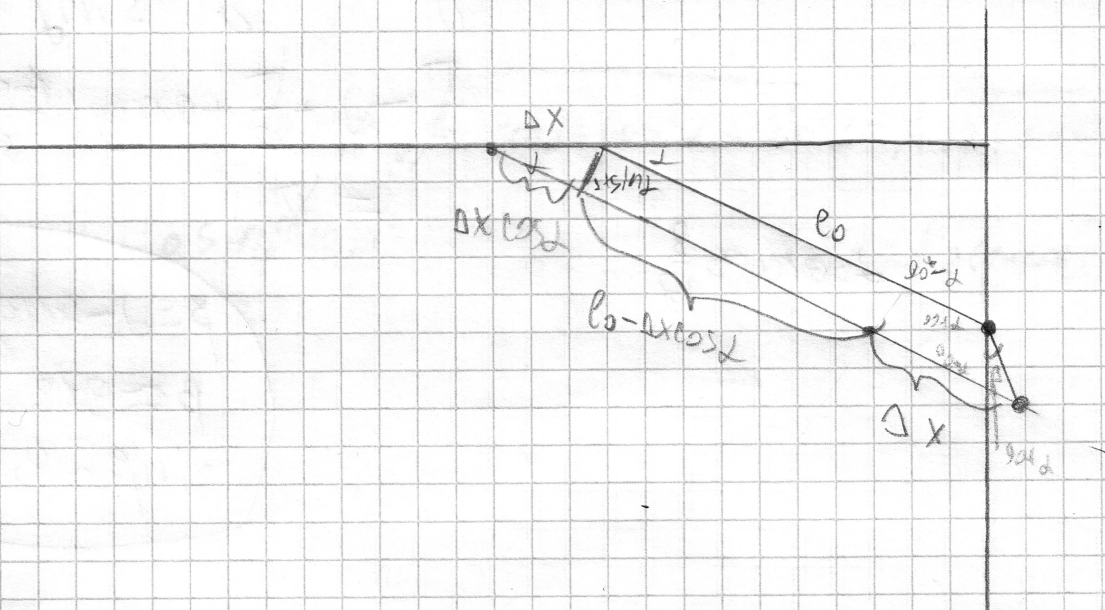
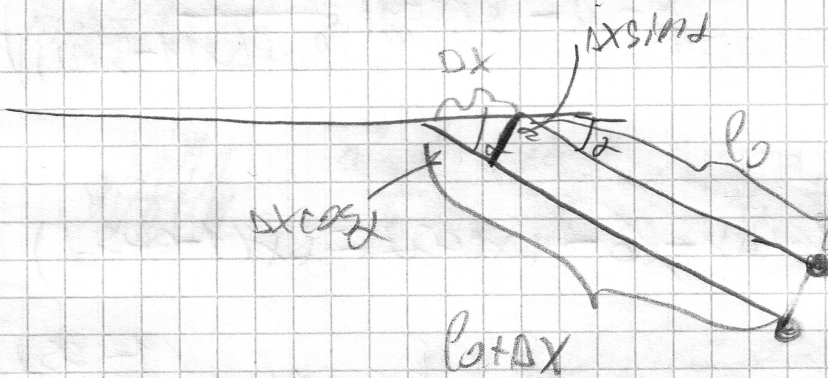
$\sin \angle RFD = \frac{1}{\sqrt{34}}; \angle RFD = 31^\circ$. Пусть $\angle RFD = \beta$

21202898 (U334722-M1262759)

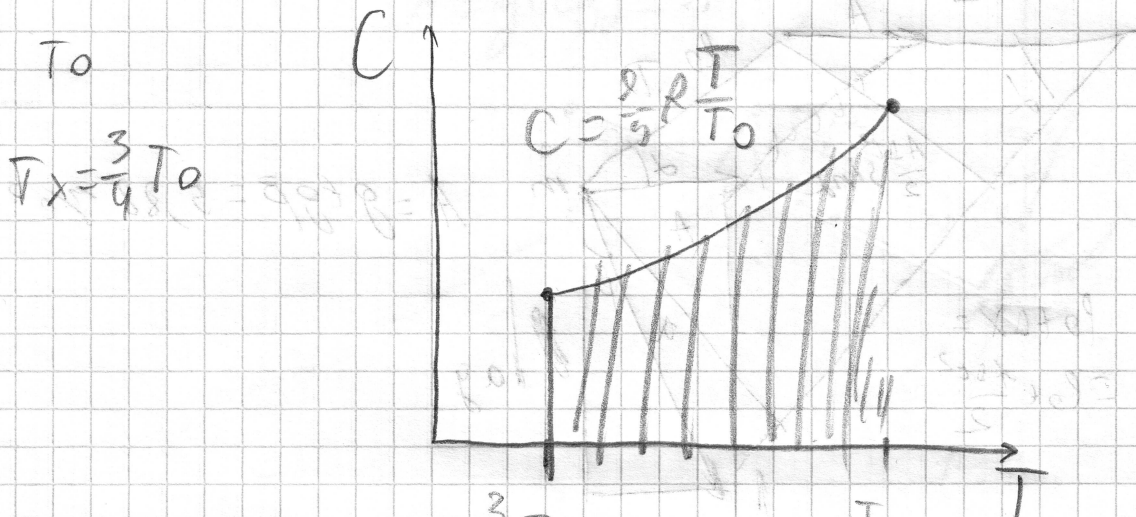
Черновик 1/14



~~sin $\alpha = \frac{H}{l}$~~ $\frac{69}{289}$



$$C(T) = \frac{9}{5} R \frac{T}{T_0}$$



$$Q_1 = \int_{\frac{3}{4}T_0}^{T_0} \frac{9}{5} R \frac{T}{T_0} dT = \frac{9R}{5T_0} \cdot \frac{T^2}{2} \Big|_{\frac{3}{4}T_0}^{T_0}$$

$$= \frac{9R}{5 \cdot 10^2} \left(1 - \frac{9}{16} \right) T_0^2 = \frac{9}{10} R T_0 \cdot \frac{7}{16} = \frac{63}{160} R T_0$$

$$Q = A + \frac{3}{2} \int R \Delta T \quad A = \int_{T_x}^{T_0} C(T) dT + \frac{3}{2} \int R(T_0 - T_x)$$

$$Q = \int C(T) dT$$

$$A = \frac{9R}{10T_0} (T_0^2 - T_x^2) + \frac{3}{2} \int R(T_0 - T_x)$$

$$A = C - \left(\frac{9RT_x^2}{10T_0} + \frac{3}{2} \int R T_x \right)$$

$$-A' = \frac{9R}{5T_0} T_x + \frac{3}{2} \int R = 0$$

$$T_x =$$

№2 $C(T) = \frac{9}{5} R \frac{T}{T_0} \Rightarrow Q = \int_{T_0}^{T_x} C(T) dT$ при $\Delta T \rightarrow 0$ Учебник 2/2

$$1) Q(T_0 - \frac{3}{4}T_0) = \int_{\frac{3}{4}T_0}^{T_0} C(T) dT = \int_{\frac{3}{4}T_0}^{T_0} \frac{9RT}{5T_0} dT = \frac{9R}{10T_0} T^2 \Big|_{\frac{3}{4}T_0}^{T_0} = \frac{9RT_0}{10} \left(1 - \frac{9}{16}\right) =$$

$$= \frac{63}{160} RT_0$$

$$2) \cancel{A \neq Q = A + C \Delta T} \quad Q = A + \frac{3}{2} \int R \Delta T, \quad A = \int_{T_0}^{T_x} C(T) dT - \frac{3}{2} \int R \Delta T =$$

$$= \frac{9R}{10T_0} T^2 \Big|_{T_0}^{T_x} - \frac{3}{2} \int R (T_x - T_0) = \frac{9RT_x^2}{10T_0} - \frac{9RT_0}{10} - \frac{3}{2} \int R T_x + \frac{3}{2} \int R T_0.$$

Амин б тэрхэ, үгэ $A'(T_x) = 0$. $A'(T_x) = \frac{9R}{5T_0} T_x - \frac{3}{2} R = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{T_x}{T_0} = \frac{3 \cdot 5}{2 \cdot 9} \Rightarrow T_x = \frac{5}{6} T_0.$$

$$3) A_{\min} = |A(T_x)| = \left| \frac{9R T_0^2}{10T_0} \left(\left(\frac{5}{6}\right)^2 - 1 \right) - \frac{3}{2} R \left(\frac{5}{6} - 1 \right) T_0 \right| = \left| R T_0 \left(-\frac{11}{40} + \frac{1}{4} \right) \right| =$$

$$= \frac{R T_0}{40}$$

Ойbet: 1) $\frac{63}{160} R T_0 \approx 3,27 R T_0$

2) $\frac{5}{6} T_0$

3) $\frac{R T_0}{40} \approx 0,21 R T_0$

Часть 2

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

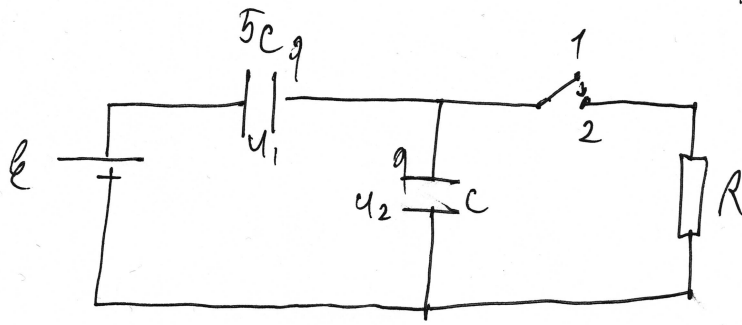
Шифр: **21202896**

ID профиля: **334722**

Вариант 4

13

Честовик 1/2



1) При разомкнутом ключе $q_1 = q_2 = q$

~~$\epsilon = U_1 + U_2$~~

$$\begin{cases} \epsilon = U_1 + U_2 \\ U_1 = \frac{q}{5C} \\ U_2 = \frac{q}{C} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \epsilon = \frac{6q}{5C} \\ U_1 = \frac{\epsilon}{6} \\ U_2 = \frac{5\epsilon}{6} \end{cases}$$

Согласно закону Ома для участка цепи, после замыкания ключа ток через резистор $I = \frac{U_2}{R} = \frac{5\epsilon}{6R}$.

2) $W_1 = \frac{5C \cdot U_1^2}{2} = \frac{5C\epsilon^2}{2} \cdot \left(\frac{1}{6}\right)^2 = \frac{5}{72} C\epsilon^2$; $W_2 = \frac{CU_2^2}{2} = \frac{C\epsilon^2 \cdot 25}{2 \cdot 36} = \frac{5}{72} C\epsilon^2$ — до замыкания

После замыкания через долгое время:
 ~~$U_1 = U_2 = U = \frac{\epsilon}{2}$~~ $U_2 = 0$, $U_1 = \epsilon \Rightarrow W_2' = 0$; $W_1' = \frac{C\epsilon^2}{2}$

~~До замыкания суммарный заряд на конденсаторах равнялся $2q = \frac{5C\epsilon}{3}$. После замыкания заряд стал $5C\epsilon$. $\Delta q = \frac{10}{3} C\epsilon$~~

$Q = |W_1' + W_2' - W_1 - W_2| = \left| \frac{C\epsilon^2}{2} - \frac{5}{72} C\epsilon^2 - \frac{5}{72} C\epsilon^2 \right| = \frac{C\epsilon^2}{12}$

3) До замыкания ключа заряд на конденсаторе C равен $q_0 = \frac{5C\epsilon}{6}$

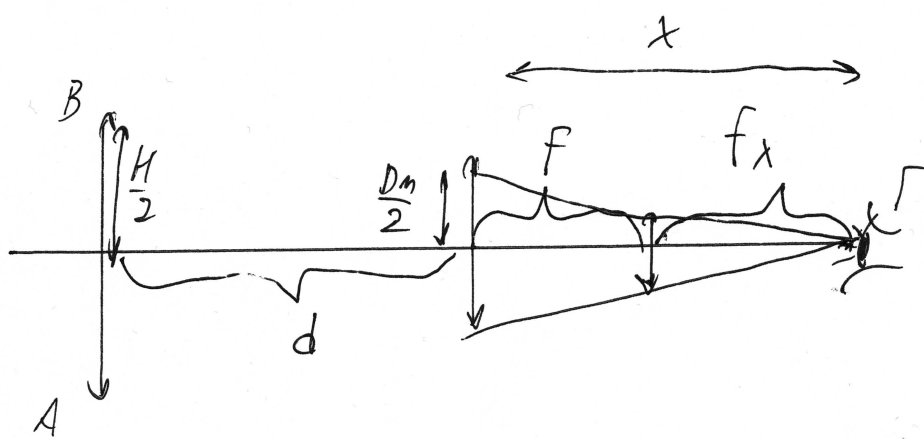
Конденсатор разряжается по экспоненте $q = q_0(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$.
 В какой-то момент времени $q' = \frac{dq}{dt}$ равен I_0 . Найдем этот момент, после чего найдем заряд конденсатора.

$\frac{dq}{dt} = -q_0 e^{-\frac{t}{RC}} \cdot \left(-\frac{1}{RC}\right) = \frac{q_0 e^{-\frac{t}{RC}}}{RC} = I_0 \Rightarrow t_x = -RC \ln\left(\frac{I_0 RC}{q_0}\right)$

$q(t_x) = q_0 \left(1 - e^{\ln(I_0 RC / q_0)}\right) = q_0 \left(1 - \frac{I_0 RC}{q_0}\right) = q_0 - I_0 RC = \frac{5C\epsilon}{6} - I_0 RC$

$U_2(q(t_x)) = \frac{q(t_x)}{C} = \frac{5\epsilon}{6} - I_0 R$. Искомый ток $I_x = \frac{U_2(q(t_x))}{R} = \frac{5\epsilon}{6R} - I_0$

Ответ: 1) $\frac{5\epsilon}{6R}$; 2) $\frac{C\epsilon^2}{2}$; 3) $\frac{5\epsilon}{6R} - I_0$.



$F = 0,24 \text{ м}$
$H = 0,09 \text{ м}$
$d = 0,96 \text{ м}$
$f_x = 0,24 \text{ м}$
$x = ?$
$D_m = ?$

1) Формула тонкой линзы:
 $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \Rightarrow f = \frac{d \cdot F}{d - F}$, $x = f + f_x$. $f = 0,32 \text{ м}$, $f_x = 0,24 \text{ м}$, $x = 0,56 \text{ м} = 56 \text{ см}$

2) На рисунке изображен крайний случай хода лучей, при котором глаз видит весь цилиндрок. Высота предмета — $\frac{H}{2}$, изображения:
 $\frac{H_x}{2} \cdot H_x = \frac{f}{d} \cdot H$. Из подобия треугольников: $\frac{H_x}{2} = \frac{D_m}{x}$

$$D_m = \frac{H_x \cdot x}{f_x} = \frac{H \cdot f \cdot x}{d \cdot f_x} = D_m = 0,07 \text{ м} = 7 \text{ см.}$$

Ответ: 1) 56 см; 2) 7 см.

Черновик 1/3

$$W = \frac{q^2}{2C} = \frac{Cu^2}{2} = \frac{qu}{2}$$

$$q = q_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$$

$$\frac{dq}{dt} = I_0$$

$$a^{\log_a b} = b$$

$$\frac{dq}{dt} = -q_0 e^{-\frac{t}{RC}} \cdot \left(-\frac{1}{RC}\right) = \frac{q_0 e^{-\frac{t}{RC}}}{RC} = I_0$$

$$-\frac{t}{RC} = \ln$$

$$t = -RC \ln\left(\frac{I_0 RC}{q_0}\right)$$

$$\frac{dq}{dt} = I_0$$

$$q_x = q_0 \left(1 - e^{\ln\left(\frac{I_0 RC}{q_0}\right)}\right)$$

$$q = q_0 \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$$

$$u_x = \frac{q_x}{C}$$

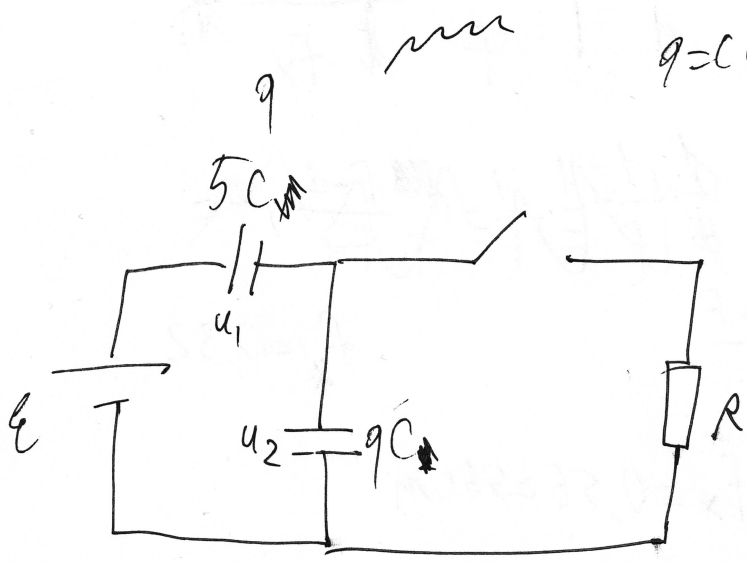
$$q' = -e^{-\frac{t}{RC}} \cdot \left(-\frac{1}{RC}\right) \cdot q_0$$

$$I_x = \frac{u_x}{R} = \frac{1 - e^{\ln\left(\frac{I_0 RC}{q_0}\right)}}{RC}$$

$$\frac{q_0 e^{-\frac{t_x}{RC}}}{RC} = I_0$$

$$q_0 = \frac{5}{6} C \mathcal{E}$$

$$RC \cdot \ln\left(\frac{I_0 RC}{q_0}\right) = t_x$$



$q = CU$
 $W = \frac{CU^2}{2}$

Бойло: $\frac{5C \cdot (\frac{\mathcal{E}}{6})^2}{2} + \frac{C \cdot (\frac{5\mathcal{E}}{6})^2}{2}$
 $= \frac{CE}{72} (5+25) = \frac{15CE}{36}$

$\frac{q}{5C} + \frac{q}{C} = \mathcal{E}$ $\frac{q}{5C} = u_1 = \frac{\mathcal{E}}{6}$
 $\frac{q}{C} = \frac{5}{6} \mathcal{E} = u_2$ $I(R) = \frac{5\mathcal{E}}{6R}$

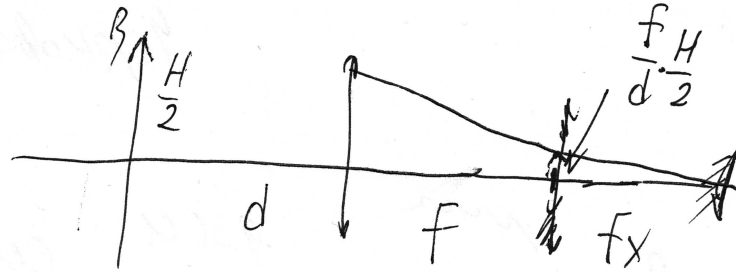
Стало: $\frac{5C\mathcal{E}^2}{2}$

21202896 01334722 M12627601

$\frac{DM}{AE} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{ax}{1} = \frac{1}{2}$
 $\frac{1}{2} = \frac{ax}{1} \Rightarrow ax = \frac{1}{2}$
 $\frac{1}{2} = \frac{ax}{1} \Rightarrow ax = \frac{1}{2}$
 $\frac{1}{2} = \frac{ax}{1} \Rightarrow ax = \frac{1}{2}$

$\frac{1}{2} = \frac{ax}{1} \Rightarrow ax = \frac{1}{2}$
 $\frac{1}{2} = \frac{ax}{1} \Rightarrow ax = \frac{1}{2}$
 $\frac{1}{2} = \frac{ax}{1} \Rightarrow ax = \frac{1}{2}$
 $\frac{1}{2} = \frac{ax}{1} \Rightarrow ax = \frac{1}{2}$

$F = 0,24$
 $H = 0,09$
 $d = 0,96$
 $f_x = 0,24 \text{ cm}$



$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$, $\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d}$, $\frac{1}{F} = \frac{d-F}{d \cdot F}$

$f_x = 0,32$

$l_0 = f + f_x = \frac{d \cdot F}{d - F} + f_x = 0,56 = 56 \text{ cm}$

$\frac{F \cdot H}{d \cdot \frac{H}{2}} = \frac{R_m}{f + f_x}$, $R_m = \frac{f \cdot H (f + f_x)}{2 d f_x} = \frac{0,32 \cdot 0,09 \cdot (0,56)}{2 \cdot 0,96 \cdot 0,24} = 3,5 \text{ cm}$
 $D_m = 7 \text{ cm}$

