Часть 1

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

Шифр: **21200875**

ID профиля: **374246**

Вариант 3

Лист №1 ~~Чистовик~~ Черновик.

Задача №1

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

H

0) $|\bar{T}_1| = |\bar{T}_2|$

$|\bar{T}_1'| = |\bar{T}_1|$

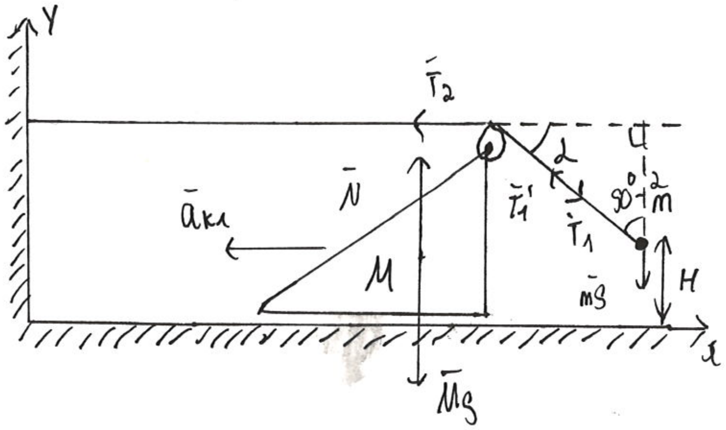
1.) $\bar{N} + M\bar{g} + \bar{T}_2 + \bar{T}_1 = M\bar{a}_{к1}$

$x:\ T_1\cos\alpha - T_2 = Ma_{к1x}$

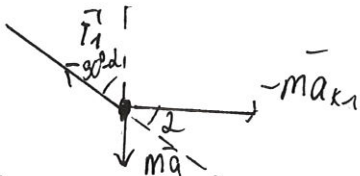
$T(\cos\alpha - 1) = Ma_{к1x} \Rightarrow$

$\Rightarrow Ma_{к1} = T(1-\cos\alpha)$

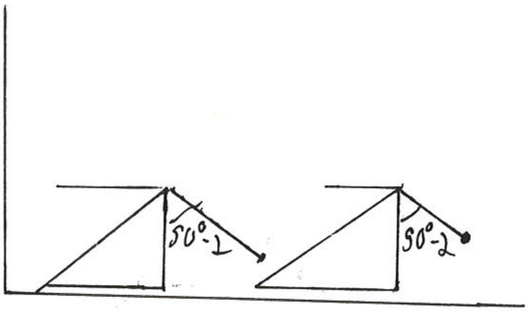
$a_{к1} = \frac{T(1-\cos\alpha)}{M}$



~~2) $\bar{T}' + m\bar{g} = m\bar{a}$~~ 2) Перейдём в С.О. Клина: там он неподвижен, а на шарик действует сила инерции.



$z:\ -T + mg\sin\alpha + ma_{к1}\cos\alpha =$



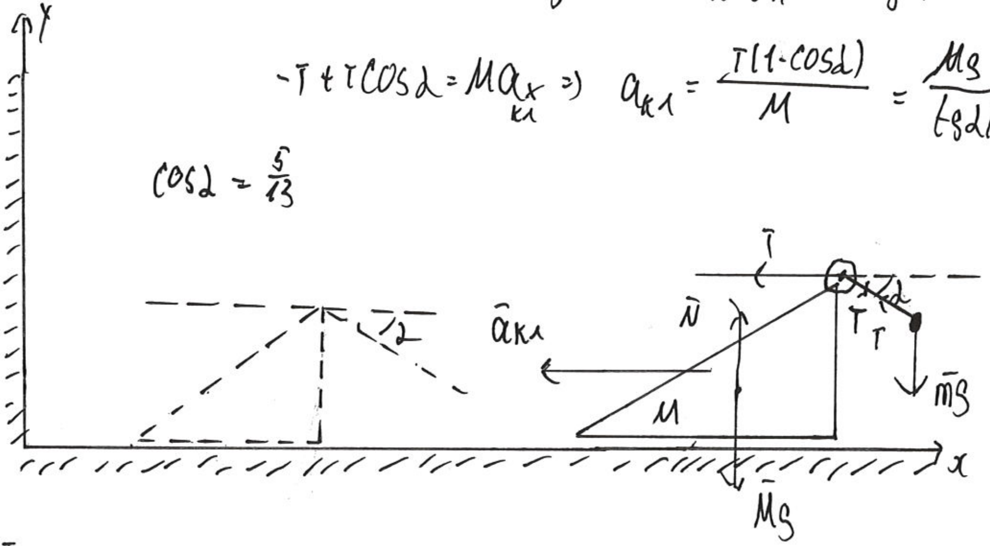
Лист №1 Чистовик

Задача №1

1.) Напишем 2 закон Ньютона связанный с клином на ось x:

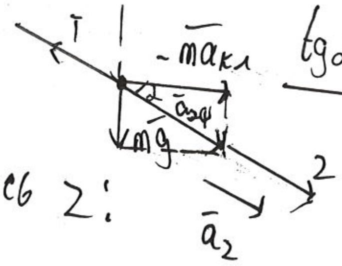
$$-T+T\cos\alpha = Ma_{x_{\kappa}} \Rightarrow a_{\kappa 1} = \frac{T(1-\cos\alpha)}{M} = \frac{Mg}{\cancel{\operatorname{tg}\alpha(1-\cos\alpha)}}\cdot\frac{\cancel{(1-\cos\alpha)}}{\cancel{M}} = g\operatorname{ctg}\alpha$$

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



~~1.) т.к. угол наклона нити к горизонту не изменяется~~

2.) Перейдём в С.О. Клина:



$\operatorname{tg}\alpha = \frac{mg}{ma_{\kappa 1}} = \frac{g}{a_{\kappa 1}}$; $a_{эф} = \sqrt{a_{\kappa 1}^2 + g^2}$

$\operatorname{tg}\alpha\, a_{\kappa 1} = g$

$a_{\kappa 1} = \frac{g}{\operatorname{tg}\alpha}$

3.) 2 З.Н. в проекции на ось 2:

$ma_{эф} - T = ma_2$

4.) По кинетическим связям: $a_2 = a_{\kappa 1}$ $\Rightarrow m\sqrt{a_{\kappa 1}^2 + g^2} - T = ma_{\kappa 1} \Rightarrow$

5.) $\frac{T(1-\cos\alpha)}{M} = \frac{g}{\operatorname{tg}\alpha} = a_{\kappa 1} \Rightarrow T\operatorname{tg}\alpha(1-\cos\alpha) = Mg \Rightarrow T = \frac{Mg}{\operatorname{tg}\alpha - \sin\alpha} = \frac{Mg}{\operatorname{tg}\alpha(1-\cos\alpha)}$

~~6.) $m\sqrt{\frac{T^2(1-\cos\alpha)^2}{M^2} + g^2} - \frac{Mg}{\operatorname{tg}\alpha(1-\cos\alpha)^2} =$~~

6.) $m\sqrt{g^2(1+\operatorname{ctg}^2\alpha)} - T = mg\operatorname{ctg}\alpha \Rightarrow mg\sqrt{\frac{\cos^2\alpha}{\sin^2\alpha} + \frac{\sin^2\alpha}{\sin^2\alpha}} - T = mg\operatorname{ctg}\alpha \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{mg}{\sin\alpha} - T = mg\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} \Rightarrow mg(1-\cos\alpha) = T\sin\alpha \Rightarrow mg(1-\cos\alpha) = \frac{Mg\sin\alpha\cdot\cos\alpha}{\sin\alpha(1-\cos\alpha)} \Rightarrow$

$\Rightarrow m(1-\cos\alpha)^2 = M\cos\alpha \Rightarrow$

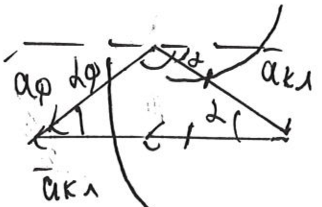
$$\Rightarrow \frac{m}{M} = \frac{\cos\alpha}{(1-\cos\alpha)^2} = \frac{\frac{5}{13}}{\left(\frac{8}{13}\right)^2} = \frac{5}{\cancel{13}}\cdot\frac{13^{\cancel{2}}}{8^2} = \frac{65}{64}$$

Лист №2 Чистовик

$\alpha \approx 67{,}38^\circ$, $\sin\alpha = 0{,}923$

Задача №1

$\frac{180^\circ - \alpha}{2}$

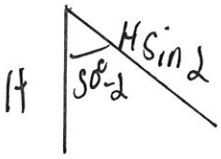


$\cancel{180^\circ - \frac{180^\circ-\alpha}{2} \neq 90^\circ}$

$\frac{180^\circ - \alpha}{2} = 90^\circ - \frac{\alpha}{2} = 90^\circ - 33{,}69^\circ = 56{,}31^\circ$

$\boxed{\cos\alpha_\varphi = 0{,}5547}$

$\boxed{a_{кл} = g\,ctg\,\alpha}$; $\boxed{\frac{m}{M} = \frac{65}{64}}$



$\bar{r} = \bar{r}_0 + \bar{V}_0 t + \frac{\bar{a}t^2}{2} \Rightarrow H\sin\alpha = \frac{g\frac{\cos\alpha}{\sin\alpha}t^2}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow 2H\sin^2\alpha = g\cos\alpha\, t^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H\sin^2\alpha}{g\cos\alpha}} = \sqrt{\frac{2H}{g}\cdot 2{,}215} =$ $0{,}852$

$= \sqrt{\frac{H}{g}} \cdot \sqrt{4{,}43} = \boxed{2{,}1\sqrt{\frac{H}{g}}} \Rightarrow \boxed{t = 2{,}1\sqrt{\frac{H}{g}}}$

Ответ: $\cos\alpha_\varphi = 0{,}5547$; $a_{кл} = g\cdot 0{,}42$; $\frac{m}{M} = \frac{65}{64}$; $t = 2{,}1\sqrt{\frac{H}{g}}$

Лист №3 Чистовик

Задача №2.

$C(T) = 3R\frac{T}{T_0}$

$Q_1 - ?$

$(T_0 \to \frac{3}{5}T_0)$

$T_k - ?$

(A_{min})

A_{min}

$\cancel{1.)\ Q = A + \Delta U}$

$\cancel{A = \int p\,dV}$

$\cancel{\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T = -\frac{3}{2}\nu R\cdot\frac{2}{5}T_0 = -0{,}6\,\nu RT_0}$

$\cancel{pV = \nu RT}$

2.) $dQ = C\,dT = 3R\frac{T}{T_0}dT \Rightarrow \int 1\cdot dQ = \frac{3R}{T_0}\int_{T_0}^{\frac{3}{5}T_0} T\,dT \Rightarrow Q = \frac{3R}{T_0}\cdot\frac{T^2}{2}\Big|_{T_0}^{0{,}6T_0} \Rightarrow$

$\Rightarrow Q = \frac{3}{2}\frac{R}{T_0}\cdot(0{,}36T_0^2 - T_0^2) = -\frac{3}{2}RT_0\cdot 0{,}64 \Rightarrow \underline{|Q_1| = 0{,}96\,RT_0}$

$\cancel{3.)\ \int Q = \int A + dU} \Rightarrow$ 3.) $A = Q - \Delta U = \frac{3R}{T_0}\frac{T^2}{2}\Big|_{T_0}^{\alpha T_0} - \frac{3}{2}\nu R(\alpha T_0 - T_0) \Rightarrow$

$\Rightarrow A = \frac{3}{2}\cdot\frac{R}{T_0}\cdot(\alpha^2T_0^2 - T_0^2) - \frac{3}{2}\nu R\,T_0(\alpha - 1) = \frac{3}{2}RT_0(\alpha^2 - 1) - \frac{3}{2}\nu RT_0(\alpha - 1) \Rightarrow$

$\Rightarrow A = \frac{3}{2}RT_0\left(\alpha^2 - 1 - \nu\alpha + \nu\right)$; возьмём производную:

$A' = \frac{3}{2}RT_0(2\alpha - \nu) = 0$ $\cancel{3RT_0\alpha - \frac{3}{2}\nu RT_0}$ $\Rightarrow 2\alpha = \nu \Rightarrow \underline{\alpha = \frac{\nu}{2}} \Rightarrow \underline{T_K = \alpha T_0 = \frac{\nu}{2}T_0}$

$-$ $\frac{\nu}{2}$ $+$ α $\searrow$ $\nearrow$ – минимум

4.) $A_{min} = \frac{3}{2}RT_0\left(\frac{\nu^2}{4} - 1 - \frac{\nu^2}{2} + \nu\right) =$

$= \underline{\frac{3}{2}RT_0\left(\nu - 1 - \frac{\nu^2}{4}\right)}$

Ответ: $|Q_1| = 0{,}96\,RT_0$; $T_k = \frac{\nu}{2}T_0$; $A_{min} = \frac{3}{2}RT_0\left(\nu - 1 - \frac{\nu^2}{4}\right)$

Часть 2

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

Шифр: **21200875**

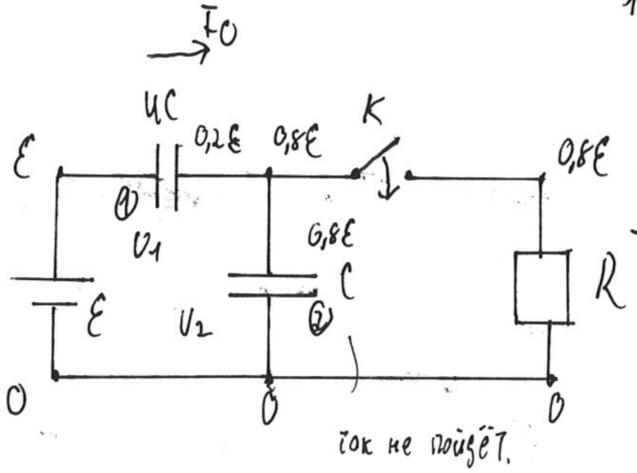
ID профиля: **374246**

Вариант 3

Задача №3

Лист №1

Чистовик



0.) $q = CU$; $|q| = |q_1| = |q_2|$

1.) $\varepsilon = \frac{q_1}{4C} + \frac{q_2}{C} = \frac{q}{4C} + \frac{q}{C} = \frac{q}{4C} + \frac{4q}{4C} = \frac{5q}{4C} \Rightarrow$

$\Rightarrow 4C\varepsilon = 5q \Rightarrow q = 0{,}8C\varepsilon \Rightarrow$

$\cancel{I_0 \Rightarrow \ldots = 4Cq = 3{,}2\varepsilon^2}$

$\Rightarrow U_1 = \frac{q}{4C} = \frac{0{,}8C\varepsilon}{4C} = 0{,}2\varepsilon$

$U_2 = \frac{q}{C} = \frac{0{,}8C\varepsilon}{C} = 0{,}8\varepsilon$

2.) $\underline{I_{R1} = \frac{0{,}8\varepsilon}{R}}$

3.) После замыкания ключа: $Q_\Sigma = W_1 = \frac{4C \cdot U_1^2}{2} = 2C \cdot 0{,}2^2 \cdot \varepsilon^2 =$

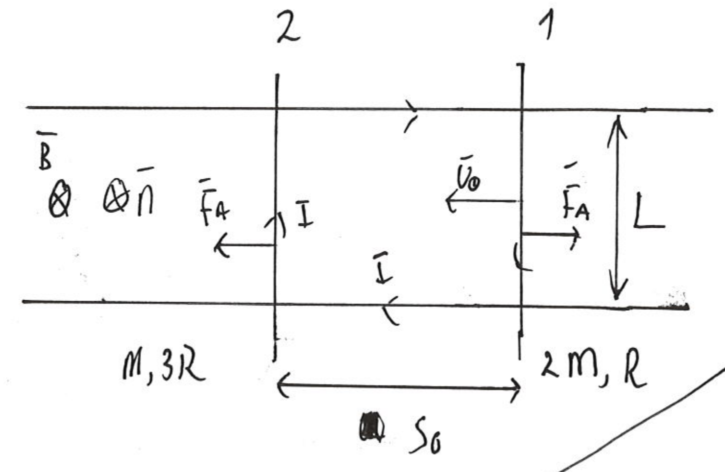
$\underline{= 2C\varepsilon^2 \cdot 0{,}04 = 0{,}08C\varepsilon^2}$

3.) $\underline{U_{RK} = I_0 \cdot R}$

Ответ: $I_{R1} = \frac{0{,}8\varepsilon}{R}$; $Q_\Sigma = 0{,}08C\varepsilon^2$; $U_{RK} = I_0 R$

Задача №4 Чистовик

Лист №2



1.) Т.к. поток через замкнутую поверхность пытается сохраниться, то появляется сила Ампера, направленная против скорости: $d\bar{F}_A = I[d\bar{L} \times \bar{B}] \Rightarrow$

$\Rightarrow F_A = ILB$

~~2.) $\mathcal{E}_i = \int_S \bar{B}\,d\bar{S} \Rightarrow |\mathcal{E}_i| = BS_0L = Bv_0 t L \Rightarrow$~~

~~$\Rightarrow I = \frac{\mathcal{E}_i}{R_\Sigma} = \frac{BS_0L}{4R} \Rightarrow F_A = \frac{B^2S_0L^2}{4R} \Rightarrow$~~

~~$\Rightarrow F_A = 2ma_1 \Rightarrow a_1 = \frac{F_A}{2m} = \frac{B^2L^2S_0}{8Rm}$~~

~~$\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt} = -$~~

~~2.) Рассмотрим систему из двух перемычек: все силы внутренние: $\Rightarrow$~~

~~$\begin{cases} p_0 = 2mv_0 \\ p_k = mv_2 + 2mv_1 \end{cases} \Rightarrow 2mv_0 = 2mv_1 + mv_2 \Rightarrow 2v_0 = 2v_1 + v_2$ - З.С.И.~~

~~$\frac{2mv_0^2}{2} = \frac{2mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} \Rightarrow 2v_0^2 = 2v_1^2 + v_2^2$ - З.С.Э.~~

~~2.) Рассмотрим систему из двух перемычек - нет внешних сил.~~

~~2.) $\mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt}$~~ ~~2.) $\mathcal{E}_i = -$~~ 2.) $|\mathcal{E}_i| = \left|\frac{d\Phi}{dt}\right| \Rightarrow |\mathcal{E}_i| = \left|\frac{BLv_0 dt}{dt}\right| \Rightarrow |\mathcal{E}_i| = |BLv_0| \Rightarrow$

$\Rightarrow I_0 = \frac{\mathcal{E}_i}{R_\Sigma} = \frac{BLv_0}{4R} \Rightarrow F_{A0} = I_0LB = \frac{B^2L^2v_0}{4R} \Rightarrow F_{A0} = 2ma_{10} \Rightarrow \boxed{a_{10} = \frac{B^2L^2v_0}{8mR}}$

~~$a_{20} = \frac{B^2L^2v_0}{4mR} \Rightarrow a$~~

Задача №4 Чистовик $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$

Лист №3

3.) $F_A = ILB = \frac{B^2 L_0^2 U}{4R} \Rightarrow \begin{cases} F_A = 2ma_1 \\ F_A = ma_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_1 = \frac{B^2 L_0^2 U}{8mR} \\ a_2 = \frac{B^2 L_0^2 U}{4mR} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_1 = \frac{B^2 L^2 (V_1 - V_2)}{8mR} \\ a_2 = \frac{B^2 L^2 (V_1 - V_2)}{4mR} \end{cases} \Rightarrow \frac{a_2}{a_1} = 2$

4.) $\left. \begin{array}{l} V_1 = V_0 - a_1 \tau \\ V_2 = a_2 \tau \\ a_2 = 2a_1 \end{array} \right| \Rightarrow \left. \begin{array}{l} V_1 = V_0 - a_1 \tau \\ V_2 = 2a_1 \tau \end{array} \right| \Rightarrow \left. \begin{array}{l} V_1 = V_0 - \frac{V_2}{2} \\ a_1 \tau = \frac{V_2}{2} \end{array} \right| \Rightarrow \left. \begin{array}{l} V_1 + \frac{V_2}{2} = V_0 \\ V_1 = V_2 = V_K \end{array} \right| \Rightarrow \frac{3}{2} V_K = V_0 \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{V_K = \frac{2V_0}{3}}$ Через продолжительный промежуток времени они будут двигаться с одинаковой скоростью V_K, т.к. ускорения пропадут в тот момент, когда $\Delta\Phi = 0$, когда $\Delta V = V_1 - V_2 = 0$.

~~5.)~~ 5.) $V_2 = V_K = \frac{2V_0}{3} = \frac{B^2 L^2 (V_0 - 0)}{4mR} \tau \Rightarrow 8 \cancel{V_0} mR = 3B^2 L^2 \cancel{V_0} \tau \Rightarrow$

$\Rightarrow \tau = \frac{8mR}{3B^2 L^2}$ 6.) $\Delta S_3 = S_1 - S_2 = V_0 \tau - \frac{a_1 \tau^2}{2} - \frac{a_2 \tau^2}{2} = V_0 \tau - \frac{a_1 + a_2}{2} \tau^2 =$

$= V_0 \tau - \frac{\tau^2}{2} \cdot 3a_1 = V_0 \tau - \frac{\tau^2 \cdot 3}{2} \cdot \frac{B^2 L^2 dV}{8mR} \Rightarrow S_3 = V_0 \tau + \frac{3}{16} \tau^2 \cdot \frac{B^2 L^2}{mR} V_0 =$

$\int_{V_0}^{0} 1 \cdot dV$

$= V_0 \left(\frac{8mR}{3B^2 L^2} + \frac{3}{16} \cdot \frac{B^2 L^2}{mR} \cdot \frac{64 m^2 R^2}{9 B^4 L^4} \right) = V_0 \left(\frac{8}{3} \frac{mR}{B^2 L^2} + \frac{4}{3} \frac{mR}{B^2 L^2} \right) = \boxed{4V_0 \cdot \frac{mR}{B^2 L^2}}$

Ответ: $a_{10} = \frac{B^2 L^2 V_0}{8mR}$; $V_1 = V_2 = V_K = \frac{2V_0}{3}$; $S_K = S_0 - S_3 = S_0 - 4V_0 \frac{mR}{B^2 L^2}$

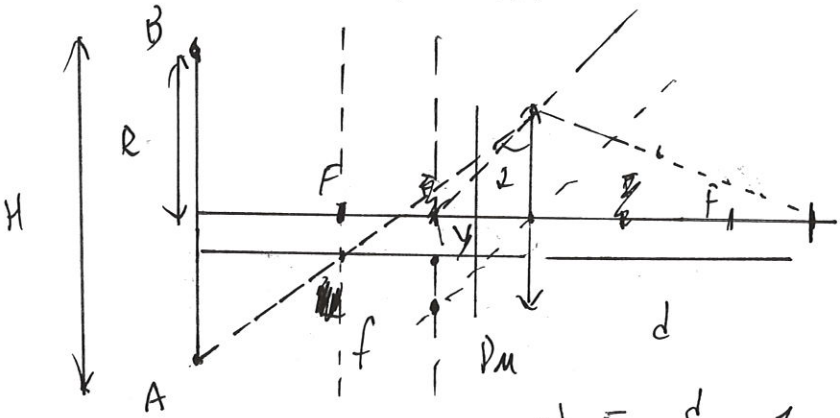
Задача №5 Чистовик

Лист №4

$H = 9$ см $\Rightarrow R = 4{,}5$ см

$f = 72$ см; $d' = 24$ см

$F = 18$ см



1.) $\dfrac{1}{F} = \dfrac{1}{f} + \dfrac{1}{d}$

2.) $x = d = 24$ см $= d'$ (т.к. глаз видит изображение в линзе)

$$\frac{1}{18} = \frac{1}{72} + \frac{1}{d} \Rightarrow \frac{1}{d} = \frac{3}{72} \Rightarrow d = \frac{72}{3} = 24 \text{ см} = d'$$

3.) $\Gamma = \dfrac{d}{f} = \dfrac{1}{4} \Rightarrow D_м = \Gamma H = 2{,}25$ см

4.) $\operatorname{tg}\alpha = \dfrac{f}{R + \frac{D_м}{2}} = \dfrac{y}{\frac{D_м}{2}} \Rightarrow y = \dfrac{f D_м}{2R + D_м} = \dfrac{162}{11{,}25} = 14{,}4$ см —

— на таком расстоянии нужно расположить стакан.

Ответ: $x = 24$ см; $D_м = 2{,}25$ см; $y = 14{,}4$ см