# Часть 1

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

Шифр: **21200282**

ID профиля: **290971**

Вариант 2

Чистовик (1)

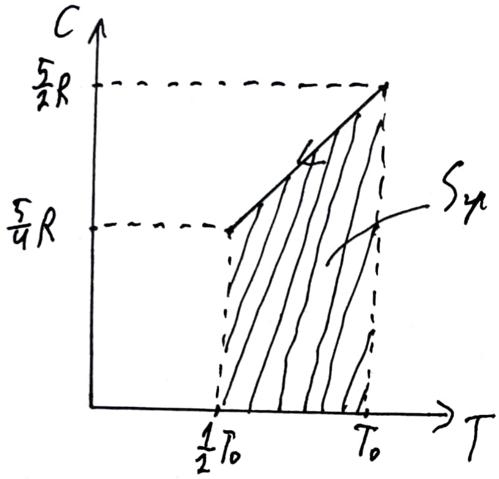
№2

Дано:
$i=3$
$\nu$
$C(T)=\frac{5}{2}R\frac{T}{T_0}$

1) $Q_1-?$
2) $T_в-?$
3) $A_{min}-?$

Решение:

1) $Q=C(T)\cdot\nu\cdot\Delta T=-\nu\cdot S_{гр}$, где $S_{гр}$ - площадь под графиком зависимости $C$ от $T$.




$C(T_0)=\frac{5}{2}R$

$C(\frac{1}{2}T_0)=\frac{5}{4}R$, ~~линей~~ зависимость - линейная.

$S_{гр}=\frac{1}{2}(\frac{5}{2}R+\frac{5}{4}R)\cdot\frac{1}{2}T_0=\frac{15}{16}T_0R$

$Q=-\nu\cdot\frac{15}{16}T_0R$

$Q_1=-Q=\nu\cdot\frac{15}{16}T_0R$

2) Найдём зависимость $A(T)$. Для этого найдём зависимость $Q(T)$ и $\Delta U(T)$. В общем виде, $S_{гр}=\frac{1}{2}(\frac{5}{2}R+\frac{5}{2}R\cdot\frac{T}{T_0})\cdot(T_0-T)=$ $=\cancel{\frac{5}{4}R(T_0}\ \frac{5}{4}R\frac{T_0+T}{T_0}\cdot(T_0-T)=\frac{5}{4}R\frac{(T_0^2-T^2)}{T_0}$; $Q=-\nu S_{гр}=-\frac{5}{4}R\cdot\nu\frac{(T_0^2-T^2)}{T_0}$

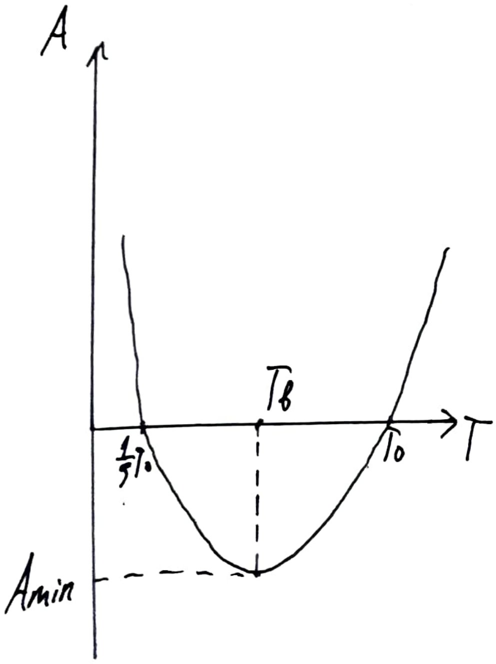
$\Delta U=\frac{3}{2}\nu R(T-T_0)=-\frac{3}{2}\nu R(T_0-T)$.

Из первого начала термодинамики: $Q=\Delta U+A$; $A=Q-\Delta U=$ $=-\frac{5}{4}\nu R\frac{(T_0^2-T^2)}{T_0}+\frac{3}{2}\nu R(T_0-T)=\frac{1}{4}\nu R(T_0-T)(1-\frac{5T}{T_0})$. Нули: $A=0$, при $T=T_0$ и $T=\frac{1}{5}T_0$.

Зависимость $A(T)$ - квадратичная. Нарисуем график:

$T_в=\frac{T_0+\frac{1}{5}T_0}{2}=\frac{3}{5}T_0$

$A=\frac{1}{4}\nu R\cdot\frac{2}{5}T_0\cdot(-2)=-\frac{1}{5}\nu RT_0$




Ответ: а) $\frac{15}{16}\nu RT_0$ б) $\frac{3}{5}T_0$ в) $-\frac{1}{5}\nu RT_0$

Чистовик ②

№1

$\cos\alpha = \frac{4}{5}$

H

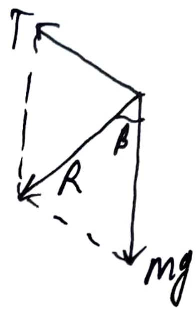
1) $\beta = ?$

2) $a_M - ?$

3) $\frac{m}{M} - ?$

4) $t - ?$

1) $T = mg\cdot\sin\alpha$



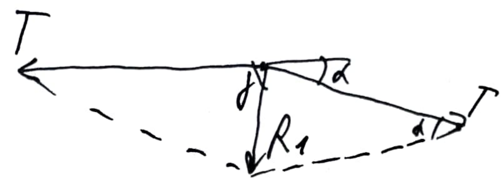
$a_m^2 = g^2 + g^2\cdot\sin^2\alpha - 2g^2\cdot\sin^2\alpha$ – т. косинусов

$a_m^2 = g^2(1-\sin^2\alpha) = g^2\cos^2\alpha$

По т. косинусов:

$$\cos\beta = \frac{\cos^2\alpha + 1 - \sin^2\alpha}{2\cdot\cos^2\alpha} = \frac{\frac{16}{25} + 1 - \frac{9}{25}}{2\cdot\frac{4}{5}} = \frac{32}{25}\cdot\frac{5}{8} = \frac{4}{5}$$

2)



По т. косинусов:

$R_1^2 = 2T^2 - 2T^2\cdot\cos\alpha = 2T^2(1-\cos\alpha)$

$$\cos\gamma = \frac{T^2 + 2T^2(1-\cos\alpha) - T^2}{2\sqrt{2}T^2\cdot\sqrt{(1-\cos\alpha)}} = \frac{\sqrt{2}}{2}\sqrt{1-\cos\alpha} =$$

Черновик

№2

$\nu$ моль, $i=3$

$T_0$

$C(T)=\frac{5}{2}R\frac{T}{T_0}$

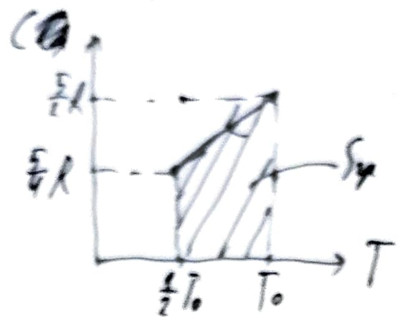
1) $Q_1$ - ?
2) $T$ - ?
3) $A_{max}$ - ?

$C(T_0)=\frac{5}{2}R$

$C(\frac{1}{2}T_0)=\frac{5}{2}R\cdot\frac{0{,}5T_0}{T_0}=\frac{5}{2}R\cdot\frac{1}{2}=\frac{5}{4}R$

$Q=\cancel{C\nu\Delta T}\ C(T)\cdot\nu\cdot\Delta T=\nu\cdot S_{тр}$

$S_{тр}=\frac{Q}{\nu}$

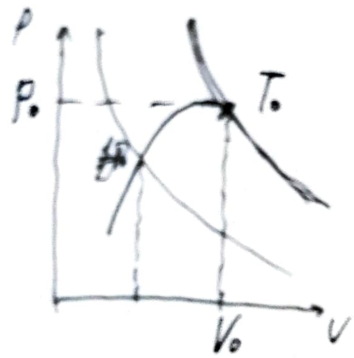



$S_{тр}=\frac{1}{2}\left(\frac{5}{2}R+\frac{5}{4}R\right)\cdot\frac{1}{2}T_0=$

$=\frac{15}{8}R\frac{1}{2}T_0=\frac{15}{16}T_0R$

$Q_1=-Q_{*}=-\frac{15}{16}\nu T_0R$

$Q=\Delta U+A\ ;\ \Delta U=\frac{3}{2}\nu R\left(\frac{1}{2}T_0-T_0\right)=$
$=-\frac{3}{2}\nu R\cdot T_0\cdot\frac{1}{2}=$
$=-\frac{3}{4}\nu RT_0$




$-\frac{15}{16}\nu T_0R+\frac{3}{4}\nu T_0R=A$

$A=\frac{-3}{16}\nu RT_0$

$p_0V_0=\nu RT_0$
$p_1V_1=\nu RT_0\cdot\frac{1}{2}$
$2p_1V_1=p_0V_0$

$\Delta U=\frac{3}{2}\nu R(T-T_0)=$
$=-\frac{3}{2}\nu R(T_0-T)$

$p_0V_0=\nu RT_0$

$S_{тр}=\frac{1}{2}\left(\frac{5}{2}R+\frac{5}{2}R\frac{T}{T_0}\right)\cdot(T_0-T)=$
$=\frac{1}{2}\cdot\frac{5}{2}R\left(1+\frac{T}{T_0}\right)\cdot(T_0-T)=$
$=\frac{5}{4}R\,\frac{T_0+T}{T_0}\cdot(T_0-T)=$
$=\frac{5}{4}R\,\frac{(T_0^2-T^2)}{T_0}$

$Q=-\frac{5}{4}R\nu\left(\frac{T_0^2-T^2}{T_0}\right)$

$A=Q-\Delta U=-\frac{5}{4}R\nu\left(\frac{T_0^2-T^2}{T_0}\right)+\frac{3}{2}R\nu(T_0-T)=$

$=-\frac{5}{4}R\nu\left(\frac{T_0^2-T^2}{T_0}\right)+\frac{6}{4}\nu R(T_0-T)=$

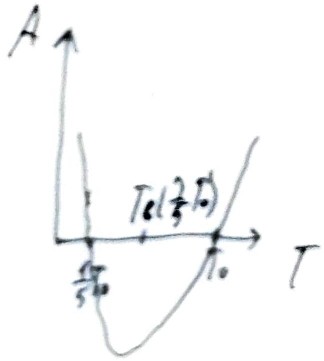
$=-\frac{5}{4}R\nu\frac{(T_0-T)(T_0+T)}{T_0}+\frac{6}{4}\nu(T_0-T)=$

$=\frac{1}{4}R\nu(T_0-T)\left(-5\frac{T_0+T}{T_0}+6\right)=\frac{1}{4}R\nu(T_0-T)\left(1-\frac{5T}{T_0}\right)$

$T=T_0\ ;\ T=\frac{1}{5}T_0$

$k(\alpha-x)(\beta-x)$

$1-\frac{5\cdot\frac{3}{5}T_0}{T_0}=-2$




$T_e=\frac{T_0+\frac{1}{5}T_0}{2}=\frac{3}{5}T_0$

$A=\frac{1}{4}R\nu\left(\frac{2}{5}T_0\cdot(-2)\right)=$
$=\frac{1}{4}R\nu\cdot\frac{2}{5}T_0\cdot(-2)=-\frac{1}{5}\nu RT_0$

Черновик.

$\cos\alpha = \frac{4}{5}$

$H$

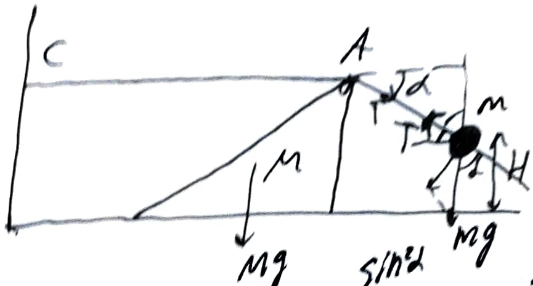
1) ~~$a_{\text{стартл}}$~~ - ?

~~2)~~ 1) $\beta$ - ?

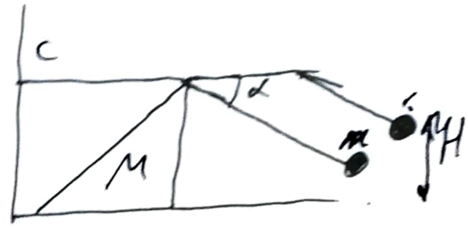
2) $a_{\text{клина}}$ - ?

3) $\frac{m}{M}$ - ?

4) $t$ - ?









$T = mg\cdot\cos\alpha$

$$R_m^2 = (mg)^2 + (mg)^2\cdot \cancel{\cos^2\alpha}\ \sin^2\alpha - 2mg\cdot mg\cdot \sin\alpha\cdot \cancel{\cos\alpha}\ \sin\alpha$$

$$R_m^2 = m^2g^2(1+\cos^2\alpha - 2\sin^2\alpha\cdot\cancel{\cos\alpha})$$

$$R_m^2 = m^2g^2(1+\cos^2\alpha - 2\sin^2\alpha)$$

$\cos^2\alpha + \cos^2\alpha + \sin^2\alpha - 2\sin^2\alpha = 2\cos^2\alpha - \sin^2\alpha$

$2\cos^2\alpha + 3\sin^2\alpha$

$$a_m^2 = g^2(2\cos^2\alpha - \sin^2\alpha)$$

$$\cos\beta = \frac{\cancel{g^2\cdot\sin^2\alpha +}\ g^2(2\cos^2\alpha - \sin^2\alpha) + g^2 - g^2\cdot\sin^2\alpha}{2\cdot g(2\cos^2\alpha - \sin^2\alpha)\cdot g^2} = \frac{2\cos^2\alpha - \sin^2\alpha + 1 - \sin^2\alpha}{4\cos^2\alpha - 2\sin^2\alpha} =$$

$$= \frac{2\cdot\frac{16}{25} - \frac{9}{25} + 1 - \frac{9}{25}}{4\cdot\frac{16}{25} - 2\cdot\frac{9}{25}} = \frac{32 - 9 + 25 - 9}{64 - 18} = \frac{39}{46}$$

$$\frac{2\cdot\frac{16}{25} + 3\cdot\frac{9}{25} + 1 - \frac{9}{25}}{4\cdot\frac{16}{25} + 6\cdot\frac{9}{25}} = \frac{32 + 27 + 25 - 9}{64 + 54} = \frac{75}{}$$

$$\frac{68}{104} = \frac{34}{52} = \frac{17}{26}$$

$57 - 18 = 39$; $64 - 18 = 46$; $57 + 18 = 75$; $11$

~~Чистовик~~

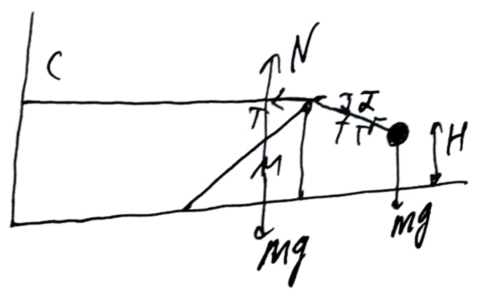
Черновик

$\cos\alpha = \frac{4}{5}$

$H$

1) $\beta$ - ?
2) $a_{клина}$ - ?
3) $\frac{m}{M}$ - ?
4) $t$ - ?

Решение:




1) $T = mg\cdot\sin\alpha$

Из треугольника сил для шарика:


$a_m$ - ускорение шарика:

$a_m^2 = g^2 + g^2\cdot\sin^2\alpha + 2\cdot g^2\cdot\sin^2\alpha$ - по теореме косинусов

$a_m^2 = g^2(1 + 3\sin^2\alpha)$

По теореме косинусов:

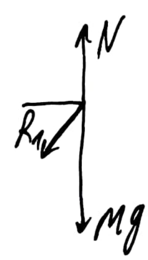
$$\cos\beta = \frac{1+3\sin^2\alpha + 1 - \sin^2\alpha}{2\cdot(1+3\sin^2\alpha)} = \frac{2+2\sin^2\alpha}{2+6\sin^2\alpha} = \frac{2+2\cdot\frac{9}{25}}{2+6\cdot\frac{9}{25}} =$$

$$= \cancel{22}\ \frac{50+18}{50+54} = \frac{17}{26}.\ ;\ \cos\beta = \frac{17}{26}.$$

2) 


По теореме косинусов для треугольника сил:

$R_1^2 =$



# Часть 2

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

Шифр: **21200282**

ID профиля: **290971**

Вариант 2

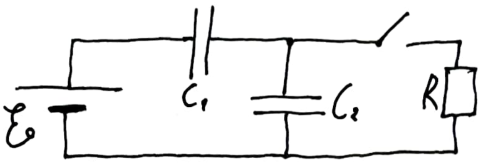
Чистовик ①

№1

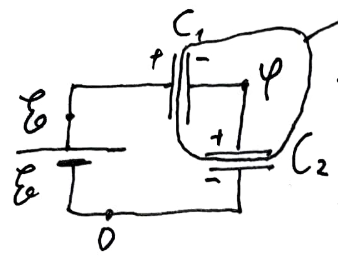
Дано:
$C_2 = C$;
$C_1 = 3C$

① $I_R(0)$ – ?
② $Q$ – ?
③ $U_R(\tau)$ – ?

Решение:



1)




Рассмотрим цепь непосредственно перед замыканием ключа.
Режим в цепи установился, ток через конденсаторы не идёт.

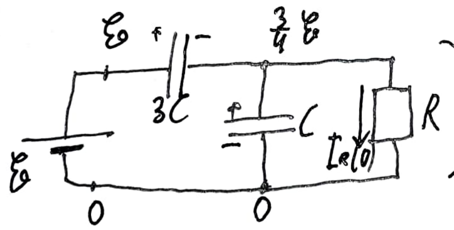
$q_{C_1} = (\mathcal{E}_0 - \varphi)\cdot 3C$ ; $q_{C_2} = \varphi C$

Предположим, что конденсаторы заряжены так, как показано на рисунке. ЗСЗ для изолированной области:

$-q_{C_1} + q_{C_2} = 0$, т.к. вначале конденсаторы не заряжены

$-3C\mathcal{E}_0 + 3C\varphi + C\varphi = 0 \Rightarrow \varphi = \frac{3}{4}\mathcal{E}_0$, $U_{3C}(0) = \mathcal{E}_0 - \frac{3}{4}\mathcal{E}_0 = \frac{1}{4}\mathcal{E}_0$; $U_C(0) = \frac{3}{4}\mathcal{E}_0$

2)

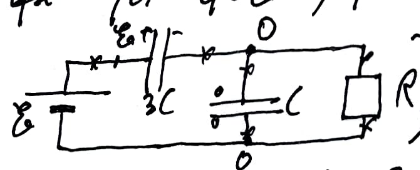



Рассмотрим цепь сразу после замыкания ключа.
Напряжения на конденсаторах скачком не изменятся.
По закону Ома для R:
$I_R(0) = \frac{3\mathcal{E}_0}{4R}$.

$W_0 = \frac{1}{2}3C\cdot\frac{1}{16}\mathcal{E}_0^2 + \frac{1}{2}C\cdot\frac{9}{16}\mathcal{E}_0^2 = \frac{3}{8}C\mathcal{E}_0^2$

$q_{C_1} = \frac{3}{4}C\mathcal{E}_0$ ; $q_{C_2} = \frac{3}{4}C\mathcal{E}_0$

3)




Рассмотрим цепь в установившемся состоянии. Ток через конденсаторы не идёт, значит тока в цепи нет.

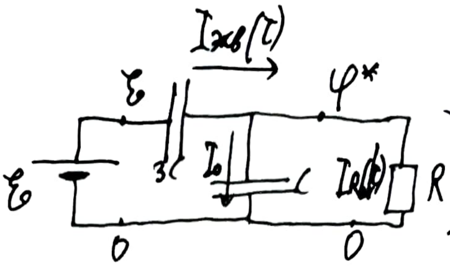
$W_1 = \frac{1}{2}\cdot 3C\mathcal{E}_0^2$; $q^*_{C_1} = 3C\mathcal{E}_0$

По ЗСЭ: $A_б = \Delta W + Q$ ; $A_б = (3C\mathcal{E}_0 - \frac{3}{4}C\mathcal{E}_0)\mathcal{E}_0 = \frac{9}{4}C\mathcal{E}_0^2$

$\Delta W = W_1 - W_0 = \frac{3C\mathcal{E}_0^2}{2} - \frac{3}{8}C\mathcal{E}_0^2 = \frac{9}{8}C\mathcal{E}_0^2$

$Q = A_б - \Delta W = \frac{9}{4}C\mathcal{E}_0^2 - \frac{9}{8}C\mathcal{E}_0^2 = \frac{9}{8}C\mathcal{E}_0^2$.

Чистовик ②

4) 


} Используем метод потенциалов

Рассмотрим цепь в момент времени $\tau$, когда ток через $C_2$ равен $I_0$.

$$I_0 = C \cdot \varphi^{*\prime}(\tau)$$

$I_R(\tau) = \frac{\varphi^*}{R}$ – ток через резистор

$$I_{жв}(\tau) = 3C \cdot (\varepsilon_0 - \varphi^*(\tau))'$$

По ЗСЗ: $I_{жв}(\tau) = I_0 + I_R(\tau)$

$$3C(\varepsilon_0 - \varphi^*(\tau))' = C \cdot \varphi^{*\prime}(\tau) + \frac{\varphi^*}{R}$$

$$-3C \cdot \varphi^{*\prime}(\tau) = C\varphi^{*\prime}(\tau) + \frac{\varphi^*}{R}$$

$$\varphi^* = 4I_0R$$

$$U_R(\tau) = 4I_0R.$$

Ответ: 1) $I_R(0) = \frac{3\varepsilon_0}{4R}$; 2) $Q = \frac{9}{8}C\varepsilon_0^2$; 3) $U_R(\tau) = 4I_0R$.

Чистовик. 3

№3

Дано:

$F = 12$ см

$H = 9$ см

$f = 48$ см

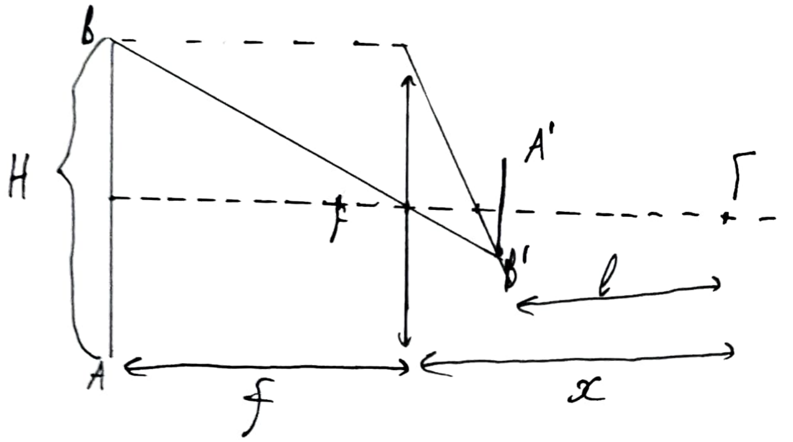
$l = 24$ см

1) $x$ - ?

2) $D_m$ - ?

3)

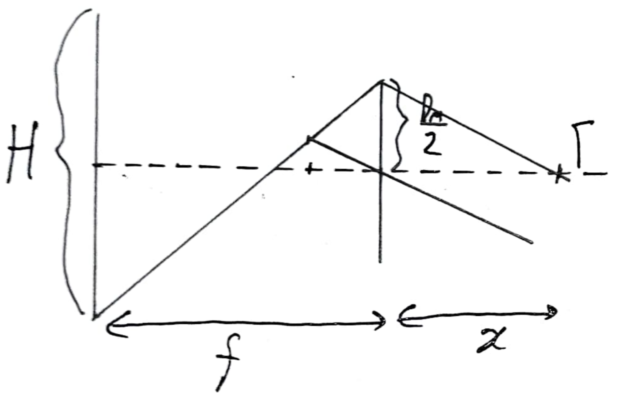
Решение:




1) ~~Из f~~ По формуле тонкой линзы:

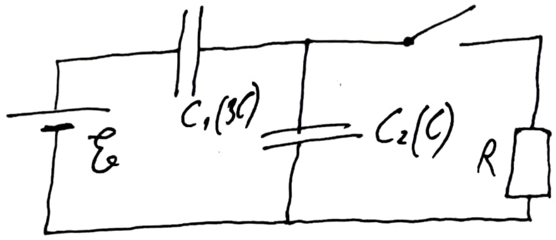
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{x-l}$$

$$\frac{f-F}{f \cdot F} = \frac{1}{x-l}; \quad x = \frac{Ff}{f-F} + l = \frac{12 \cdot 48}{36} + 24 = 40 \text{ см.}$$




Ответ: 1) $x = 40$ см.

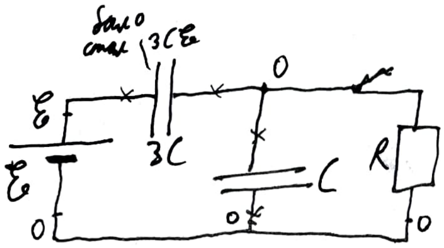
# Черновик.




$C_2 = C$
$C_1 = 3C$

1) $I_R(0)$ – ?
2) $Q$ – ?
3) $I_{C_2}(\tau) = I_0$
$U_R(\tau)$ – ?

1)

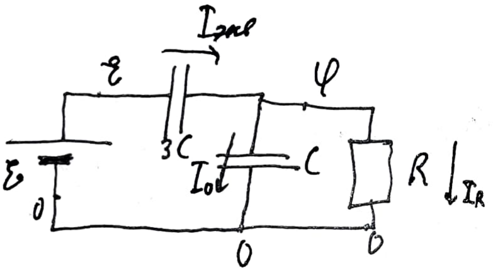



$A_б = \Delta W + Q$

$W_0 = 0;\ W_1 = 3C \cdot \frac{\mathcal{E}_0^2}{2} + 0$

$A_б = 3C\mathcal{E}_0 \cdot \mathcal{E}_0 = 3C\mathcal{E}_0^2$

$Q = \frac{3C\mathcal{E}_0^2}{2}$

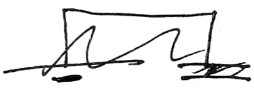


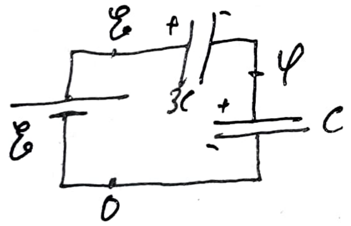

$I_C = CU_C'$ ; $I_0 = C \cdot \varphi'$

$I_R = \frac{\varphi}{R}$

$I_{экв} = (\mathcal{E}_0 - \varphi)' \cdot 3C$

$C \cdot \varphi' + \frac{\varphi}{R} = (\mathcal{E}_0 - \varphi)' \cdot 3C$






$-3C \cdot (\mathcal{E}_0 - \varphi) + C\varphi = 0$

$-3C\mathcal{E}_0 + 3C\varphi + C\varphi = 0$

$\varphi = \frac{3}{4}\mathcal{E}_0$

$U_{3C}(0) = \mathcal{E}_0 - \frac{3}{4}\mathcal{E}_0 = \frac{1}{4}\mathcal{E}_0$

$U_C(0) = \frac{3}{4}\mathcal{E}_0$

$C \cdot \varphi' + \frac{\varphi}{R} = -3C\varphi'$

$4C\varphi' = -\frac{\varphi}{R}$

$4C\frac{\Delta\varphi(t)}{\Delta t} = -\frac{\varphi(t)}{R}$

$4C \cdot \Delta\varphi = -\frac{\varphi(t)}{R} \cdot \Delta t$

$4I_0R = -\varphi$

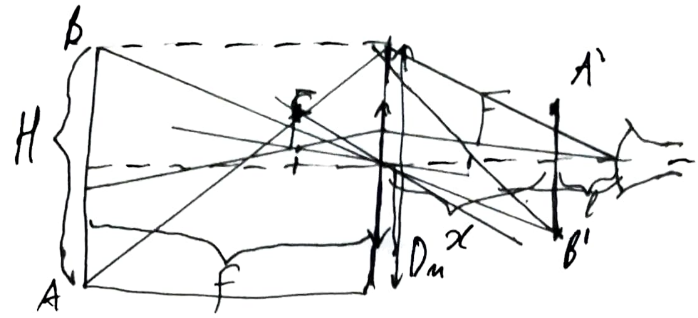
# Черновик.

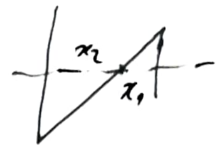
$H = 9$ см

$f = 48$ см

$F = 12$ см

$l = 24$ см

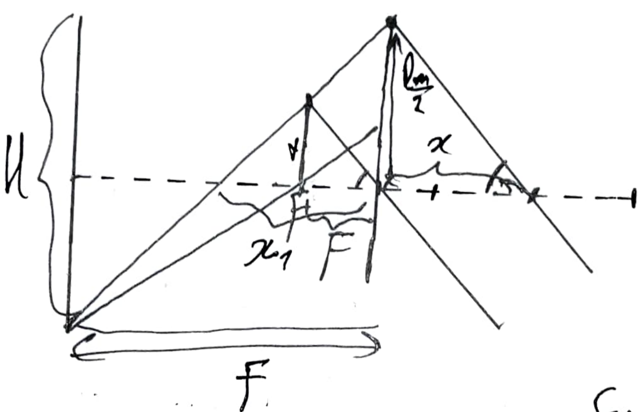



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{x+l}$$

$$\frac{f-F}{F\cdot f} = \frac{1}{x+l}\ ;\ x = \frac{F\cdot f}{f-F} + l = \frac{12\cdot 48}{36} + 24 =$$

$$= 16 + 24 = \cancel{28}\,40\text{ см.}$$




$\cancel{\frac{D_m}{f}}$

$$\frac{\frac{1}{2}(D_m+H)}{f} =$$

f. $\frac{x_1}{x_2} = \frac{D_m}{H}$ ; $x_1 + x_2 = f$

$x_1 = \frac{D_m}{H}x_2$ ; $x_2\left(1+\frac{D_m}{H}\right) = f$

$x_2 = \frac{f\cdot H}{H+D_m}$

$x_1 = \frac{f\cdot D_m}{H+D_m}$

$$\frac{\frac{1}{2}(D_m+H)}{f} = \frac{\frac{1}{2}D_m}{f\cdot D_m}(H+D_m) =$$