Часть 1

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

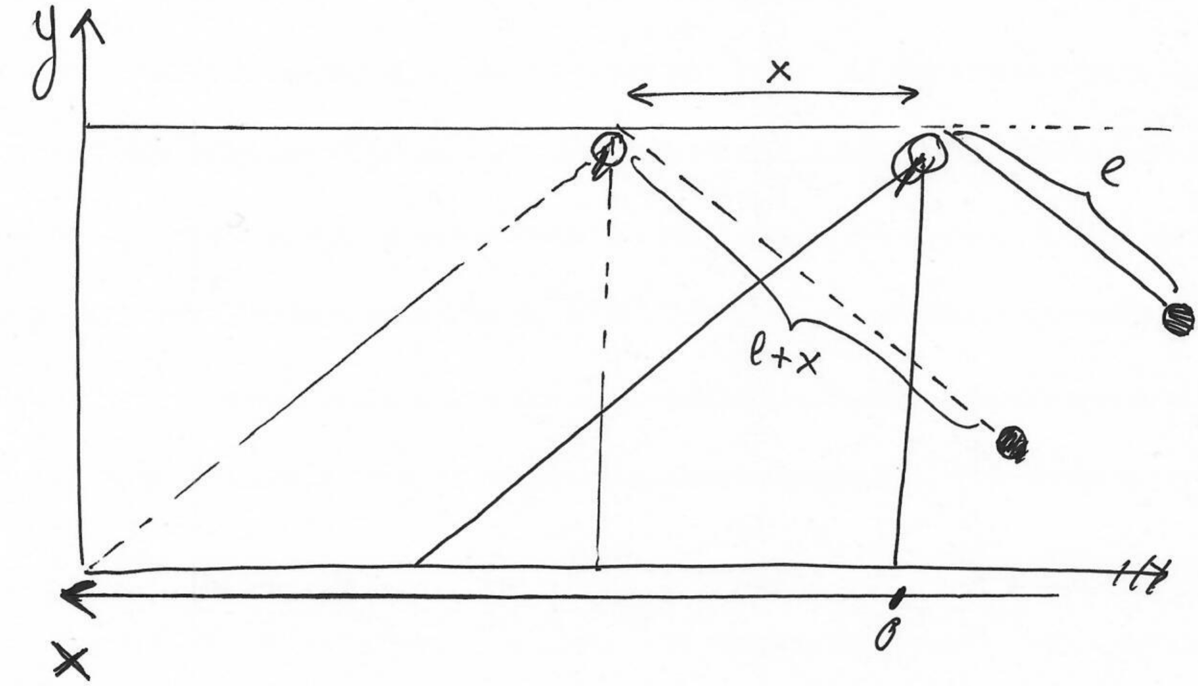
Шифр: **21200682**

ID профиля: **838065**

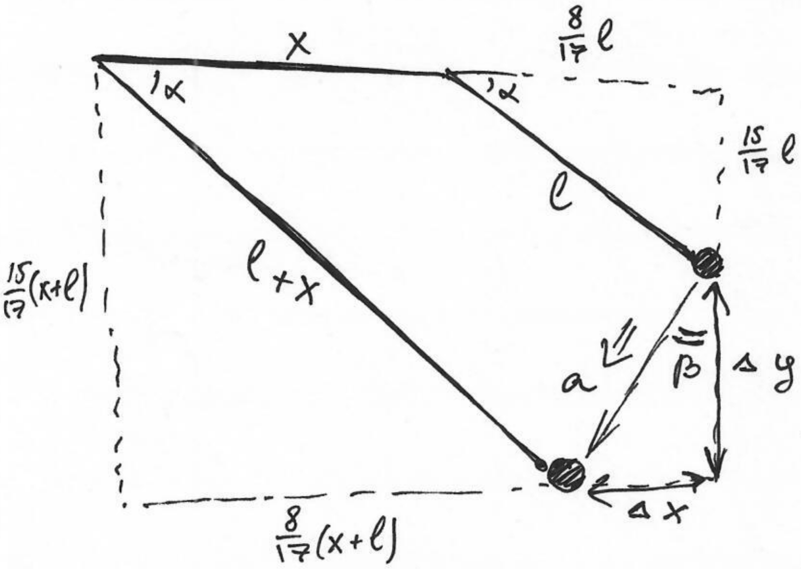
Вариант 4

Чистовик. Лист 1.

Задача 1.



1) За 0 на оси x обозначим конец клина.
Пусть l – длина изначально не горизонтального участка нити. Тогда после перемещения клина на x, длина негор. уч. нити будет равна $x+l$.
Найдем изменение координат шара после сдвига клина на x:



Зная угол α, можно понять, что

$$\Delta x = x + \frac{8}{17}l - \left(\frac{8}{17}(x+l)\right) = \frac{9}{17}x$$

$$\Delta y = \frac{15}{17}(x+l) - \frac{15}{17}l = \frac{15}{17}x$$

Т.е. изменение координат шарика линейно зависит от изменения координаты клина.
Но поскольку x присутствует в Δx и Δy ~~в одной степени~~ в ~~линейной~~ одной степени, то движение шара будет линейным => его ускорение (a) будет направлено вдоль движения => $tg\,\beta = \frac{\Delta x}{\Delta y} = \frac{9}{15}$

$\boxed{tg\,\beta = \frac{9}{15}}$ – угол между направлением ускорения и вертикалью.

Чистовик. Лист 2.

Задача 2.

1) $\Delta Q = \nu C(T)\Delta T$

Поскольку $C(T)$ - линейная функция от T, то мы можем просуммировать ΔQ при изменении T от T_0 до T_1.

через среднее значение

$$C_{cp}(T) = \frac{9}{5}R \cdot \frac{T_0+T_1}{2T_0}$$

$$\Rightarrow \sum_{T_0}^{T_1} \Delta Q = \nu C_{cp}(T)\Delta T =$$

$$= \frac{9\nu R(T_1^2-T_0^2)}{10T_0} = -\frac{9\nu R\cdot\frac{7}{16}T_0^2}{10T_0}$$

$$Q_1 = -\sum\Delta Q = \frac{63}{160}\nu RT_0 \qquad \boxed{Q_1 = \frac{63}{160}\nu RT_0}$$

Дано:

ν, T_0

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

$T_1 = \frac{3}{4}T_0$

1) Q_1 - ?

2) T_2 - ? при $\min A$

3) A_{min} - ?

2) Из первого начала термодинамики

$\Delta Q = \Delta U + \Delta A$

где $\Delta U = \nu C_V\Delta T = \frac{3}{2}\nu R\Delta T$

т.к. гелий (He) - одноатомный газ.

Просуммировав по значению от T_0 до T_2, получаем:

$$A(T_2) = \sum\Delta A = \sum\Delta Q - \sum\Delta U = \frac{9\nu R(T_2^2-T_0^2)}{10T_0} - \frac{3}{2}\nu R(T_2-T_0)$$

$$= \frac{\nu R}{10T_0}(9T_2^2 - 9T_0^2 - 15T_2T_0 + 15T_0^2) = \frac{\nu R}{10T_0}(9T_2-6T_0)(T_2-T_0)$$

$A(T_2)$ имеет вид параболы с ветвями вверх

Корни ~~этого~~ этой функции: $T_2 = T_0$ и $T_2 = \frac{2}{3}T_0$

$\Rightarrow$ минимум будет посередине, где T_2 для $\min A$:

$$T_2 = \frac{T_0+\frac{2}{3}T_0}{2} = \frac{5}{6}T_0 \text{ , тогда}$$

3) $A(\frac{5}{6}T_0) = \frac{\nu R}{10T_0}\left(-\frac{1}{4}T_0^2\right) = -\frac{1}{40}\nu RT_0$

Ответ: 1) $Q_1 = \frac{63}{160}\nu RT_0$ 3) $A(T_2) = -\frac{1}{40}\nu RT_0$

2) $T_2 = \frac{5}{6}T_0$

Черновик

$$
\begin{array}{r} 289 \\ -\ 64 \\ \hline 225 \end{array}
$$

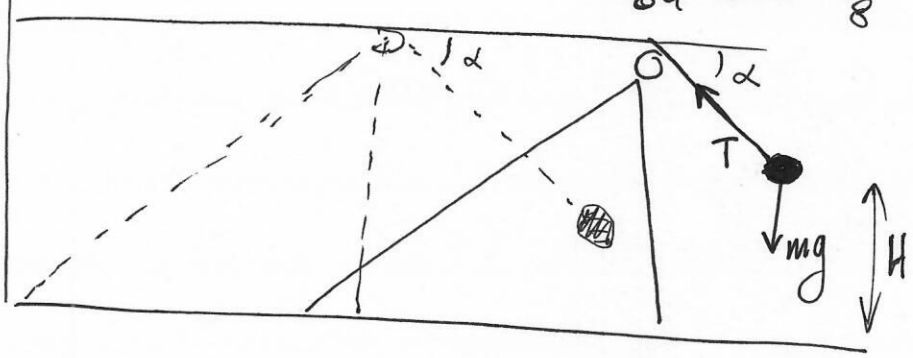
$\cancel{\sqrt{\frac{64}{289}-1}}$

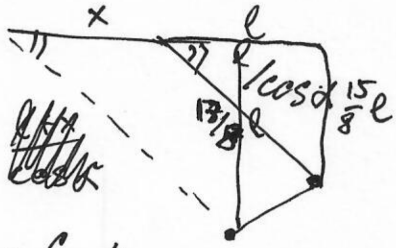
$\sqrt{\frac{289}{64}-1}$ $\frac{15}{8}$

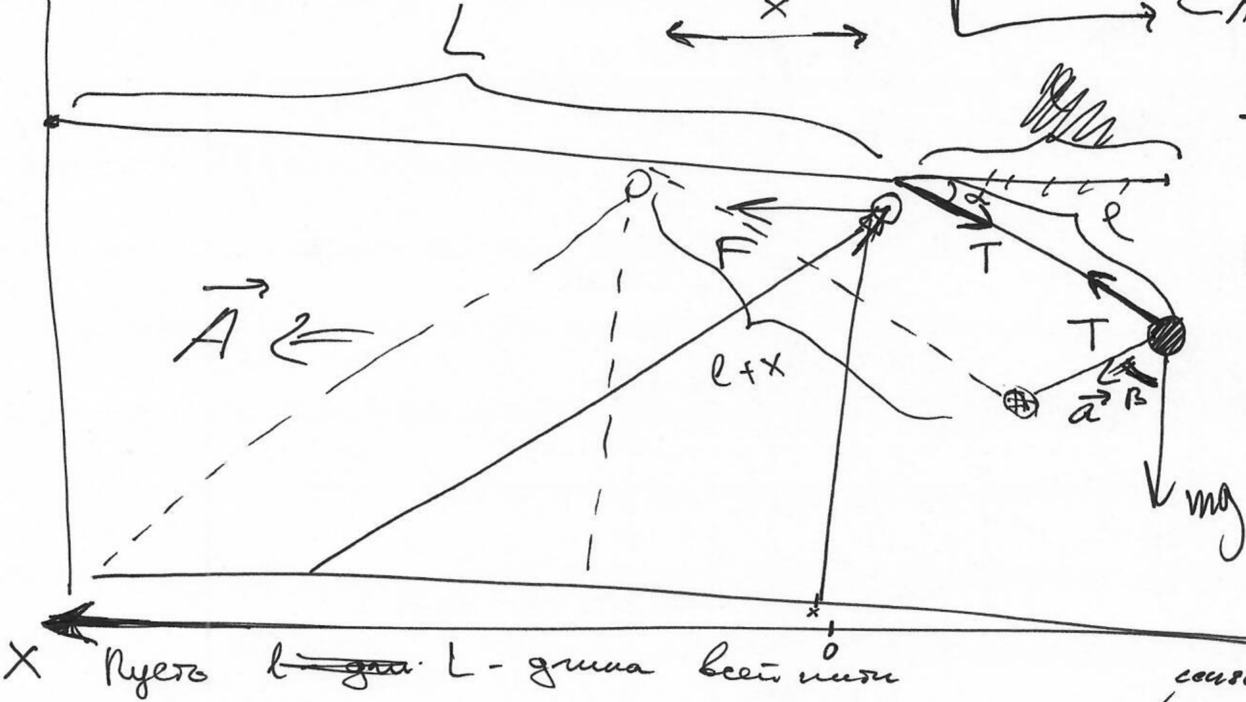
$\cos\alpha = \frac{8}{17}$

И

$\cos\alpha = \frac{l}{\text{гипот.}}$







$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{T}$

Пусть ~~l - дли~~ L - длина всей нити

Начальная длина: $S = \underset{const}{L} + \frac{\overset{const}{l}}{\cos\alpha}$

~~$l = l\cos\alpha$~~

В момент другой: $S = (L - x) + \frac{l+x}{\cos\alpha}$

$0 = -A +$

8,31

Черновик

ν тоже Ne [redacted]

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

$\int C(T)\,dT = \frac{T^2}{2} \cdot \frac{9R}{5T_0}$

$9T_2 - 15T_2T_0 + 6T_0^2$

$(3T_2 - 2T_0)(3T_2 - 3T_0)$

$Q = \nu C \Delta t =$

$= \nu \cdot \int_{T_0}^{\frac{3}{4}T_0} C(T)\,dT =$

$= m \cdot$

$(T_1^2 - T_0^2)\frac{9R}{10T_0}$

$T_0^2 - \frac{9}{16}T_0^2 \quad \frac{7}{16}T_0^2$

$9\nu R(\frac{T_1^2 - T_0^2}{10T_0} \quad \frac{9}{16} - 1$

$Q = \nu C_p \Delta T = \frac{9 \cdot \nu R \cdot \frac{7}{16}T_0}{160\,T_0}$

$9 \cdot \frac{5}{6}T_0 - 6 \cdot T_0$

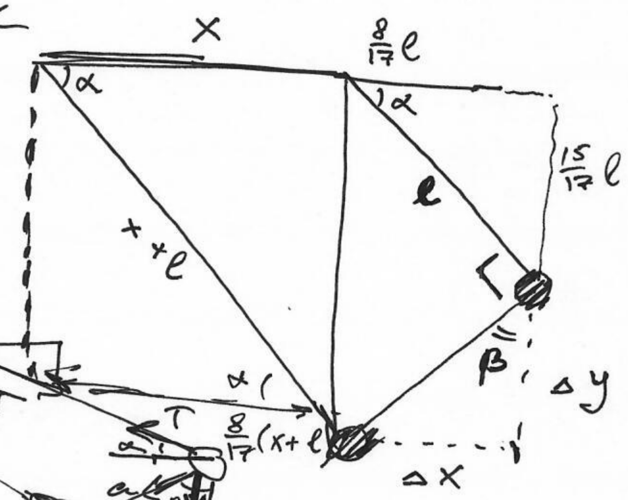
$\frac{45}{6}T_0 - \frac{36}{6}T_0 =$

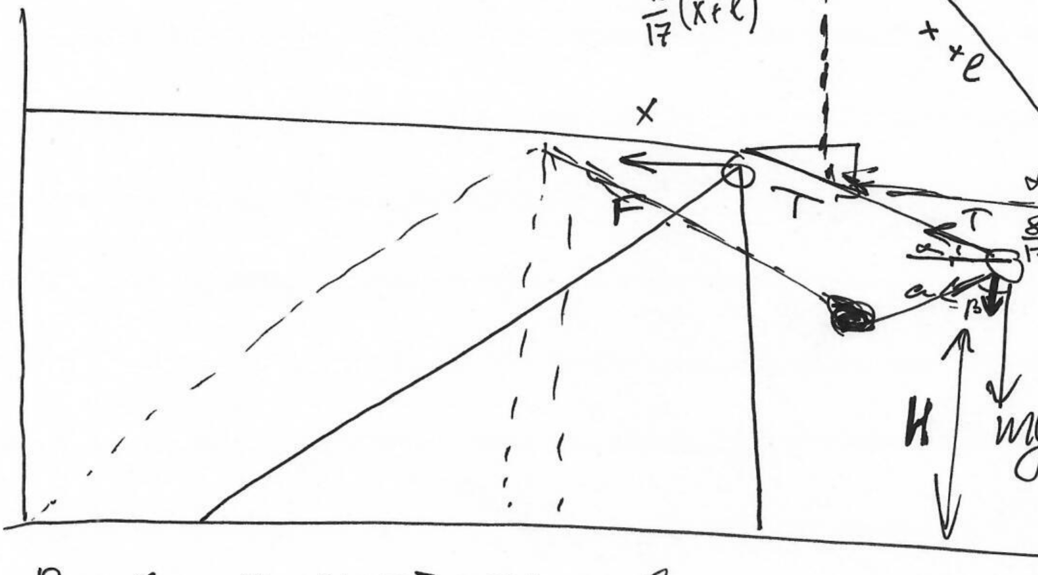
$= \frac{3}{2}T_0 - \frac{1}{8}T_0 =$

$= -\frac{1}{4}T_0$

Черновик

$$1-\frac{64}{289}=\frac{225}{289}$$





$$\Delta x = x+\frac{8}{17}l-\frac{8}{17}(x+l) = x-\frac{8}{17}x = \boxed{\frac{9}{17}x}$$

$$\Delta y = \frac{15}{17}(x+l)-\frac{15}{17}l = \boxed{\frac{15}{17}x}$$

По x и y линейная зависимость от ~~координаты~~ x.
⇒ шар движется по прямой.

1) $\operatorname{tg}\beta = \frac{\Delta x}{\Delta y} = \frac{\frac{9}{17}x}{\frac{15}{17}x} = \frac{9}{15}$

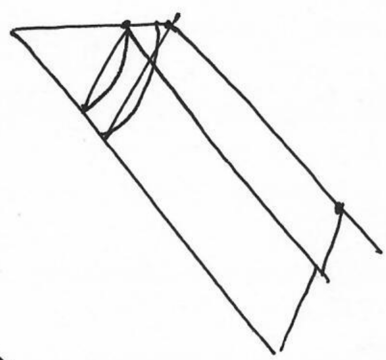
$F = T\cos\alpha$

$$\begin{cases} a_x = \frac{T\cos\alpha}{\sin\beta} \\ a_y = \frac{mg - T\sin\alpha}{\cos\beta} \end{cases}$$

$$\sqrt{(x+l)^2-x^2} = \sqrt{2xl+l^2}$$

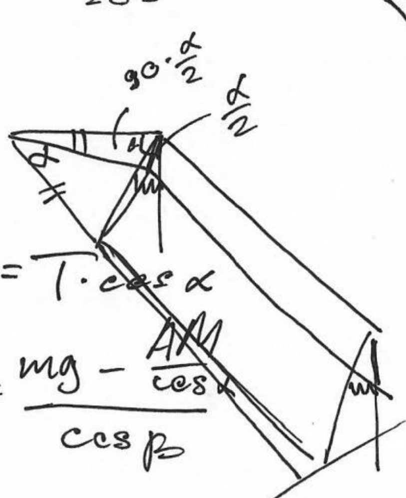
$$\Delta x^2+\Delta y^2 = \frac{81}{289}x^2+\frac{255}{289}x^2$$

$$\begin{array}{r} 255 \\ +\ 81 \\ \hline 336 \end{array} \qquad \frac{336}{289}x^2$$



$$\frac{a\omega^2}{2}$$

$$A = \frac{F}{M} = \quad \ddot{x}M = T\cdot\cos\alpha$$



$$a_y = \frac{mg-\frac{AM}{\cos\alpha}}{\cos\beta}$$

$a_y, A, M,$

~~Чистовик~~ Черновик

Задача 2.

Дано:

ν, He - газ.

T_0

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

1) Q_1 - ?

2) T_2 - ?

3) A_{min} - ?

$$Q = \int_{T_1}^{T_0} C(T)\,dT$$

где $T_1 = \frac{3}{4}T_0$

~~ν Mr(He)~~

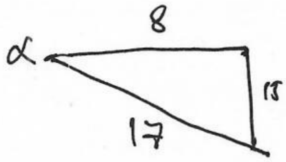
$$\int C(T)\,dT = \frac{T^2}{2}\cdot\frac{9R}{5T_0}$$

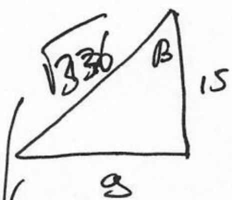
$$\cancel{\Rightarrow Q = \nu \cdot Mr(He)\left(\frac{T_0^2}{2}\cdot\frac{9R}{5T_0} - \frac{T_1^2}{2}\cdot\frac{9R}{5T_0}\right) =}$$

$$\cancel{= \nu \cdot Mr(He)\cdot\frac{7}{16}T_0^2\cdot\frac{9R}{10T_0}}$$

$$\cancel{9\cdot\frac{5}{6}T_0 - 6T_0 =}$$

$$\cancel{= \frac{45-36}{6}T_0 = \frac{9}{6}T_0 = \frac{3}{2}T_0}$$





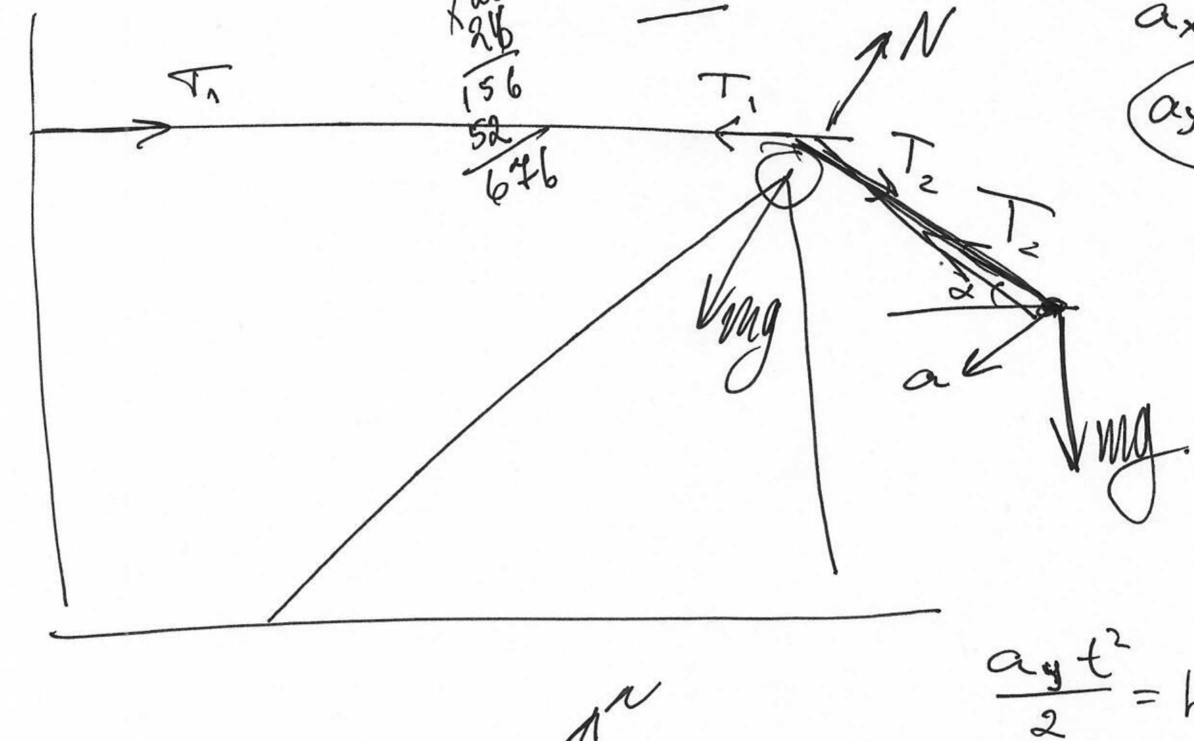
255 + 81

$$\begin{array}{r} 26 \\ \times\ 26 \\ \hline 156 \\ 52\ \ \\ \hline 676 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} +\ 255 \\ 81 \\ \hline \end{array}$$

$$a_x = \frac{T\cos\alpha}{\sin\beta}$$

$$a_y = \frac{mg - T\sin\alpha}{\cos\beta}$$



$$\frac{a_y t^2}{2} = H$$

Часть 2

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

Шифр: **21200682**

ID профиля: **838065**

Вариант 4

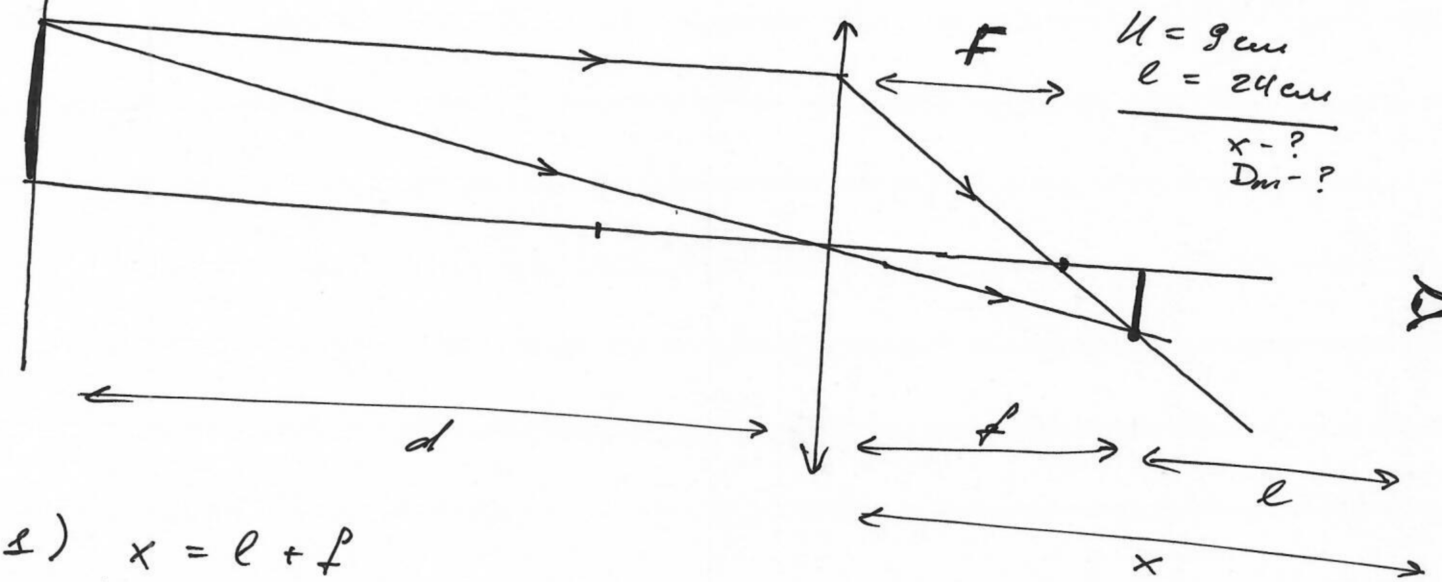
Чистовик. Лист 1.

Задача 5.

Дано:
$d = 96$ см
$F = 24$ см
$H = 9$ см
$l = 24$ см

x - ?
D_m - ?

рис. №1



1) $x = l + f$

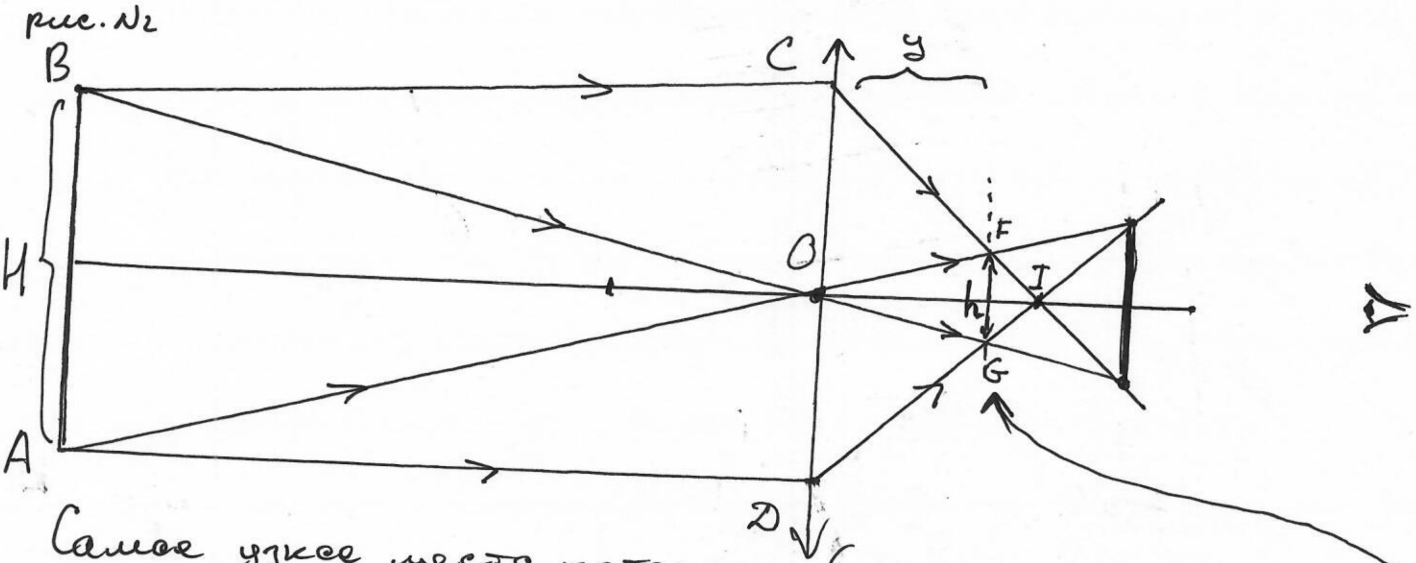
f найдем из формулы тонкой линзы:

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \Rightarrow f = \frac{F \cdot d}{d - F} = \frac{96 \cdot 24}{96 - 24} = 32 \text{ см}$$

$\Rightarrow x = 24 + 32 = 56$ см

3) Для всего циферблата:

рис. №2



Самое узкое место, которое бы перехватывало все лучи, идущие от циферблата расположено здесь т.е между линзой и изображением.

~~а точнее~~

Чистовик. Лист 2.

Пусть y - расстояние от заслонки до линзы

$$\triangle ABO \sim \triangle EGO \Rightarrow \frac{H}{d} = \frac{h}{y} \rightarrow h = \frac{Hy}{d} \qquad (1)$$

$$\triangle CID \sim \triangle EIG \Rightarrow \frac{H}{F} = \frac{h}{F-y} \rightarrow h = H \cdot \frac{F-y}{F} \qquad (2)$$

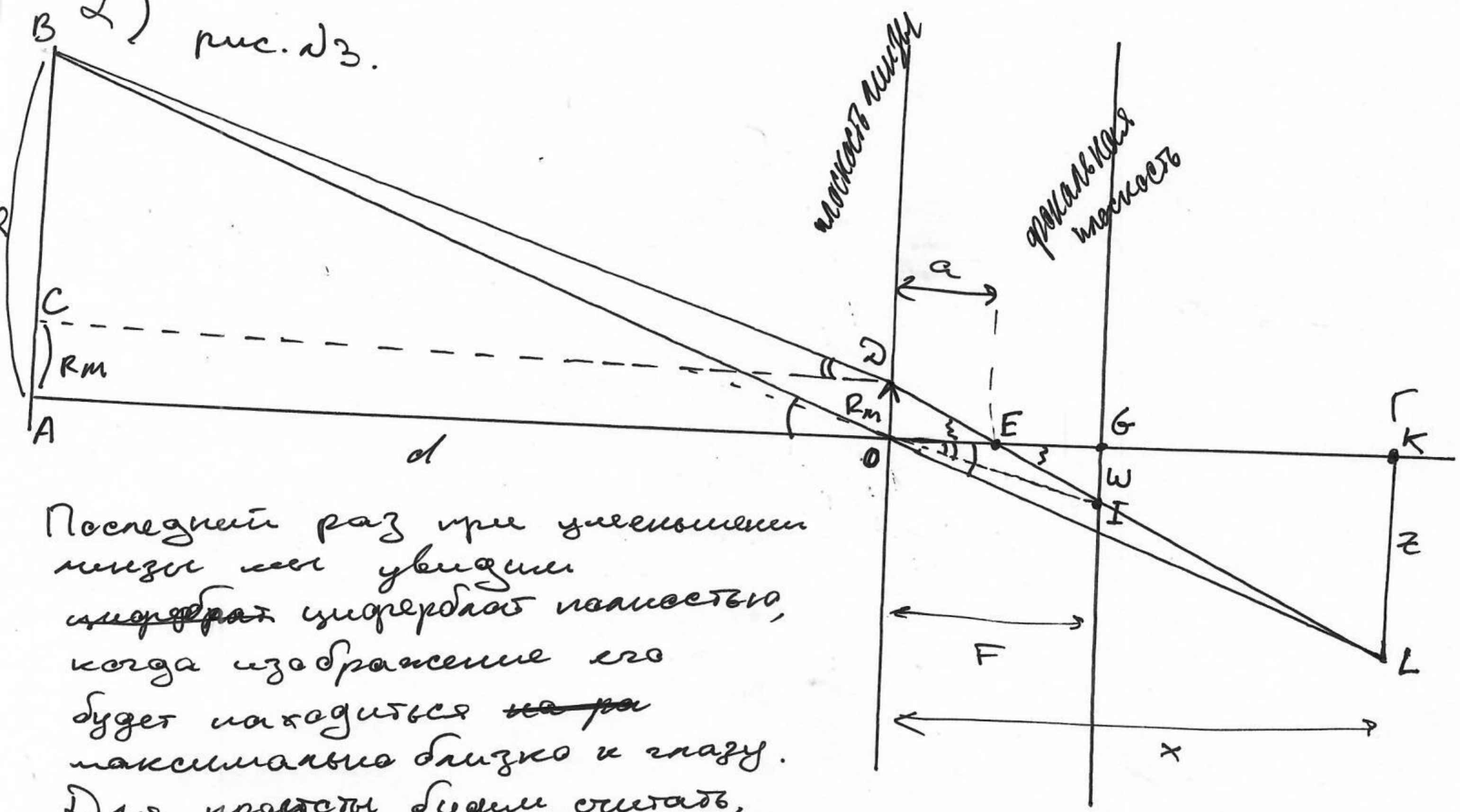
Приравниваем (1) и (2), получаем:

$$\cancel{H} \cdot \frac{y}{d} = \cancel{H} \cdot \frac{F-y}{F}$$

$$\Rightarrow y = \frac{dF}{d+F} = \frac{96 \cdot 24}{96+24} = 19,2 \text{ см}$$

Итого, заслонка должна располагаться между линзой и изображением на расстоянии 19.2 см от линзы

2) рис. №3.



Последний раз при уменьшении линзы мы увидим ~~циферблат~~ циферблат полностью, когда изображение его будет находиться ~~на ра~~ максимально близко к глазу. Для простоты будем считать, что изображение собралось на расстоянии $x = 56$ см от линзы.

Пусть R - радиус циферблата, то есть $R = \frac{H}{2}$, а $R_m = \frac{D_m}{2}$

Чистовик. Лист 3.

Из подобия треугольников (рис. №3)

$\triangle BDC \sim \triangle IOG$, (т.к. $CD \parallel OG$ и $BD \parallel OI$)

$\Rightarrow \dfrac{R-R_m}{d} = \dfrac{\omega}{F}$ (3), где $\omega = GI$.

$\triangle DEO \sim \triangle IEG \Rightarrow \dfrac{R_m}{a} = \dfrac{\omega}{F-a}$ (4), где $a = OE$

$\triangle ABO \sim \triangle KLO \Rightarrow \dfrac{R}{d} = \dfrac{z}{x}$ (5), где $z = KL$

$\triangle DOE \sim \triangle LKE \Rightarrow \dfrac{R_m}{a} = \dfrac{z}{x-a}$ (6)

Решим систему из (3), (4), (5), (6)

Где искомым является R_m.

$$\begin{cases} \dfrac{R-R_m}{d} = \dfrac{\omega}{F} & \omega = \dfrac{F(R-R_m)}{d} \\ \dfrac{R_m}{a} = \dfrac{\omega}{F-a} & \omega = \dfrac{R_m(F-a)}{a} \\ \dfrac{R}{d} = \dfrac{z}{x} & \Rightarrow z = x\dfrac{\overset{\parallel R}{H}}{2d} = 56 \cdot \dfrac{9}{2\cdot 96} = \dfrac{21}{8}\text{ см} \\ \dfrac{R_m}{a} = \dfrac{z}{x-a} \end{cases}$$

приравниваем

подставляем

$$\begin{cases} \dfrac{F(R-R_m)}{d} = \dfrac{R_m(F-a)}{a} \Rightarrow aF(R-R_m) = dR_mF - a\cdot dR_m \\ \dfrac{R_m}{a}(x-a) = \dfrac{xR}{d} \end{cases}$$

$$\Downarrow$$

$$a = \frac{dR_mF}{F(R-R_m)+dR_m}$$

$$\Downarrow$$

$$dR_mx - aR_md = axR$$

$$a = \frac{dR_mx}{xR+R_md}$$

приравниваем

$$\frac{\cancel{d}\cancel{R_m}x}{xR+R_md} = \frac{\cancel{d}\cancel{R_m}F}{F(R-R_m)+dR_m}$$

$$xFR - R_mxF + dxR_m = xRF + R_mdF$$

Задача 4.

Дано:

$B,\ L,\ m_1 = 2m$

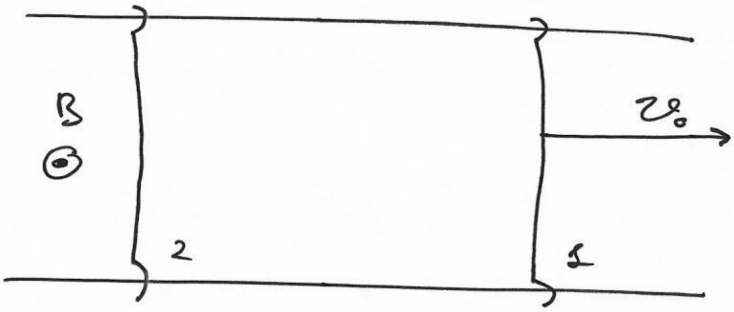
$R_1 = R$

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

$R_2 = 5R$

V_0

1) a_1 - ?
2) V_1, V_2 - ?
3) ΔS - ?



1) Ускорение

$a_1 = \frac{F_A}{m_1}$, где сила Ампера

$F_A = IBL$

ток в цепи:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + R_2}$$

Эдс. индукции:

$$\mathcal{E} = -\Phi' = -BS' = -BLV_0$$

Подставляем все, получаем:

$$\boxed{a_1 = \frac{-B^2L^2V_0}{m_1(R_1+R_2)}}$$

ускорение направлено противоположно V_0

2) Найдём установившиеся скости, они будут равны, т.к. в противном случае энергия системы будет уменьшаться на сопротивлении

Сила Ампера, дейсвует на перемычки одинаково по модулю и разнонаправлено

$\Rightarrow m_1 a_1(t) = -m_2 a_2(t)$

приращение скоростей за длительное время:

$m_1 \Delta V_1 = -m_2 \Delta V_2$, где $V_1(0) = V_0$, $V_2(0) = 0$

$$\Rightarrow m_1(V_1 - V_0) = -m_2(V_1 - 0) \Rightarrow V_1 = V_2 = \frac{m_1}{m_1+m_2}V_0 = \frac{2m}{2m+\frac{m}{2}}V_0 = \frac{4}{5}V_0$$

$$\boxed{V_1 = V_2 = \frac{4}{5}V_0}$$

Чистовик. Лист 5

3) Пусть $s_1(t), s_2(t)$ — пути пройденные перемычками за время t.

За малый промежуток Δt:

$$\Delta V_2 = a_2(t)\Delta t = \frac{F_A(t)}{m_2}\Delta t = \frac{BLI(t)\Delta t}{m_2(R_1+R_2)} =$$

$$= \frac{B^2L^2(v_1(t)-v_2(t))}{m_2(R_1+R_2)} = \frac{B^2L^2(\Delta S_1 - \Delta S_2)}{m_2(R_1+R_2)}$$

Суммируя за некоторый промежуток времени, получаем:

$$s_1(t) - s_2(t) = \frac{v_2(t) m_2 (R_1+R_2)}{B^2L^2}$$

=> За длительный промежуток времени:

$$\Delta S = \frac{V_2 m_2 (R_1+R_2)}{B^2L^2} = \frac{12 V_0 m R}{5B^2L^2}$$

Ответ:

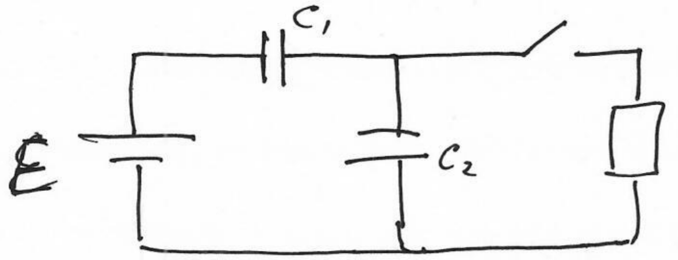
1) $a_1 = -\frac{B^2L^2V_0}{m_1(R_1+R_2)}$

2) $v_1 = v_2 = \frac{4}{5}V_0$

3) $\Delta S = \frac{12}{5}\frac{V_0 m R}{B^2L^2}$

Чистовик. Лист 6.

Задача 3.



Дано:

$C_2 = C$

$C_1 = 5C$

E, R

1) I_0 - ?

1) В начальный момент конденсаторы заряжены так:

$q_0 = C_1 U_{10} = C_2 U_{20}$, где U_{10} и U_{20} - начальные напряжения на конденсаторах.

Тогда $\mathcal{E} = U_{10} + U_{20}$

$\Rightarrow U_{20} = \frac{C_1 \mathcal{E}}{C_1 + C_2}$ => Ток через резистор в нач. момент.

$$I_0 = \frac{U_{20}}{R} = \frac{C_1 \mathcal{E}}{(C_1 + C_2)R} = \frac{5}{6}\frac{\mathcal{E}}{R}$$

2) После замыкания ключа C_2 разрядится

C_1 зарядится до заряда $q_1 = C_1 \mathcal{E}$

Работа ЭДС тогда:

$W = \mathcal{E}(q_1 - q_0)$

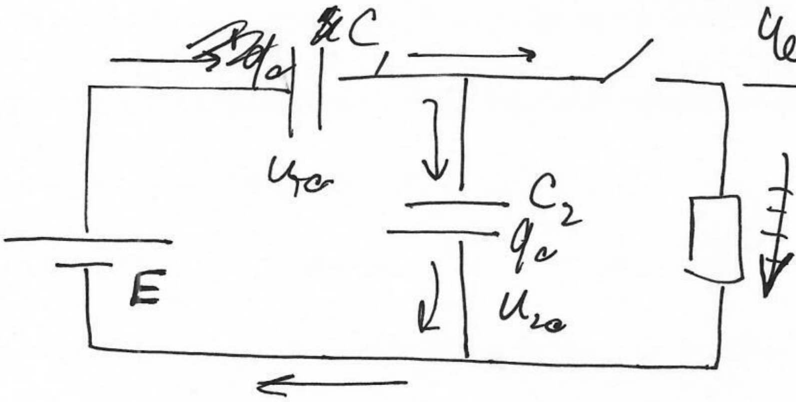
Кол-во теплоты, выделевшейся на резисторе, выразим через ЭДС:

$$C_1 \frac{U_{10}^2}{2} + C_2 \frac{U_{20}^2}{2} + W = \frac{q_1^2}{2C_1^2}$$

где $U_{10} = \frac{1}{6}\mathcal{E}$, $U_{20} = \frac{5}{6}\mathcal{E}$

$q_0 = C_1 U_{10} = \frac{5}{6} C\mathcal{E} \Rightarrow Q = \frac{5}{72} C\mathcal{E}^2 + \frac{25}{72} C\mathcal{E}^2 + \mathcal{E}\left(5C\mathcal{E} - \frac{5}{6}C\mathcal{E}\right) - \frac{25 C\mathcal{E}^2}{10} = \frac{25}{12} C\mathcal{E}^2$

$$Q = \frac{25}{12} C\mathcal{E}^2$$



Черновик

$\cancel{U_{1c} = \frac{C_1}{C_2} U_1}$

$C = \frac{Q}{U}$

$q_0 = C_1 U_{10} = C_2 U_{20}$

$\mathcal{E} = U_{10} + U_{20}$

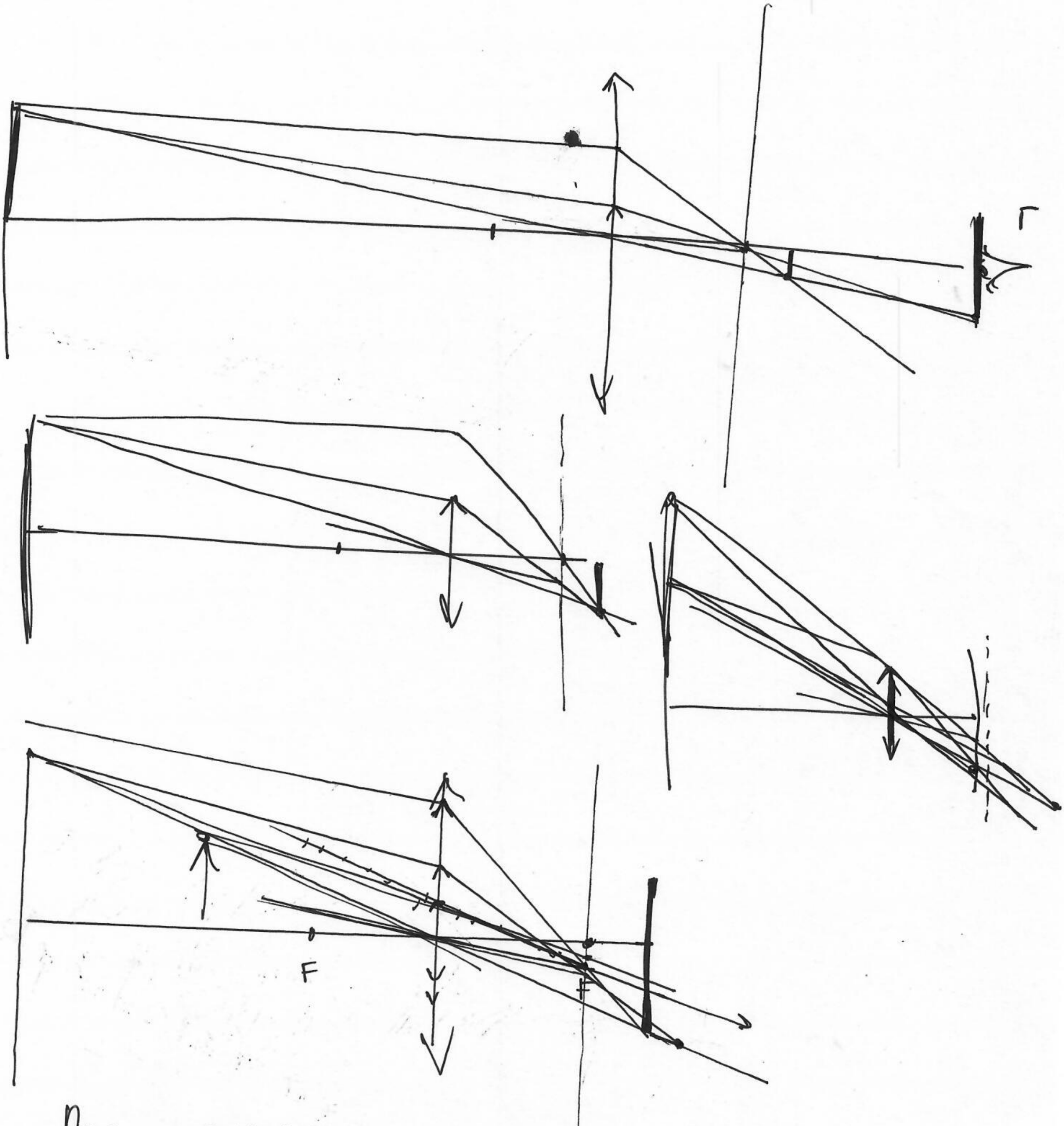
$\cancel{U_{20} = \mathcal{E} - U_{10} = \mathcal{E} -}$

$\Rightarrow U_{20} = \frac{C_1 \mathcal{E}}{C_1 + C_2} = \frac{5}{6} \frac{\mathcal{E}}{R}$

Задача 5.

~~Чистовик.~~

Черновик



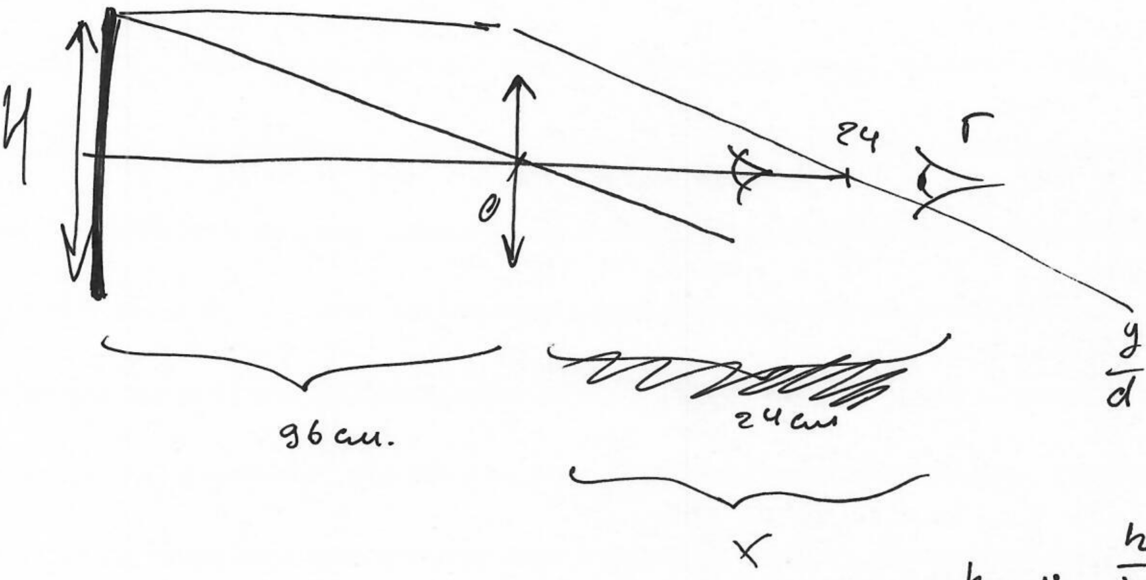
При уменьшении линзы изображение становится все ближе к ~~лаб~~ глазу.

Черновик

$F = 24$ см

$d = 96$ см

~~h·d~~

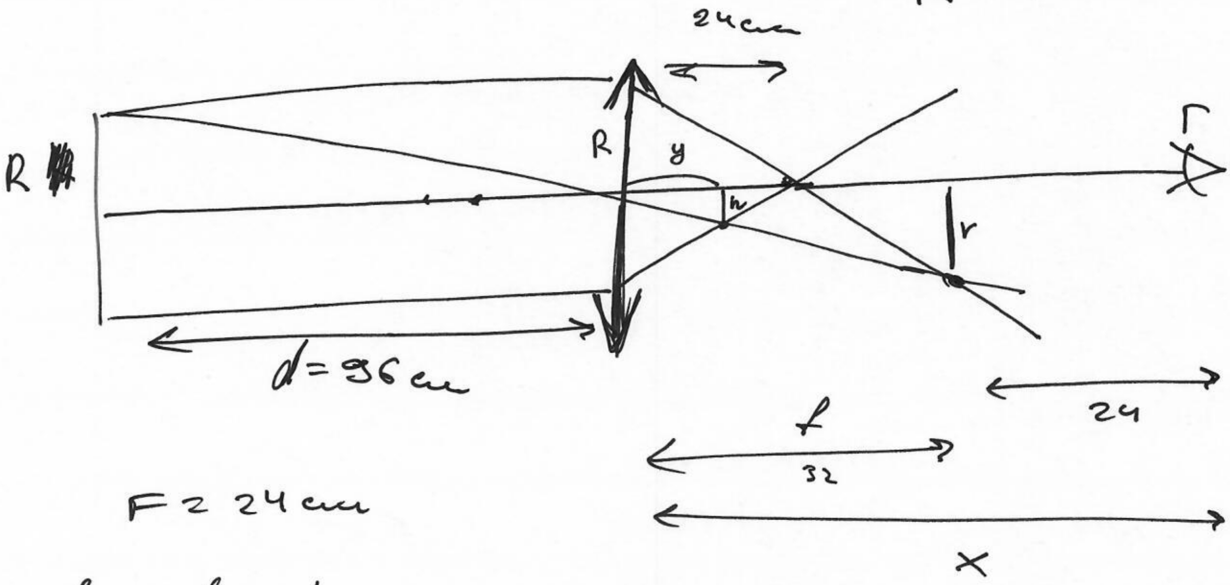


$$yF = dF - yd$$

$$y = \frac{dF}{d+F}$$

$$\frac{y}{d} = \frac{F-y}{F}$$

$$\frac{h}{R} = \frac{y}{d} \qquad \frac{h}{R} = \frac{F-y}{F}$$



$F = 24$ см

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{1}{24} - \frac{1}{96} = \frac{1}{24}\left(1 - \frac{1}{4}\right) = \qquad \frac{24}{96}\times 4 \qquad \frac{\cancel{3}}{4\cdot \cancel{24}_{8}} = \frac{1}{32}$$

$f = 32$ см $\qquad \dfrac{96 \cdot 24}{96 - 24}$

$$\frac{56}{96} = \frac{7}{\cancel{12}_{4}} \cdot \frac{\cancel{9}^{3}}{2} \qquad \frac{2}{2+\frac{1}{2}} \qquad \frac{4}{4+1}$$

$$dF - dx + xF = 0$$

Чертежи

$$\begin{cases} \frac{R-R_m}{d} = \frac{w}{F} & (R_m, w, \\ \frac{R_m}{a} = \frac{w}{F-a} & (R_m, w, a \\ \frac{R}{d} = \frac{z}{x} & /z \\ \frac{R_m}{a} = \frac{z}{x-a} & /z, a, R_m \end{cases}$$

$$\frac{R}{d} = \frac{R_m}{a}$$

$$\begin{cases} \frac{R-R_m}{d} = \frac{w}{F} & /R_m, w \\ \frac{R}{d} = \frac{z}{x} & /z \\ \frac{R_m}{a} = \frac{z}{x} & /z, a, R_m \\ \frac{R_m}{a} = \frac{w}{F-a} & /w, a, R_m \end{cases}$$