Часть 1

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

Шифр: **21203632**

ID профиля: **337412**

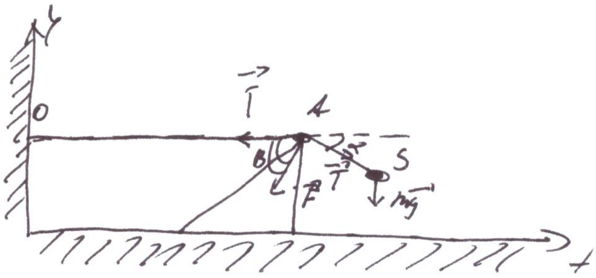
Вариант 2

Чистовик 11-02 | №1

Дано:
$\cos\alpha = \frac{4}{5}$

M

Решение №1



Рассмотрим малый промежуток времени Δt

1) Рассмотрим изменение длины на участках OA и AS. Пусть ~~опущение нити~~. Клин приблизился к ней на ΔL, тогда длина участка OA уменьшилась на ΔL, однако длина участка AS увеличилась на ту же длину ΔL!

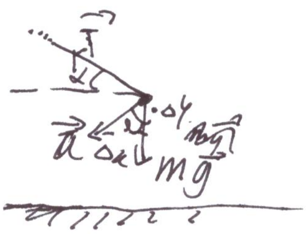
2) Найдем как изменилось расстояние шарика до и вертикальной стены. Вполне очевидно, что

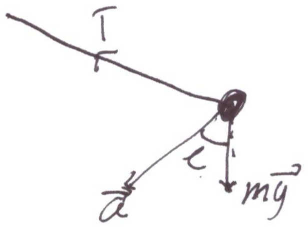
$\Delta x = -\Delta L + \Delta L \cdot \cos\alpha$ $|\Delta L(\cos\alpha - 1)| = |\Delta x|$

т.е шарик приблизился к верт. стене на $\Delta L \cdot (\cos\alpha - 1) = \Delta x$

Теперь найдем ту величину на которую сместился шарик по вертикали. Легко найдем ее зная факт, что участок AS увеличился на ΔL

$\Delta y = \Delta L \cdot \sin\alpha$.





Зная отношение смещений по вертикали и горизонтали, ~~мы можем~~

$\sin\varepsilon = tg\,\varepsilon = \frac{\Delta x}{\Delta y}$

21203632 (U337412 M1268154)

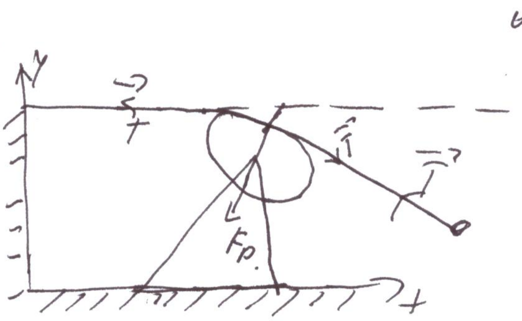
№2

Чистовик

Раз мы нашли угол ~~смещения~~ между вертикалью и ~~ох~~ ~~смещением~~ перемещением шарика мы можем сказать, что искомый угол также равен данному (т.к. $\vec{a} \uparrow\uparrow \vec{v} \uparrow\uparrow \Delta\vec{S}$)

1) Ответ $tg\,\varphi = \frac{|\cos\alpha - 1|}{\sin\alpha} = \frac{\frac{1}{5}}{\frac{3}{5}} = \frac{1}{3}$ $\qquad \sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha}$

II



Найдем силу которая действует на клин со стороны нити

$$F_p = 2T\cdot\cos\left(\frac{180-\alpha}{2}\right)$$

Теперь ~~запишем II З.Н~~ Найдем отношения горизонтальных ускорений клина и шарика

Зная, что

$\Delta x_{кл} = \Delta L$, и $\Delta x_{шара} = \Delta L(1-\cos\alpha)$, мы можем найти отношение перемещения по Ox

$\Delta x_{кл} = \Delta x_{шара}\cdot K$ (~~Пр~~ Продифференцируем данное выражение, и получим) (Возьмем вторую производную)

$a_{кл\,x} = a_{шара\,x}\cdot K$

$\Downarrow$

$$\frac{a_{кл}}{a_{шар}} = \frac{1}{1-\cos\alpha} = 5 = \frac{a_{кл\,x}}{a_{шара\,x}}$$

Теперь запишем II З.Н для шара и для клина в проекцию на Ox

$$\begin{cases} M_{кл}\cdot a_{кл} = \cancel{2T\cdot\cos}\ \cancel{T-T\cos\alpha}\ 2T\cos\left(\frac{180-\alpha}{2}\right)\cdot\cos\left(\frac{180-\alpha}{2}\right) \\ m_{шара}\cdot a_{шара\,x} = T\cdot\cos\alpha \end{cases}$$

В

Чистовик

№3

Решая данную систему получим

$$\frac{M_{кл}}{m_{шар}} = \frac{2T \cdot \cos\left(\frac{180-\alpha}{2}\right)^2 \cdot a_ш}{T\cos\alpha \cdot a_{кл}} = 0,05$$

$a_{кл} =$

Чтобы найти $a_ш$, найдем $a_{шy}$, $a_{шy} = T\sin\alpha + mg$

$$\frac{a_{шар\,x}}{a_{шар\,y}} = \frac{T\cos\alpha}{T\sin\alpha - mg} = \frac{1}{3}.$$

$$\Downarrow$$

$$\frac{T}{mg} = \cancel{\frac{3}{4}}\ \frac{9}{5} \qquad T = \cancel{\frac{3}{4}}\ mg \cdot \frac{5}{9}$$

$$m\,a_{шy} = -\cancel{\frac{5}{4}}\ \frac{5}{9}\ mg \cdot \frac{3}{5} + mg = \cancel{\frac{1}{4}}\ \frac{2}{3}\ mg$$

$$\Downarrow$$

$$a_{шy} = \cancel{\frac{1}{4}}\ \frac{2}{3}g$$

$$\Downarrow$$

~~$a_{кл} = \frac{1}{}$~~ $a_{шx} = \cancel{\frac{1}{4}}g \cdot \frac{2}{3} = \cancel{\frac{1}{12}}\ \frac{2g}{9}$

$$\Downarrow$$

$a_{кл} = \cancel{\frac{5g}{12} \approx 0,416g}$ $\quad g \cdot \frac{10}{9}$

Чистовик

№ 4

Теперь зная вертикальное ускорение шарика, получим искомое время

$$\tau = \sqrt{\frac{2H}{a_{y}}} = \sqrt{\frac{2H}{\frac{5}{12} g \cdot \frac{10}{8} \frac{2}{3}}} = \sqrt{\frac{24}{5} \frac{H}{g}} \approx 2{,}24 \sqrt{\frac{H}{g}} \approx 1{,}7 \sqrt{\frac{H}{g}}$$

$$= \tau = 1{,}34 \sqrt{\frac{H}{g}}$$

$$1{,}7 \sqrt{\frac{H}{g}}$$

Ответ: $\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{3}$; $\frac{10}{9} g = a_{кл}$; $\frac{M}{m} = 0{,}05$; $\tau = 1{,}34 \sqrt{\frac{H}{g}}$

21203632 (U337412 M1268154)

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

Q_1

T_{min}

A_{min}

№2 Чистовик

№3

Решение

Запишем у-е теплового баланса в диф. виде

I $dQ = \nu C \cdot dT = \frac{5}{2} \frac{\nu R T}{T_0} \cdot dT$

$\left|\int_0^{Q_1} Q\right| = |Q| = \left|\int_{T_0}^{\frac{T_0}{2}} \frac{5}{2} \frac{\nu R T}{T_0} dT\right| = \left|\left.\frac{5}{4} \frac{\nu R T^2}{T_0}\right|_{T_0}^{\frac{T_0}{2}}\right| =$

$\Rightarrow |Q| = \frac{5}{4} \frac{\nu R}{T_0} \cdot \left(T_0^2 - \frac{T_0^2}{4}\right) = \frac{15 \nu R T_0}{16}$

$Q = -\frac{15 \nu R T_0}{16}$

II Запишем первое начало термодинамики

$Q = A + \Delta U$

$\left.\frac{5}{4} \frac{\nu R}{T_0} \cdot T^2\right|_{T_1}^{T_2} = A + \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1)$

Т.к по условию $Q < 0$

$+\frac{5}{4} \frac{\nu R T^2}{T_0} - \frac{5}{4} \nu R \cdot T_0 + \frac{3}{2} \nu R T_0 - \frac{3}{2} \nu R T = A$

Заметим, что $A(T)$ - есть функция параболы с ветвями направленными вверх, тогда точка минимума это ее вершина $= \frac{-b}{2a} = \cdot$

$\Rightarrow T_{min} = \frac{\frac{3}{2} \nu R \cdot T_0}{\frac{5}{2} \nu R} = \frac{3}{5} T_0$, Подставим результат в уравнение и получим

$\boxed{A = -0{,}2 \nu R T_0}$

Ответ: $Q = \frac{-15}{16} \nu R T_0$; $T_{min} = \frac{3}{5} T_0$, $A = -0{,}2 \nu R T_0$

21203632 (U337412 M1268154)

1 Mep.

$a_y = T \, \cancel{\cos}^{\sin} z - mg$

$a_x = T\cos z$

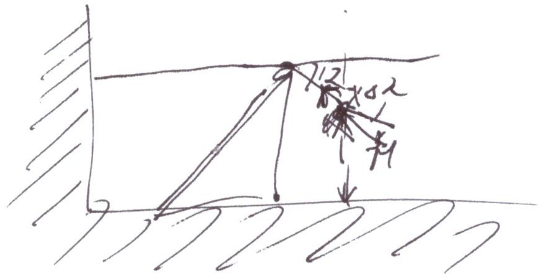
$$\frac{\frac{4}{5}}{\frac{3}{5} - mg} = 1$$

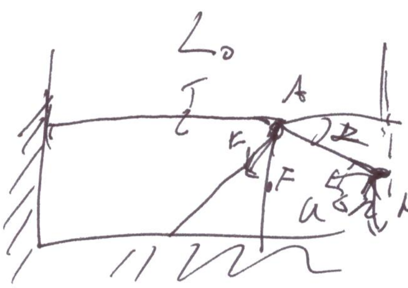
$$\frac{4}{3} - \frac{4}{5}x = \frac{1}{3}$$

$$1 = \frac{4}{5}x$$

$$\frac{5}{4} = x$$

Черновик





$T\cos\alpha >$ ~~$T\sin\alpha = mg$~~

$\Delta x \cdot \sin\alpha = \Delta y$

$\Delta x <$

$v \uparrow a$

$v \uparrow n$

$\frac{\Delta x}{\Delta y} =$

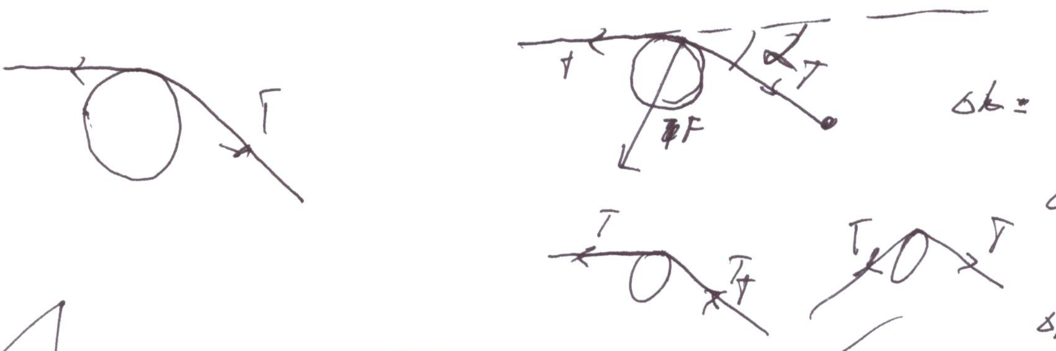
$L_0 = L_1 + l_2 \cdot \cos\alpha$

$\frac{\Delta y}{\Delta x} =$

$L_0' = (L_1 - \Delta x) + (L_2 + \Delta x) \cdot \cos\alpha$

$\Delta L_? = \Delta x + \Delta x \cdot \cos\alpha$ →

$\Delta x = \Delta x \cdot \cos\alpha - \Delta x =$



$\Delta x = \cdot \cos\alpha - \Delta x$

$\Delta x_{кл} = \Delta x_м \cdot \cos\alpha$

$\Delta x_{кл} = \Delta x_м$

$\boxed{F_{кл} = 2T \cdot \cos\left(\frac{180 - 2}{\alpha}\right)}$

$\frac{0,2}{0,8 \cdot 5}$

$a_{кл}$

71,565

$\alpha = 36,867$

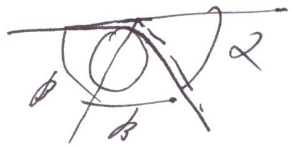
0,316

0,2

0,01 $\cdot 2$

0,02

$\Delta x_{\kappa\lambda} = \cos\alpha\, \Delta x_{\kappa} - \Delta x$



$|\Delta x_{\kappa\kappa}| = |\Delta x_{u}| \cdot |1-\cos\alpha|$

$\frac{d^2}{dt^2}$

$\frac{9}{20} - \frac{5}{4} + \frac{3}{2} - \frac{9}{10} =$

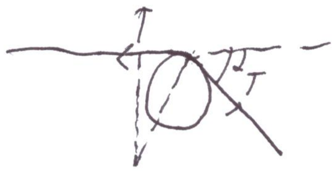
$=$

$a_{\kappa\kappa} = \Delta x_{y}(1-\cos\alpha)$

$\leftarrow$

$\frac{a_{\kappa\lambda}}{1-\cos\alpha} = \frac{a_{uy}}{5} = \frac{a_{\kappa\lambda}}{4}.$

$a.$



$\longrightarrow Ox$

$T\cos\alpha -$ $m(a_{\kappa\lambda} - a_{u}) = F - T\cos\alpha + F_{uH}.$

a_x $T = ma_x$

$f = 0$

$T\cos\alpha = ma_x$

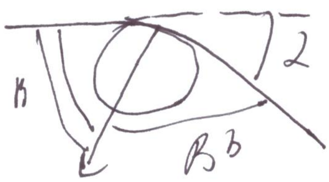
$a_{\kappa\lambda}$

$ma_{\kappa\lambda} = 2T\cos\left(\frac{180-\alpha}{2}\right)\cdot\cos\left(\frac{180-\alpha}{2}\right)$

$ma_{\kappa\lambda} = F.$

$\frac{5}{4}$ $\frac{4}{1}$

$\frac{15}{12} = \frac{1}{\frac{3}{5} - \frac{T}{mg}}$



$\frac{12}{5} = \frac{-3}{5} - \frac{mg}{T}$

$\frac{12}{5} = -\frac{3}{5} + \frac{mg}{T}$ $\frac{mg}{T} = \frac{3}{5} - \frac{12}{5}$

$\frac{9}{5} = \frac{mg}{T}$ $\frac{mg \cdot 5}{9} = T$

21203632 (U337412 M1268154)

Часть 2

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

Шифр: **21203632**

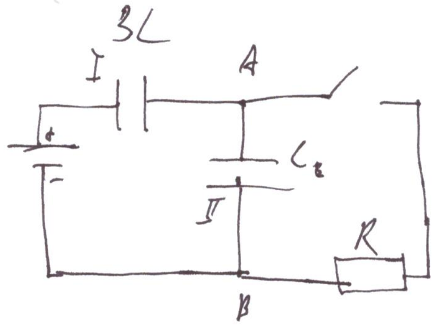
ID профиля: **337412**

Вариант 2

Чистовик 11^с 02

№1

№3



Дано:

C $\quad I_0$

R

I_1 $\quad Q_1$

Q_1

Решение

I Найдем разность потенциалов между точками ~~1,2~~ AB. Для начала найдем заряд на конденс. (т.к они подкл пар.)

$$Q = U \cdot C_0 = \mathcal{E} \cdot C_0 = \mathcal{E} \cdot \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right)^{-1} = \mathcal{E}\,\frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \cancel{3/4}\ \frac{3}{4}\mathcal{E}C$$

Тогда разность потен. между AB

$$U_{AB} = \frac{Q}{C} = \frac{\frac{3}{4}\mathcal{E}C}{C} = \frac{3}{4}\mathcal{E}$$

т.е ток $I_1 = \frac{U_{AB}}{R} = \frac{\frac{3}{4}\mathcal{E}}{R} = 0{,}75\frac{\mathcal{E}}{R}$

II Найдем заряд на C_1 после того, как система установилась (Очевидно, что заряд на $C_2 = 0$, т.к он подключ. парал. резистору)

$$Q_2 = U \cdot 3C = 3\mathcal{E}C$$

Запишем З. С. Э

$$\frac{Q^2}{3C} + \frac{Q^2}{C} + \mathcal{E} \cdot (Q_I - Q_{II}) = \frac{Q_1^2}{3C} + Q_{резист.}$$

$$\frac{3}{16}\mathcal{E}^2 \cdot C + \frac{9}{16}\mathcal{E}^2 \cdot C + \mathcal{E}^2 \cdot C\left(3 - \frac{3}{4}\right) = \mathcal{E}^2 \cdot C + Q$$

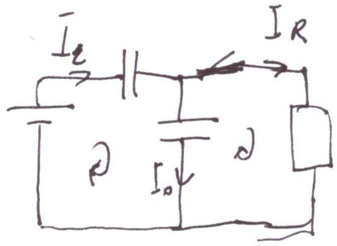
$$Q_{рез} = 2\,\mathcal{E}^2 C$$

21203632 (U337412 M1268155)

Чистовик

№ 2

3)



Запишем I и II правила Кирхгофа + ЗСЭ в продифф. форме

$$\begin{cases} I_\varepsilon = I_R + I_0 = \frac{U_2}{R} + I_0 \\ \frac{Q_{c2}}{C} = I_R \cdot R = U \\ \varepsilon = \frac{Q_{c1}}{3C} + \frac{Q_{c2}}{C} \\ \cancel{\frac{3}{4}\frac{\varepsilon^2 \cdot C}{2C} + \frac{\varepsilon \cdot (Q_{c1} - Q)}{dt} = \frac{Q_{c2}^2}{2C} + \frac{U^2}{R}} \end{cases}$$

$$\frac{(Q+dQ)^2 - Q^2}{2C\,dt} = \frac{Q^2 + 2dQ \cdot Q - Q^2 + dQ^2}{2C \cdot dt} = \frac{Q \cdot I}{C}$$

$$\frac{Q_{c1} I_\varepsilon}{C_1} + I_R^2 R = \frac{Q_{c2} I_0}{C_2} + \varepsilon I_\varepsilon \quad (1)$$

Поработаем с ур. (1)

$$(\varepsilon - U)\left(\frac{U}{R} + I_0\right) + \frac{U^2}{R} = U \cdot I_0 + \varepsilon \frac{U_2}{R} + \varepsilon \cdot I_0$$

$$-U \cdot I_0 + \frac{\varepsilon \cdot U}{R} - \frac{U^2}{R} + \varepsilon I_0 + \frac{U^2}{R} = U I_0 + \varepsilon \frac{U}{R} + \varepsilon I_0$$

$$\Downarrow$$

$$U = \varepsilon - \frac{I_0 R}{2}$$

Ответ $I = 0{,}75 \frac{\varepsilon}{R}$; $2\varepsilon^2 C = Q$, $U = \varepsilon - \frac{I_0 R}{2}$

21203632 (U337412 M1268155)

Чистовик

№3

№4

Дано:

L

$m = m_1$

$R = R_1$

$\frac{m}{2} = m_2$

$4R = R_2$

V_0

---

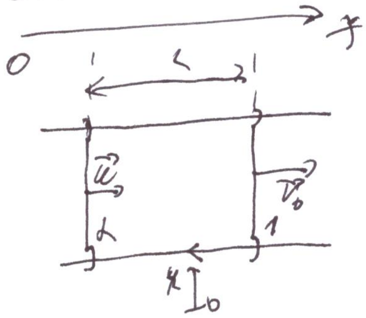
a

$V_1 = ?$

$V_2 = ?$

ΔL

Решение



1) Найдем эдс индукции которая возникает в цепи

$$|\varepsilon| = \left|\frac{d\Phi}{dt}\right| = \frac{B\,dS}{dt} = B\,V\cdot L$$

L – длина перемычки

Ток в цепи $\frac{\varepsilon}{R_1+R_2} = \frac{BVL}{R_1+R_2} = I_0$

Найдем силу Ампера для 2

$$BI_2L = ma = BL\cdot\frac{BUL}{R_1+R_2} = \frac{B^2L^2V}{R_1+R_2} \Rightarrow a =$$

2) По закону сохранения импульса на Ox

$$m_1V_0 = m_1V_1 + m_2V_2$$

т.к режим установился и ~~ток~~ $\varepsilon = 0$, то $V_1 = V_2$ т.к $\Delta S = 0$

$$\frac{m_1V_0}{m_1+m_2} = V_1 = \frac{2}{3}V_0$$

3) $$\frac{B^2L^2(V_1 - V_2)}{5R} = m_2a$$

$$\frac{B^2L^2}{5R}\left(\frac{dx_1}{dt} - \frac{dx_2}{dt}\right) = \frac{m_2\,dV_2}{dt}$$

Проинтегрируем

$$\frac{B^2L^2}{5R}\cdot\Delta x = m_2\cdot\frac{2}{3}V_0 \Rightarrow \Delta x = \frac{5mVR}{3B^2L^2}$$

Чистовик

№54

Дано:

$H = 9$ см

$d = 48$

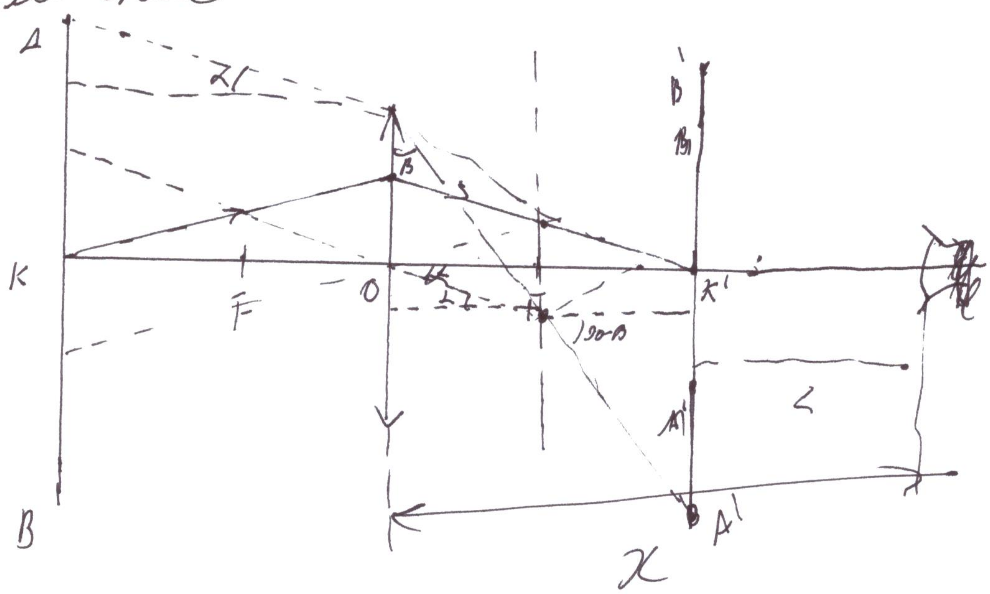
~~$d + f^2 = 24$ см.~~

$F = 12$ см.

$x, A = ?$

$D_л = ?$

Решение



1) Найдем f

По формуле тонкой линзы

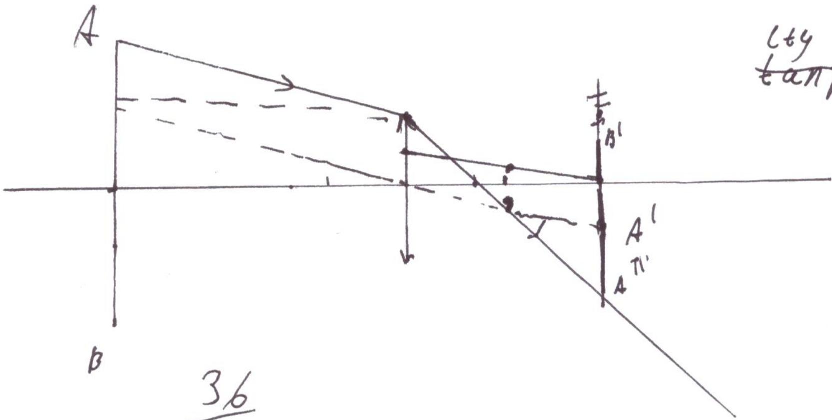
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow f = \left(\frac{1}{F} - \frac{1}{d}\right)^{-1} = 16 \text{ см}$$

$$x = f + L = 40 \text{ см}$$

2) Найдем размер изображения.

$$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{16}{48} = \frac{1}{3} \Rightarrow K'A' = \frac{1}{3}H = 3\text{см}$$

Исходя из геометрических соображ.



$$tg\alpha\ \cancel{\sin\alpha} = \frac{(H-D)}{d}$$

$$\cancel{\tan\beta}\ tg = \frac{D + \frac{tg\alpha}{\cancel{\sin\alpha}} \cdot F}{F} = \frac{F-F}{\frac{1}{3}H - F\,\cancel{\sin\alpha}\ tg}$$

$$\frac{D + \frac{(H-D)}{d} \cdot F}{F} = \frac{\left(\frac{1}{3}H - F\,\cancel{\sin\alpha}\ tg\right)}{F-F}$$

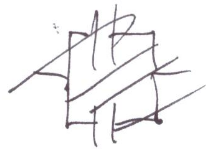
$$\frac{36}{16}$$

$D = 3 -$

21203632 (U337412 M1268155)

Черновик

$$(\mathcal{E}-U)\left(\frac{U}{R}+I_0\right)+\frac{U^2}{R}=U\cdot I_0+\mathcal{E}\left(\frac{U}{R}+\mathcal{E}I\right)$$



$$\frac{(Q_2)^2-(Q_1)^2}{2C\,dt}=$$

$$\frac{U^2}{R}+$$

$$\frac{\Delta t}{t}\cdot d$$

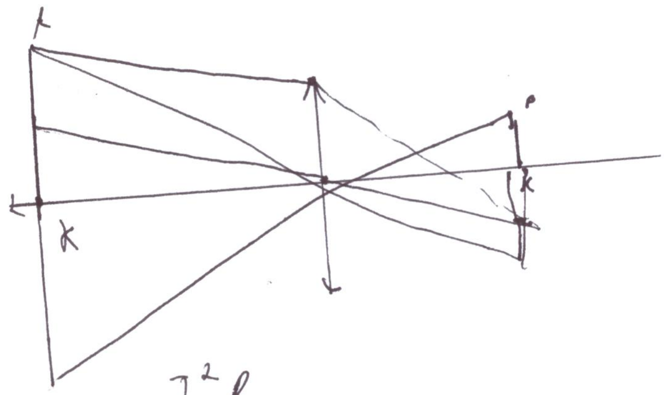
dQ

Q_2

$$\frac{dQ}{dt}=I$$

$$\frac{(Q+dQ)^2-Q^2}{2\,dt\,C}=$$

$$=\frac{Q\cdot I}{C}$$



$$I_R^2R$$

$$\frac{Q_1I_\mathcal{E}}{C_1}+\frac{U^2}{R}=\frac{Q_2I_0}{C_2}+\mathcal{E}I_\mathcal{E}$$

$$\frac{I_0}{2}$$

$$I_\mathcal{E}=\frac{U}{R}+I_0$$

$$\frac{Q_{C1}}{3C}=\mathcal{E}-\frac{Q_2}{C_2}$$

$$\frac{\mathcal{E}U}{R}-\frac{U^2}{R}+\mathcal{E}I_0-UI_0$$

$$(\mathcal{E}-U)\left(\frac{U}{R}+I_0\right)+\frac{U^2}{R}=U\cdot I_0+\mathcal{E}\left(\frac{U_0}{R}+I_0\right)$$

$$\frac{2U^2}{R}=\frac{\mathcal{E}U_0}{R}+\mathcal{E}I_0$$

$$\frac{2U^2}{R}-\frac{\mathcal{E}U_0}{R}-\mathcal{E}I_0=0$$

$$\left(\frac{\frac{\mathcal{E}}{R}+\sqrt{\frac{\mathcal{E}^2}{R^2}+\frac{8\mathcal{E}I_0}{R}}}{4}\right)R$$

21203632 (U337412 M1268155)

$$a = \frac{B^2 L^2 v}{5R}$$