0 089572 500002

08-95-72-50
(47.2)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Андреева Дмитрия Евгеньевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«05» марта 2023 года

Подпись участника

08-95-72-50 (47.2)

Чистовик

№1

Дано:

$L = 20$ см

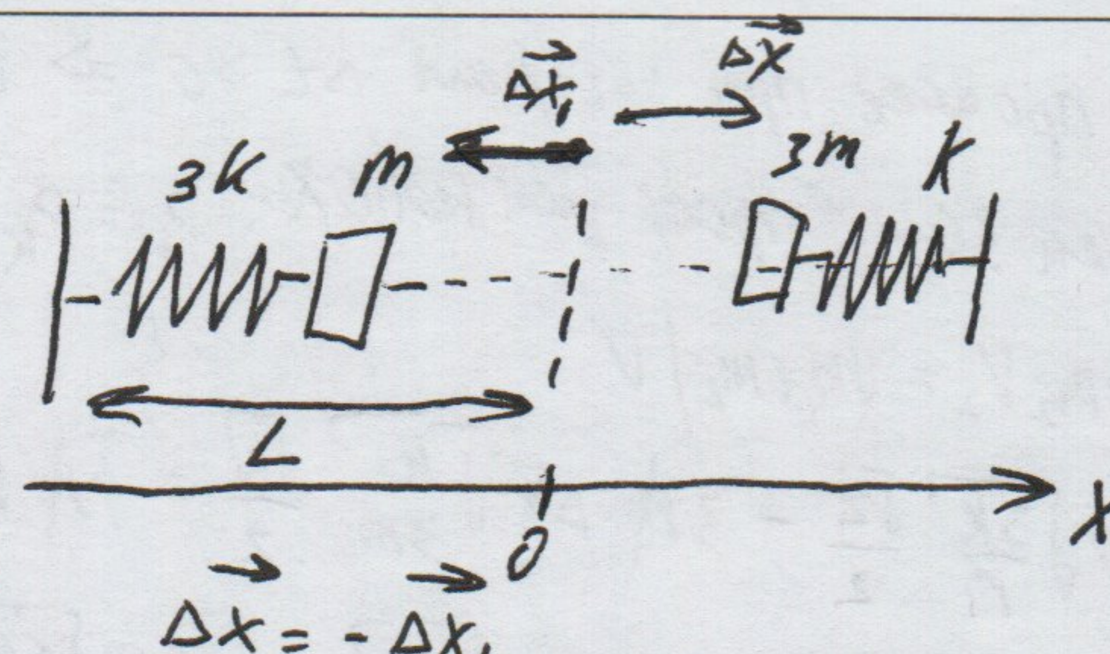
$k_1 = 3k;\ k_2 = k$

$m_1 = m;\ m_2 = 3m$

$\Delta x = {}^{+}10$ см

$A - ?$

Направим ось X в правую сторону, ноль будет находиться посередине между двух стенок.



Закон Гука: $\vec{F}_{упр} = -k \cdot \vec{\Delta x}$

Напишем второй закон Ньютона для левого груза: в проекции на OX:

$ma = -3k\Delta x_1$ (Δx_1 отрицателен в проекции на OX для первого груза)

$\Downarrow$

$\ddot{x} + \frac{3k}{m} x = 0 \rightarrow$ уравнение гармонических колебаний

из этого уравнения $w_1^* = \sqrt{\frac{3k}{m}}$

$x_1 = -\Delta x \cdot \cos(w_1 t) = -\Delta x \cos\left(\sqrt{\frac{3k}{m}} t\right)$

Напишем второй закон Ньютона для правого груза в проекции на OX:

$-3ma = k\Delta x$

$\ddot{x} + \frac{k}{3m} x = 0 \rightarrow$ ур. гармонических колебаний $\Rightarrow w_2 = \sqrt{\frac{k}{3m}}$

$x_2 = \Delta x \cdot \cos(w_2 t) = \Delta x \cdot \cos\left(\sqrt{\frac{k}{3m}} t\right)$

Два груза столкнулись, значит они были в один и тот же момент времени на одной координате. $\Rightarrow x_1 = x_2$ при τ

τ — время соударения

$-\cancel{\Delta x}\cos\left(\sqrt{\frac{3k}{m}}\tau\right) = \cancel{\Delta x}\cos\left(\sqrt{\frac{k}{3m}}\tau\right)$

из тригонометрии

$\sqrt{\frac{3k}{m}}\tau - \frac{\pi}{2} = \sqrt{\frac{k}{3m}}\tau$

$\tau = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{3k}{m}} - \sqrt{\frac{k}{3m}}} = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{\sqrt{m}}{\sqrt{k} \cdot (\sqrt{3} - \sqrt{\frac{1}{3}})}$

Найдём скорости грузов в момент соударения:

$x_1(t) = -\Delta x \cos\left(\sqrt{\frac{3k}{m}} t\right)$, возьмём производную

$V_1(t) = -\Delta x \cdot \sqrt{\frac{3k}{m}} \cdot (-1) \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{3k}{m}} t\right) = \Delta x \sqrt{\frac{3k}{m}} \sin\left(\sqrt{\frac{3k}{m}} t\right)$

В момент времени τ:

$V_1(\tau) = \Delta x \cdot \sqrt{\frac{3k}{m}} \cdot \sin\left(\sqrt{3} \cdot \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}\right) = \Delta x \sqrt{\frac{3k}{m}} \cdot \sin\left(\frac{3\pi}{4}\right) = \Delta x \sqrt{\frac{3k}{m}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$

$x_2(t) = \Delta x \cdot \cos\left(\sqrt{\frac{k}{3m}} t\right)$, возьмём производную:

$V_2(t) = -\Delta x \cdot \sqrt{\frac{k}{3m}} \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{3m}} t\right)$

В момент времени τ

$V_2(\tau) = -\Delta x \sqrt{\frac{k}{3m}} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}\right) = -\Delta x \sqrt{\frac{k}{3m}} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = -\Delta x \sqrt{\frac{k}{3m}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$

№	1	2	3	4	5	Σ
	20	20	20	19	2	81

Потапиков, Старовойтов, Шарапов, Калмыков (восемьдесят один)

Удар - процесс при котором $\Delta t \Rightarrow 0 \Rightarrow$ выполняется ЗСИ. Чистовик

Запишем ЗСИ в проекции на OX $p_н = p_к$

$$m_1V_1 + m_2V_2 = (m_1+m_2)V$$

$$m\cdot\Delta x\cdot\sqrt{\frac{3k}{m}}\frac{\sqrt2}{2} - 3m\cdot\Delta x\sqrt{\frac{k}{3m}}\frac{\sqrt2}{2} = 4mV \quad |:m$$

$$V = \frac{\Delta x\cdot\sqrt{6k}}{8\sqrt{m}} - \frac{3\Delta x\cdot\sqrt{2k}}{8\cdot\sqrt{3m}} = \frac{\Delta x\sqrt{6k}}{8\sqrt{m}} - \frac{\Delta x\cdot\sqrt{6k}}{8\sqrt{m}} = 0$$

Значит после удара грузы остановятся; ~~станет новая~~

Систему из 2 пружин с коэффициентом жёсткости k_1 и k_2 можно заменить пружиной с жёсткостью k_1+k_2

Следовательно новой амплитудой будет расстояние от O до координаты соударения

$$x_1(\tau) = -\Delta x\cdot\cos\left(\sqrt3\cdot\sqrt{\frac{k}{m}}\cdot\sqrt{\frac{m}{k}}\cdot\frac{\pi}{2}\cdot\frac{\sqrt3}{2}\right) = -\Delta x\cdot\cos\left(\frac{3\pi}{4}\right) = \Delta x\cdot\frac{\sqrt2}{2}$$

$$x_1(\tau) = A = \Delta x\cdot\frac{\sqrt2}{2} \qquad A = 10см\cdot\frac{\sqrt2}{2} \approx \cancel{7см}\ 7{,}4см$$

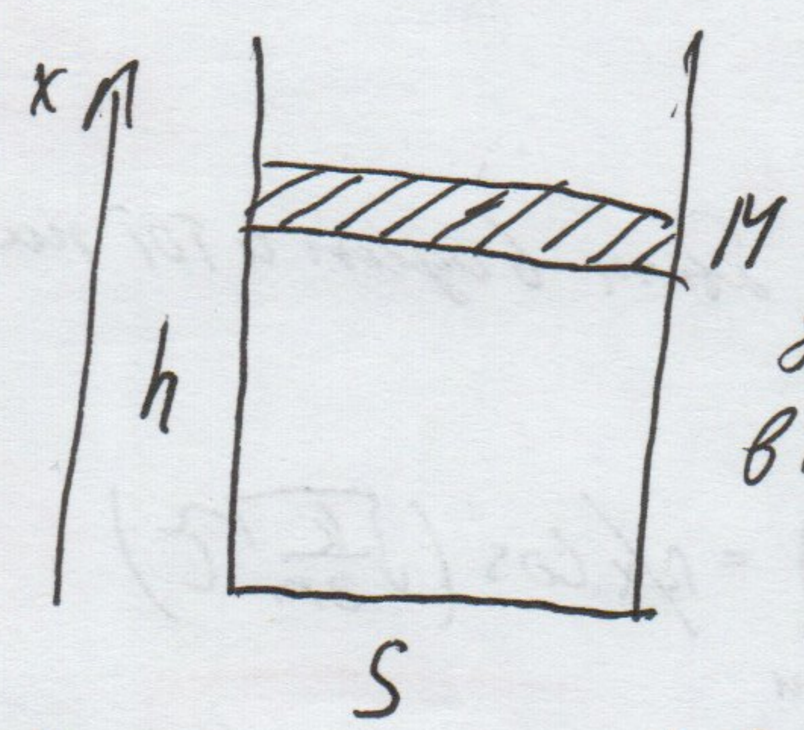
Ответ: $A = \cancel{7см}\ 7{,}4см$

№2

Дано:
$M = 100кг$
$S = 100\ см^2 = 0{,}01\ м^2$
$m = 9г = 0{,}009\ кг$
$T_0 = 273K$
$T = 400K$
$P_н = 2{,}5\cdot10^5\ Па$
$P_0 = 10^5\ Па$
$\mu = 18\cdot10^{-3}\ \frac{кг}{моль}$
$R = 8{,}3\ \frac{Дж}{моль\cdot K}$
$g = 10\ \frac{м}{с^2}$

$h - ?$

Направим OX вверх.



Под поршнем находится только вода

Напишем второй закон Ньютона для поршня после подъема температуры в проекции на OX:

$$P_B\cdot S - Mg - P_0\cdot S = 0$$

$$P_B = \frac{Mg}{S} + P_0$$

P_B - давление паров воды

$$P_B = 2\cdot10^5\ Па$$

$P_B < P_н \Rightarrow$ вся вода стала паром

Будем считать пары воды идеальным газом, тогда напишем закон Менделеева-Клапейрона:

$$P_B\cdot S\cdot h = \nu_B RT \Rightarrow \left(\frac{Mg}{S}+P_0\right)Sh = \frac{m}{\mu}RT$$

$$h = \frac{mRT}{\mu S\cdot\left(\frac{Mg}{S}+P_0\right)} \qquad h = 83\ см$$

Ответ $h = 83см$.

08-95-72-50 (47.2)

Чистовик

N 3

Дано:

$R = 1$ м

$r = 0{,}25$ м

$m = 10^{-3}$ кг

$q = 10^{-6}$ Кл

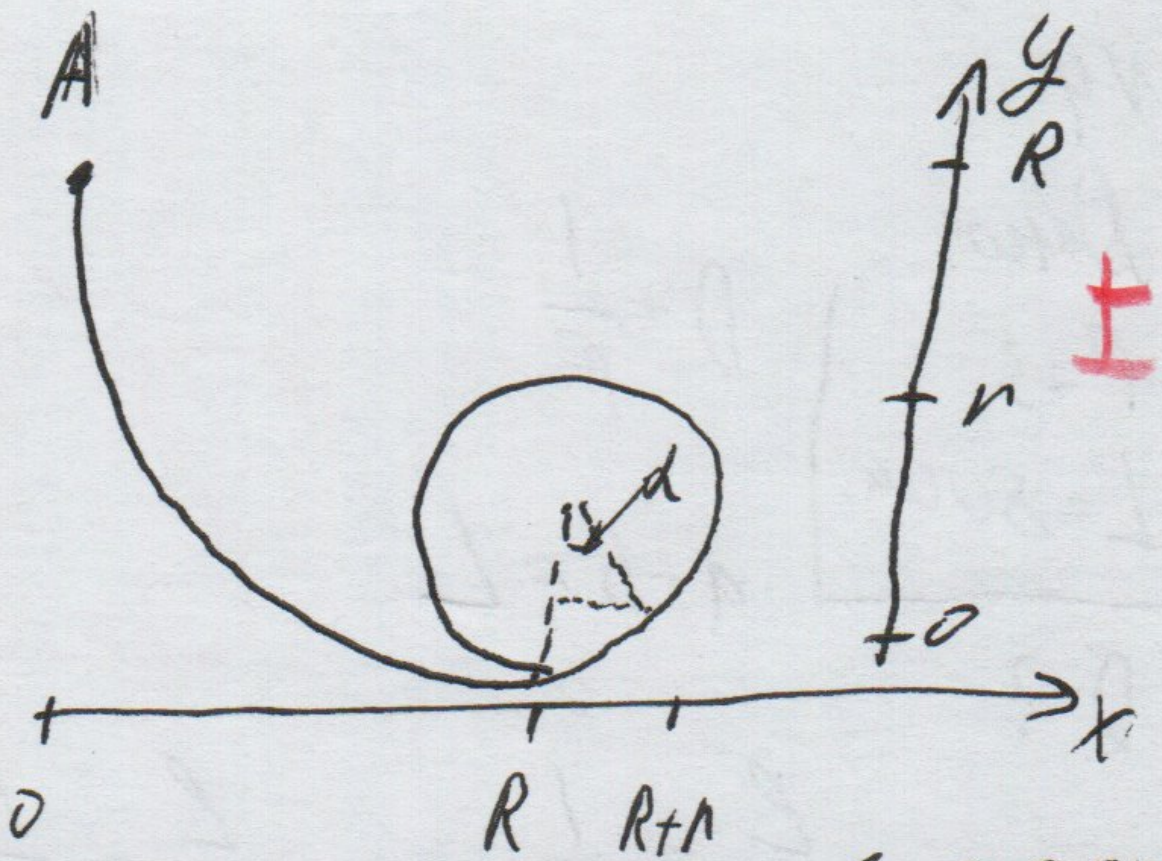
$E = 10^3$ В/м

$g = 10\ \frac{м}{с^2}$

V_{max} - ?

Направим OY вверх, нуль соответствует нижним точкам дуги и окружности

Направим OX вправо, нуль соответствует левому краю дуги.



±

Точка A находится на дуге, и в этой точке касательная вертикальна значит, что координаты точки A (0; R) +

В этой системе будет работать ЗИЭ (закон изменения энергии)

$W_н = W_к - A_F$, Очевидно что ~~во~~ скорость будет максимальной когда шарик будет двигаться по витку, тогда ЗИЭ:

~~mgR=~~

$$mgR = mg\,r(1-\cos\alpha) + \frac{mV^2}{2} - qE\cdot(R + r\sin\alpha) \quad \pm$$

$$V^2_{(\alpha)} = 2gR - 2gr(1-\cos\alpha) + \frac{2qE}{m}(R + r\sin\alpha) \quad \pm$$

Возьмём производную и найдём экстремум этой функции, тогда мы найдём максимальный квадрат скорости, а значит и V_{max}

$$(V^2(\alpha))' = 2gr\cdot(\cos\alpha)' + \frac{2qEr}{m}\cdot(\sin\alpha)' \quad +$$

$$(V^2(\alpha))' = -2gr\sin\alpha + \frac{2qEr}{m}\cdot\cos\alpha = 0 \quad |:2r$$

$$\frac{qE}{m}\cdot\cos\alpha = g\sin\alpha \Rightarrow \cos\alpha = \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{qE}{mg}\right)^2}};\ \sin\alpha = \frac{qE}{mg}\cdot\frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{qE}{mg}\right)^2}}$$

$$V^2_{max} = 2gR - 2gr\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1+\left(\frac{qE}{mg}\right)^2}}\right) + \frac{2qE}{m}\left(R + \frac{qEr}{mg\sqrt{1+\left(\frac{qE}{mg}\right)^2}}\right)$$

$$\sqrt{1+\left(\frac{qE}{mg}\right)^2} \approx 1{,}005 \cancel{\approx 1}$$

$$V^2_{max} = 20\ \frac{м^2}{с^2} - \cancel{2}\,2\cdot10\cdot0{,}25\left(1 - \frac{1000}{1005}\right)\frac{м^2}{с^2} + \frac{2\cdot10^{-3}}{10^{-3}}\left(1 + \frac{10^{-3}\cdot0{,}25\cdot1000}{10^{-2}\cdot1005}\right)\frac{м^2}{с^2}$$

$$V^2_{max} = 20 - \cancel{\ldots}\ 5\cdot\frac{5}{1005} + 2\left(1 + \frac{25}{1005}\right)\frac{м^2}{с^2}$$

$$V_{max}^2 = 20 + 2 + \frac{25}{1005} = 22 + \frac{25}{1005}\ \frac{м^2}{с^2} \approx 22{,}0205\ \frac{м^2}{с^2} \approx 22{,}02\ \frac{м^2}{с^2}$$

$$\frac{25}{1005} \approx 0{,}0205 \qquad V_{max} \approx 4{,}7\ \frac{м}{с}$$

Ответ: $V_{max} = 4{,}7\ \frac{м}{с}$ +

Чистовик

№4

Дано:

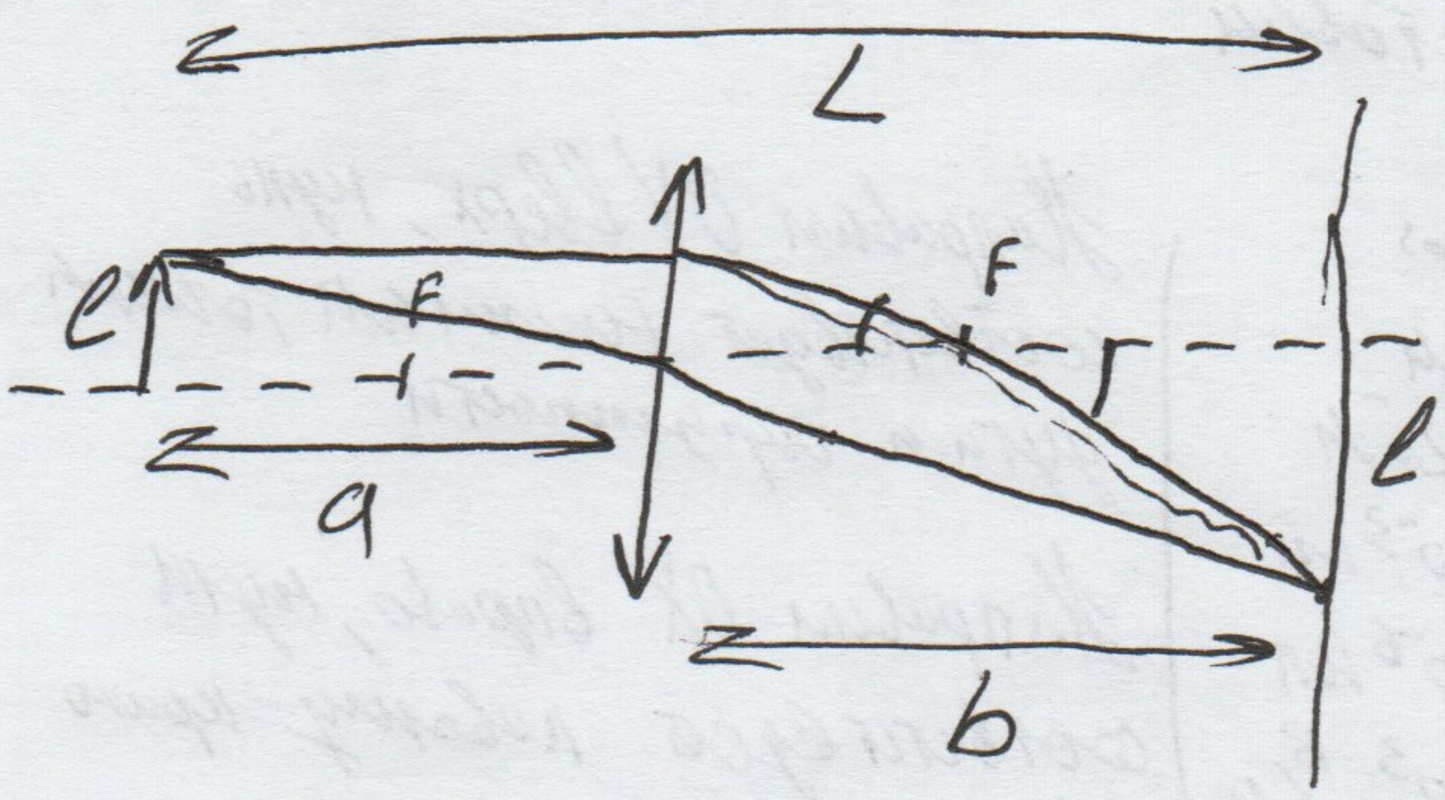
$\Gamma = 3$

$L = 80см$

$D - ?$

$D = \frac{1}{F}$

$a + b = L$



$\frac{l}{l'} = \frac{1}{\Gamma}$ $\quad \frac{l}{l'} = \frac{F}{b-F}$ $\quad \frac{F}{b-F} = \frac{1}{\Gamma}$

подобные треугольники

$F\Gamma = b - F$

$b = F(\Gamma+1)$

$a = L - b = L - F(\Gamma+1)$

Напишем формулу тонкой линзы:
Источник - действительный
Изображение - действительное
Линза - собирающая

$\Rightarrow \frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{L - F(\Gamma+1)} + \frac{1}{F(\Gamma+1)}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{\cancel{F(\Gamma+1)} + L - \cancel{F(\Gamma+1)}}{F(\Gamma+1) \cdot (L - F(\Gamma+1))}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{L}{F(\Gamma+1)(L - F(\Gamma+1))}$$

$$LF = FL \cdot (\Gamma+1) - F^2(\Gamma+1)^2 \Big| :F$$

$$L = L(\Gamma+1) - F(\Gamma+1)^2$$

$$F = \frac{L(\Gamma+1) - L}{(\Gamma+1)^2} = \frac{\Gamma L}{(\Gamma+1)^2}$$

$$D = \frac{1}{F} = \frac{(\Gamma+1)^2}{\Gamma L}$$ +

$$D = \frac{4^2}{3 \cdot \cancel{80} 0{,}8м} = \frac{\overset{2}{\cancel{16}}}{3 \cdot \underset{0{,}1}{\cancel{0{,}8}}} \frac{1}{м} = \frac{20}{3} \frac{1}{м} = 6{,}67 м^{-1}$$

Ответ: ~~$D = 6{,}67 м^{-1}$~~ ~~$D = 6{,}67 \cdot 10$~~ $D = 6{,}67 м^{-1}$ −

размерность опт. силы — в диоптриях

−1б

08-95-72-50
(47.2)

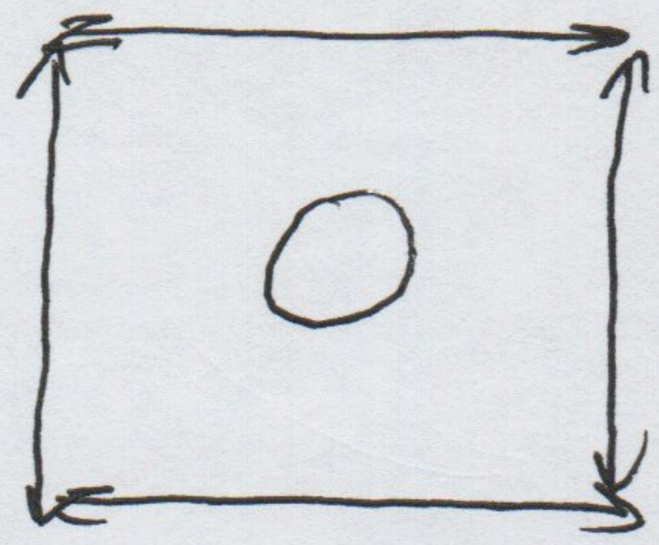
Чистовик!

№5

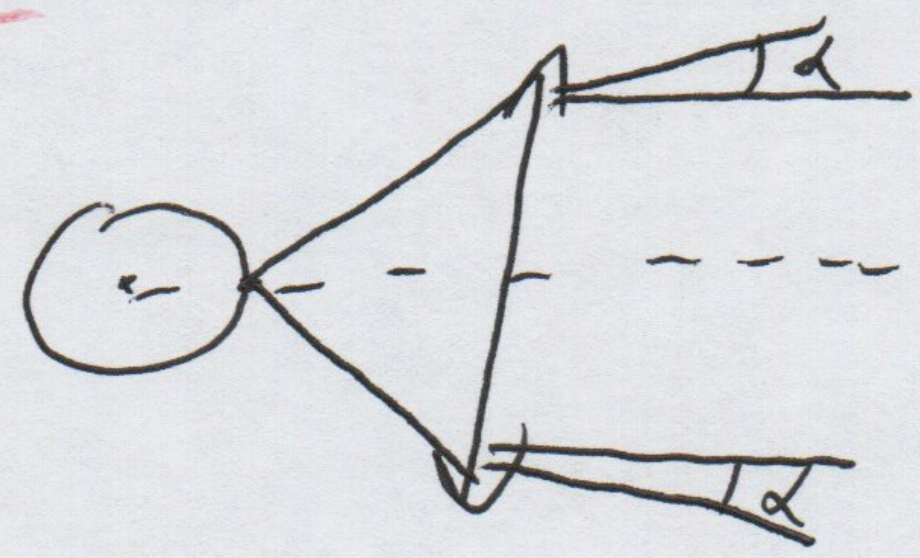
Дано:
$2a = 4{,}5$ см

R_{min} – ?

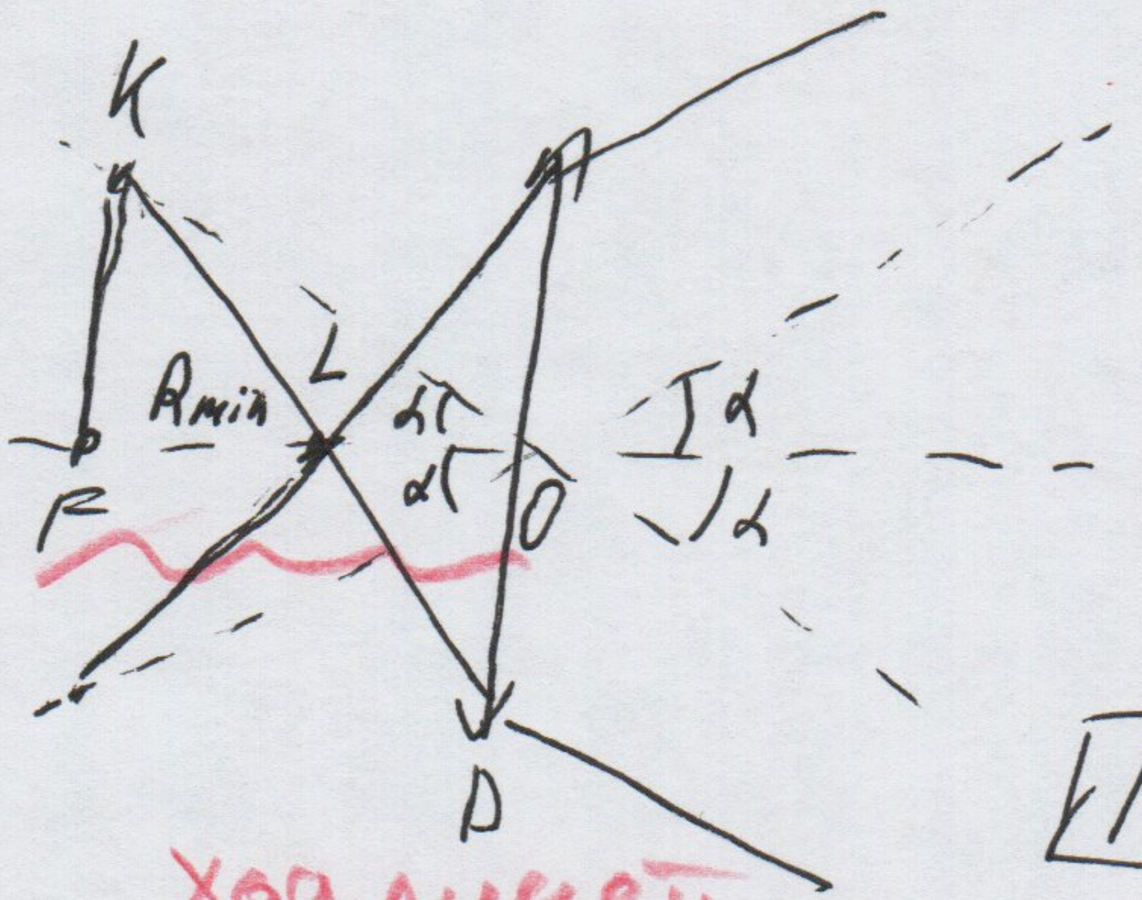
Т.к. квадрат – симметричная фигура, то нам достаточно чтобы ~~[illegible]~~ ~~[illegible]~~ ~~[illegible]~~ ~~о~~ лучи, выходящие из одной линзы, захватывали диапазон от -45° до 45°, если за 0° принимать оптическую ось.



+



~~[illegible]~~ Если источник имеет размеры, а каждая ~~точка~~ точка на источнике излучает изотропно, то из ~~[illegible]~~ крайней точки источника на оптической оси после прохождения линзы должен получиться расходящийся пучок, где $\alpha = 45^\circ$



ход лучей неверен

Т.к $\alpha = 45^\circ$, то $FK = FO = F$

$\Delta KFL \sim \Delta DOL \Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{KF}{OD} = \frac{FL}{LO} \Rightarrow \frac{F}{a} = \frac{R_{min}}{F - R_{min}}$$

$\boxed{F = a}$

$$\Downarrow$$

$$1 = \frac{R_{min}}{a - R_{min}}$$

$a - R_{min} = R_{min}$

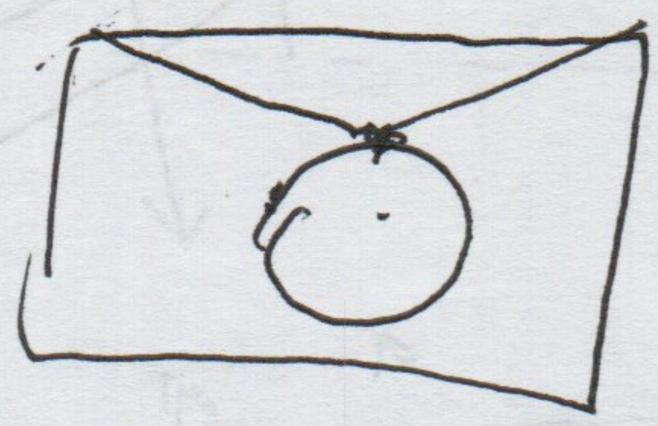
$R_{min} = \frac{a}{2}$ $\quad R_{min} = \frac{4{,}5\text{ см}}{4} = 1$ см (если округлять до целых)

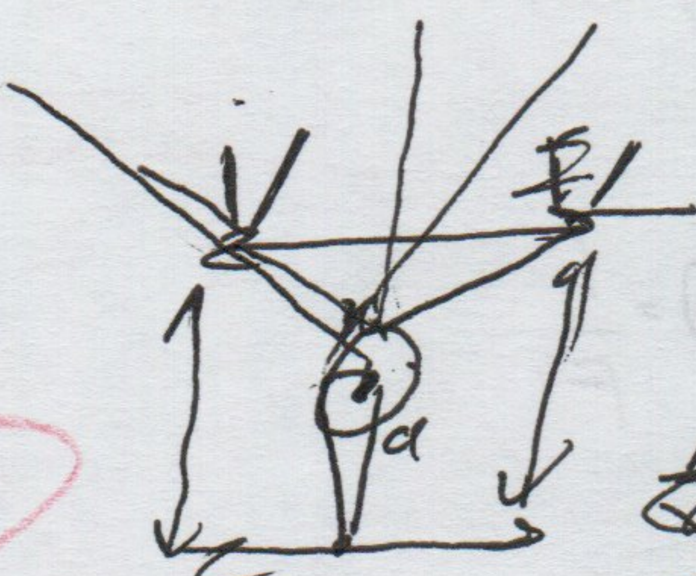
Ответ! $R_{min} = 1$ см

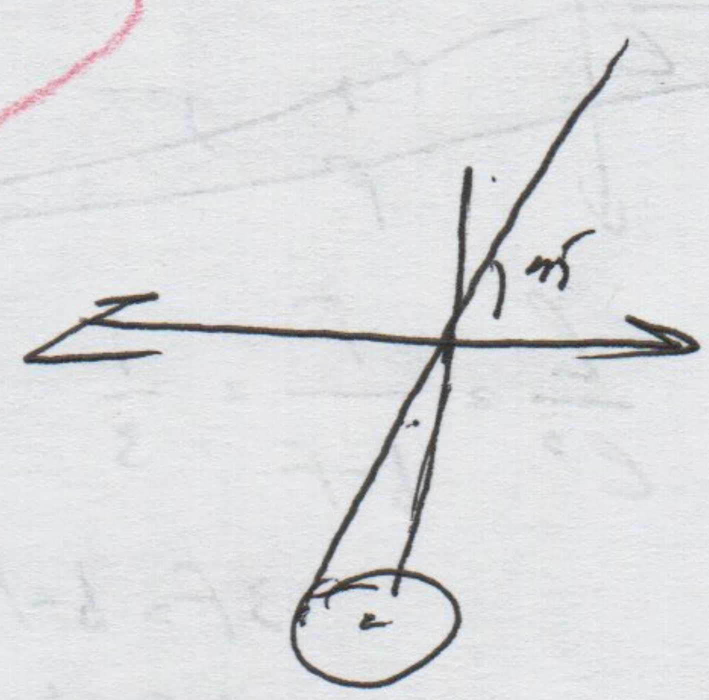
Черновик

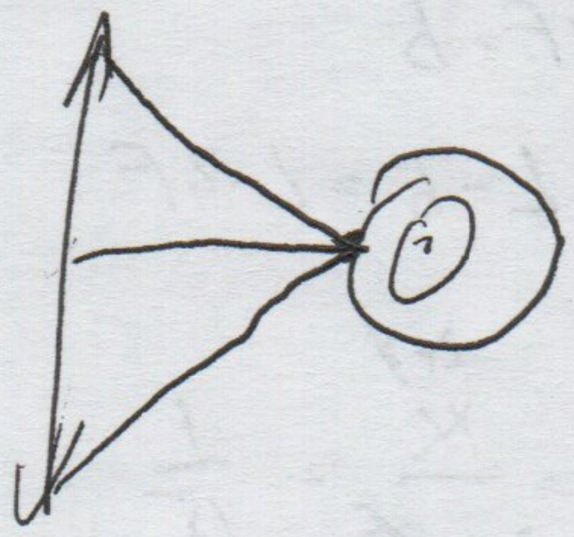
№6

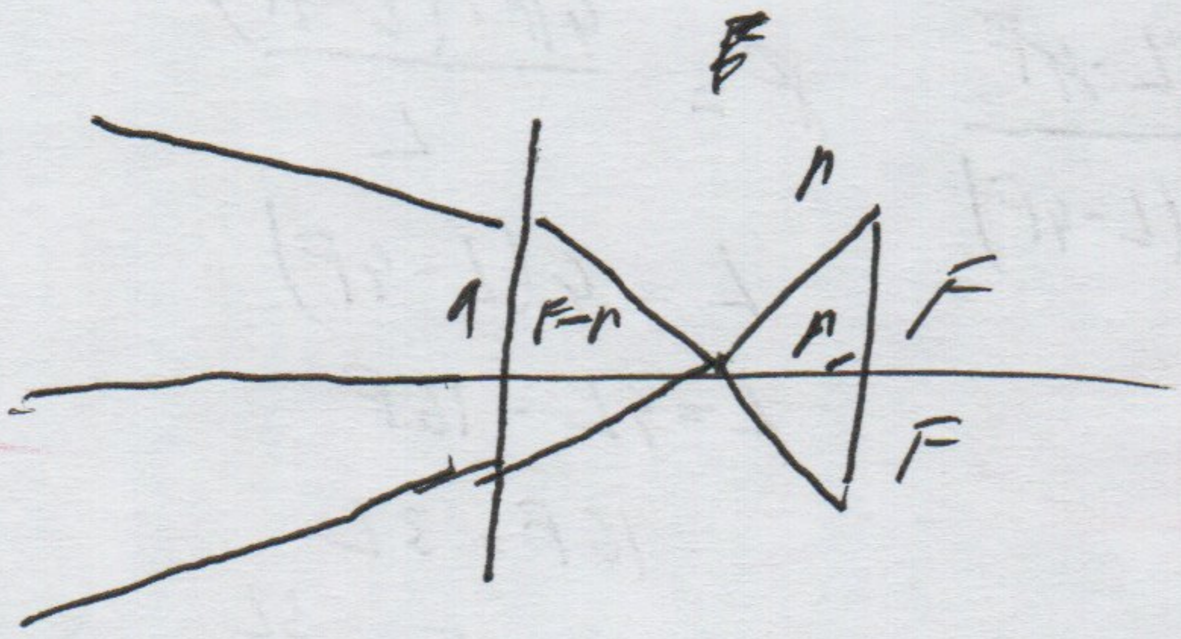
$R_ц = 4,6$

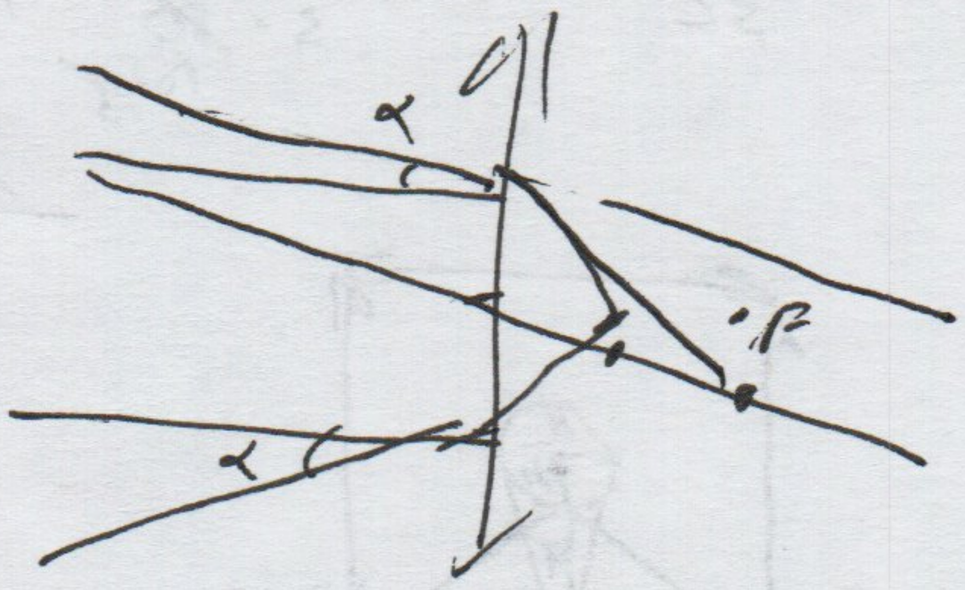


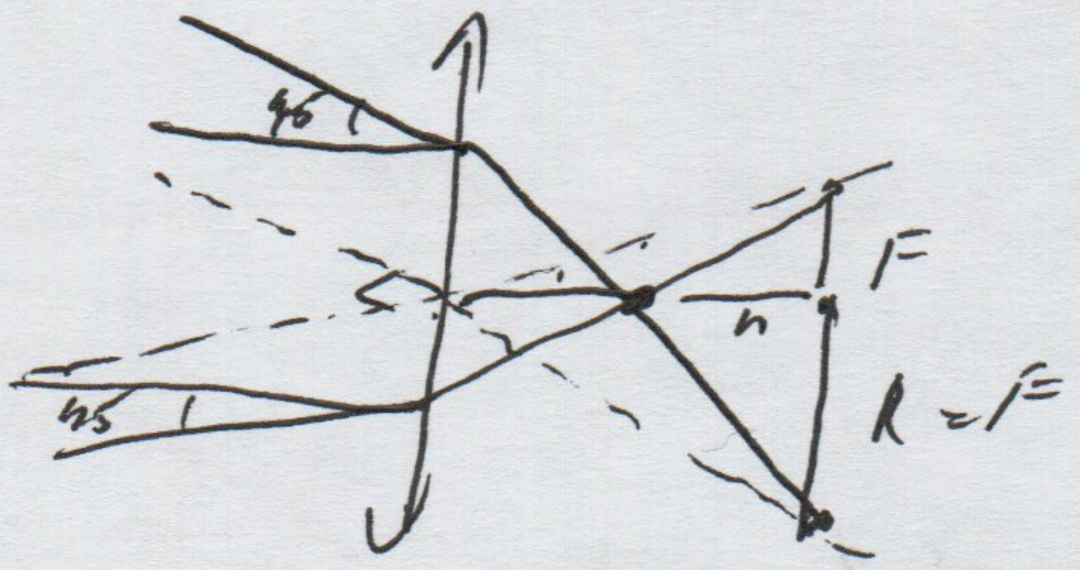












$F = R$

$$\frac{a}{F} = \frac{F-r}{r}$$

$$ar = F^2 - Fr$$

$$r = \frac{F^2}{a+F} = \qquad \frac{a^2}{2r} = \frac{a}{2}$$

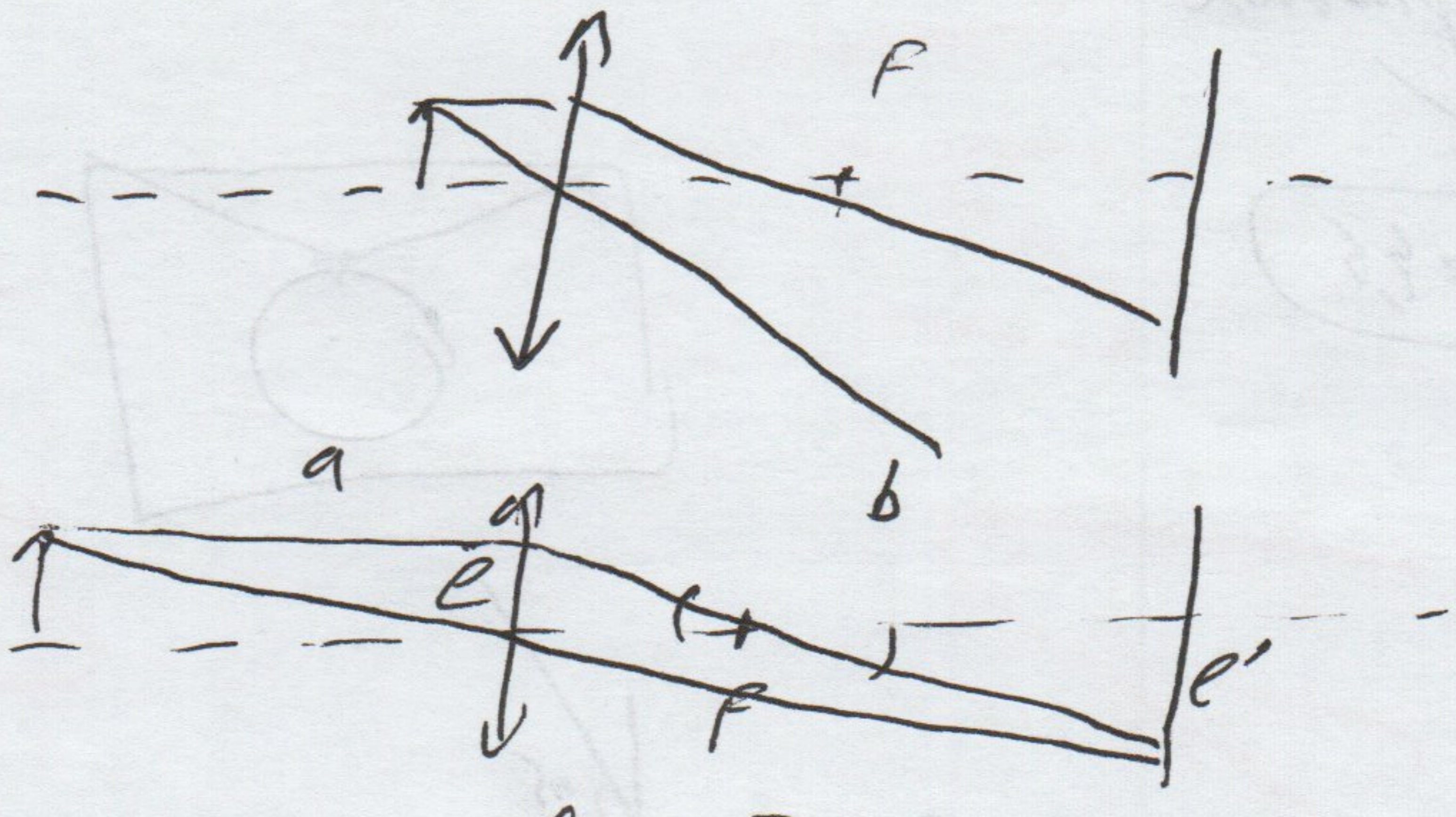
Черновик!

№4

Дано:
$\Gamma = 3$
$L = 80$ см

$D = \frac{1}{F}$

D-?



$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$

$\frac{1}{F} = \frac{1}{L-4F} + \frac{1}{4F}$

$\frac{l}{l'} = \frac{F}{b-F} = \frac{1}{3}$

$3F = b - F$

$4F = b$

$a = L - b = L - 4F$

$\frac{1}{F} = \frac{4F + L - 4F}{4F \cdot (L-4F)}$ $\quad F = \frac{4F \cdot (L-4F)}{L}$

$L = 4(L-4F)$

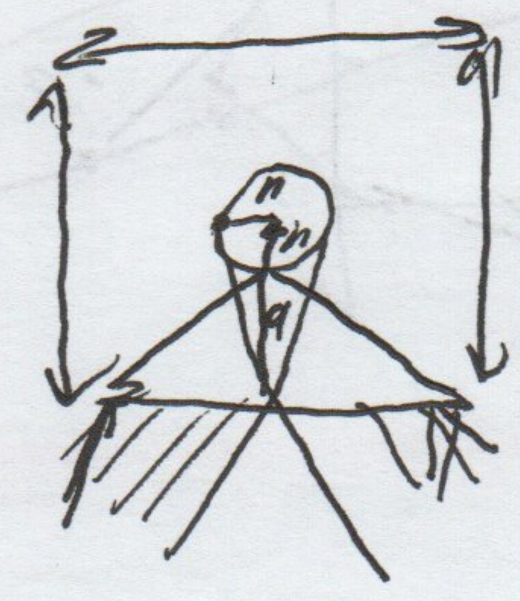
$L = 4L - 16F$

$16F = 3L$

$F = \frac{3L}{16} \Rightarrow D = \frac{16}{3L} = \quad D = \frac{16}{3 \cdot 80} = \frac{1}{15}$

№5

$2a = 4{,}5$ см
$F = a$



$\frac{qE}{gm}\cos\alpha = \sin\alpha$

$\left(\frac{qE}{gm}\right)^2 \cdot \cos^2\alpha = 1 - \cos^2\alpha$

$\cos^2\alpha = \frac{1}{1 + \left(\frac{qE}{gm}\right)^2}$ $\quad \cos\alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{qE}{mg}\right)^2}}$

$\sin^2\alpha = 1 - \cos^2\alpha = 1 - \frac{1}{1+\left(\frac{qE}{mg}\right)^2} = \frac{\left(\frac{qE}{mg}\right)^2}{1+\left(\frac{qE}{mg}\right)^2}$

$\sin\alpha = \frac{qE}{mg\sqrt{1+\left(\frac{qE}{mg}\right)^2}}$

$\sqrt{1+\left(\frac{qE}{mg}\right)^2} = \sqrt{1+\left(\frac{10^{-3}}{10^{-2}}\right)^2} = \sqrt{1+0{,}01} = \sqrt{1{,}01} \approx 1$

$\approx 1{,}005$

$6{,}88$; 4699×4699; $4229\,1$

$10{,}1 \times 10{,}1 = 1{,}0201$

$1005 \times 1005 = 1010025$

$25 \,|\, 1006$

$1005 \,|\, 5 = 201$

$\frac{5}{201} \approx \frac{5}{200}$

$1015 \times 1015 = 1030225$

$5 \,|\, 201$

$200 \,|\, 5 = 40$ $\quad \approx \frac{1}{40}$

$50 \,|\, 201 = 0{,}0$

$\sqrt{22{,}02}$

$46 \times 46 = 2116$

$47 \times 47 = 2209$

$100 \,|\, 40 = 0{,}0205$

$20 \,|\, 3 = 6{,}666$

Черновик

№2

Дано:

$S = 100 см^2 = 0{,}01 м^2$

$M = 100 кг$

$m = 9 г = 0{,}009 кг$

$T_0 = 273 К$

$T = 273 + 127 = 400 К$

$P_H(T) = 2{,}5 \cdot 10^5 Па$

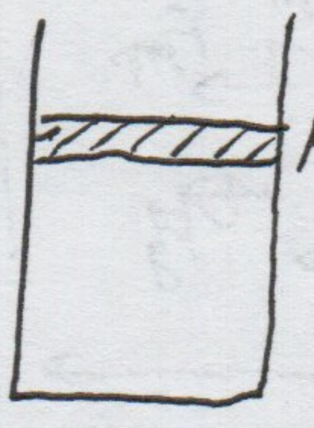
$P_0 = 10^5 Па$

$\mu = 18 \cdot 10^{-3} \frac{кг}{моль}$

$R = 8{,}3 \frac{Дж}{моль \cdot К}$

$g = 10 \frac{м}{с^2}$

$h - ?$



$\cancel{\left(P_0 + \frac{Mg}{S}\right) \cdot Sh} =$

$\cancel{P_0 + \frac{Mg}{S}} = \cancel{P_B + P_H}$

$P_0 + \frac{Mg}{S} = P_B$ $\quad P_B = 10^5 Па + \frac{100 кг \cdot 10 \frac{м}{с^2}}{0{,}01 м^2} =$

$= 10^5 Па + 10^5 Па = 2 \cdot 10^5 Па$

$\varphi = \frac{P_B}{P_H}$ $\quad P_B < P_H \Rightarrow$ все воды испарилась

$P_B \cdot Sh = \nu \cdot R \cdot T$

$P_B \cdot S \cdot h = \frac{m}{\mu} RT$ $\quad h = \frac{mRT}{\mu S \cdot \left(P_0 + \frac{Mg}{S}\right)}$

$h = \frac{0{,}009 \cdot 8{,}3 \cdot 400}{18 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-2} \cdot 2 \cdot 10^{5}}\ м =$

$= \frac{4 \cdot 8{,}3 \cdot 0{,}9}{36} = 0{,}83\ м = 83\ см$

№3

Дано:

$R = 1 м$

$r = 0{,}25 м$

$m = 1 г = 0{,}001 кг$

$q = 10^{-6} Кл$

$E = 10^3 В/м$

$g = 10 \frac{м}{с^2}$

$V_{max} - ?$

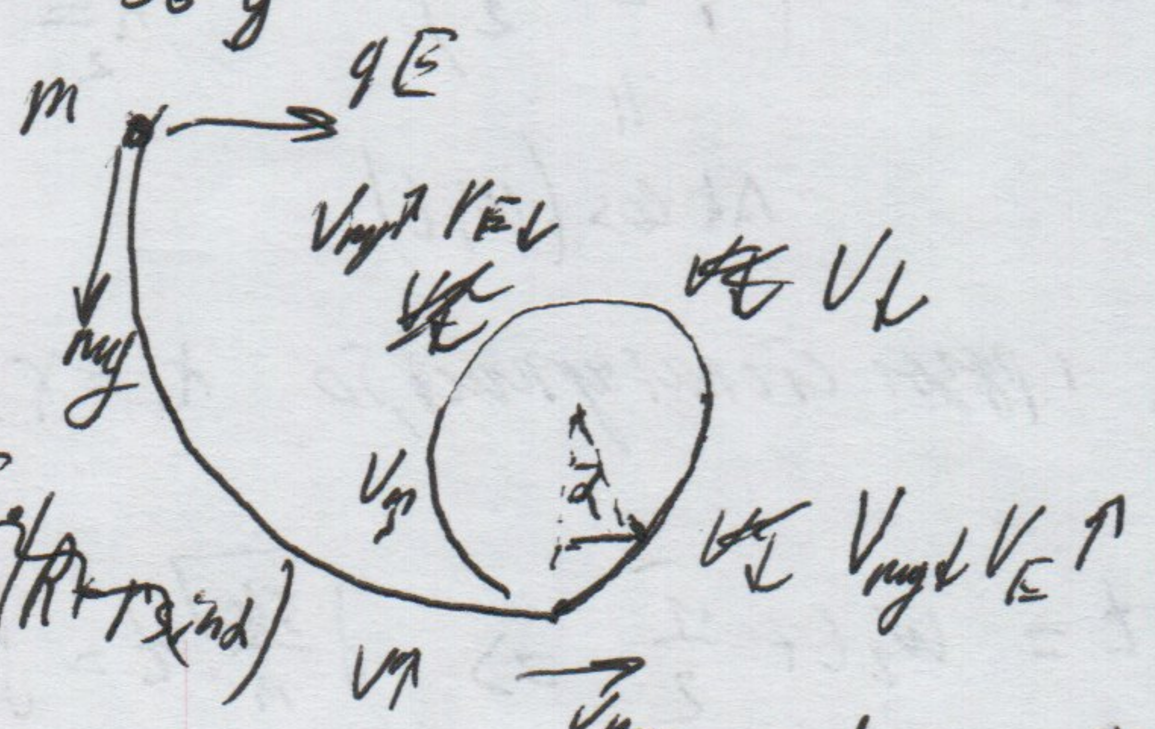
ЗСЭ:

$\cancel{mgR = \frac{mV^2}{2} + qER}$

$\cancel{mgR = \frac{mV^2}{2} + mg(r - r\cos\alpha)} + qE(R + r\sin\alpha)$

$mgR = \frac{mV^2}{2} - qER$

$\cancel{\frac{mV^2}{2} = qER + mgR}$



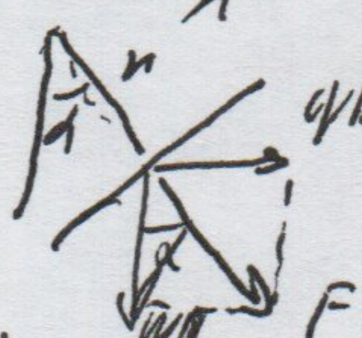
$gR = \frac{V^2}{2}$

$V^2 = 2 \cdot 10 \cdot 1$

$V = \sqrt{20}$

$V^2 = 2gR + \frac{2qER}{m}$

$V^2 = 20 + \frac{2 \cdot 10^{-3}}{10^{-3}} = 22$



$mgR = \frac{mV^2}{2} + mgr(1 - \cos\alpha) - qE(R + r\sin\alpha)$

$\cos\alpha = \frac{mg}{\sqrt{m^2g^2 + q^2E^2}}$

$\sin\alpha = \frac{qE}{\sqrt{m^2g^2 + q^2E^2}}$

$mgR = \frac{mV^2}{2} + mgr\left(1 - \frac{mg}{\sqrt{m^2g^2 + q^2E^2}}\right) - qER - \frac{q^2E^2r}{\sqrt{m^2g^2 + q^2E^2}}$

$\cancel{\frac{mV^2}{2} = qER}$

$\frac{2qE}{m} \cdot r\sin\alpha + 2gr\cos\alpha \to max$

$V^2 = \frac{2qER}{m} + \frac{2q^2E^2r}{m\sqrt{m^2g^2 + q^2E^2}} + \frac{mgR \cdot 2}{m} - \frac{mgr \cdot 2}{m}\left(1 - \frac{mg}{\sqrt{m^2g^2 + q^2E^2}}\right)$

$\frac{2qE}{m} r\cos\alpha = 2gr\sin\alpha$

$\frac{qE}{m}\cos\alpha = g\sin\alpha$

$\sqrt{m^2g^2 + q^2E^2} = \sqrt{10^{-6} \cdot 10^2 + 10^{-12} \cdot 10^6} = \sqrt{10^{-2} + 10^{-6}} \approx 0{,}1$

$V^2 = \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 1}{10^{-3}} + \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 0{,}25}{10^{-3} \cdot 0{,}1} + 2 \cdot 10 \cdot 1 - 10 \cdot 0{,}25 \cdot 2\left(1 - \frac{10^{-2}}{0{,}1}\right)$

$\frac{qE}{mg} = tg\alpha$

$tg\alpha = \frac{10^{-3}}{10^{-2}} = 0{,}1$

$V^2 = 2 + 0{,}5 \cdot 10^{-2} + 20 - 5(1 - 0{,}1) = 22 + 0{,}005 - 5 + 0{,}5 = 17{,}5 + 0{,}005$

$qEr\cos\alpha + mgr\sin\alpha = 0$

$V = \sqrt{17{,}505} \approx 4{,}18 \frac{м}{с}$

$\cancel{mgr(1-\cos\alpha) + qE(R + r\sin\alpha)}$

$qE(R + r\sin\alpha) - mgr(1 - \cos\alpha) \to max$

$43 \times 43 = 129 + 172 = 1849$

$42 \times 42 = 84 + 168 = 1764$

$419 \times 419 = 3771 + 419 + 1676 = 175561$

$418 \times 418 = 3344 + 418 + 1672 = 174724$

Черновик

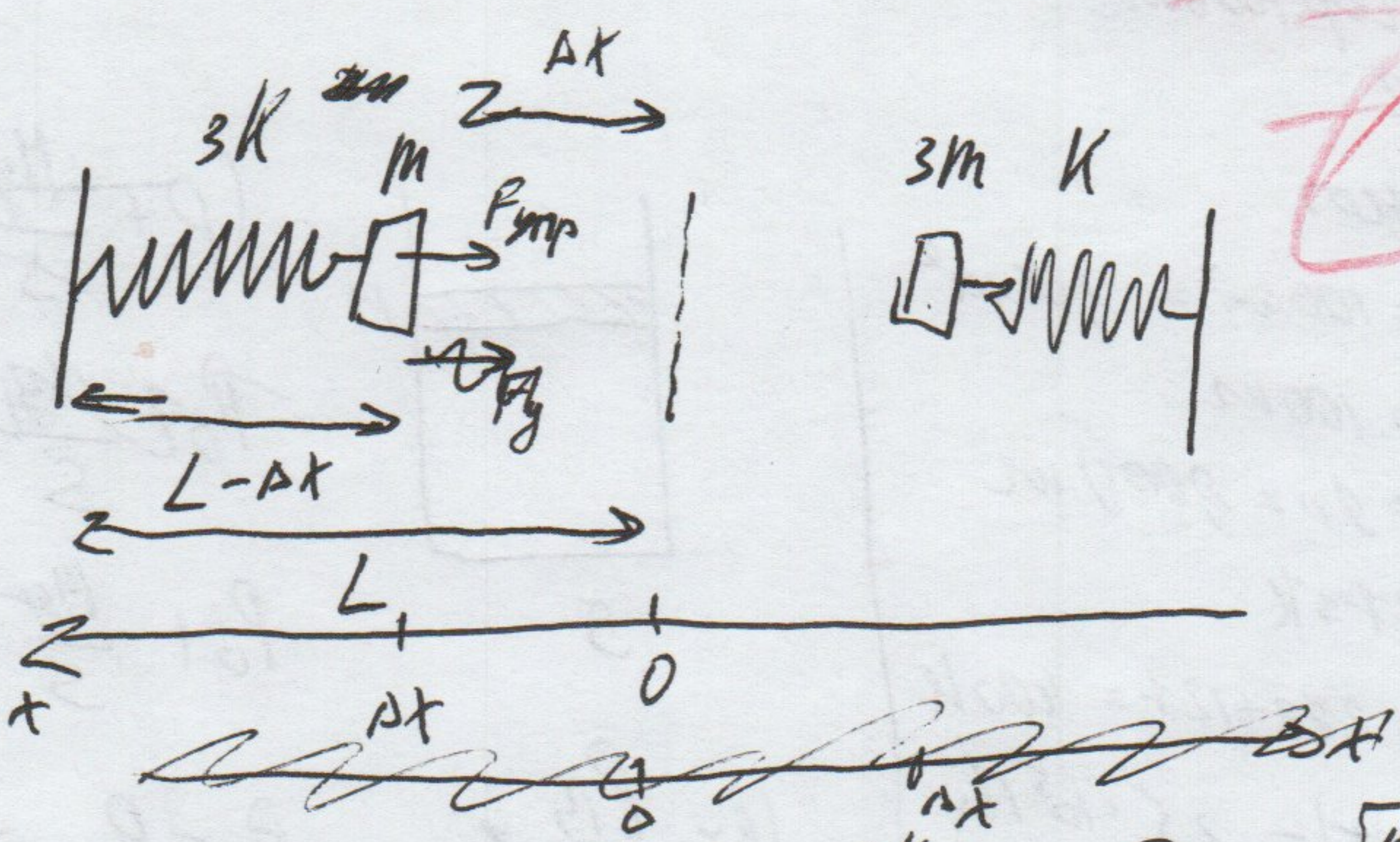
№1

Дано: $\Delta x = 10$ см
$L = 20$ см

$A - ?$

Для левой пружины:
По закону Гука:

$-3k\Delta x = F_{упр}$



По 2 з. Ньютона.

$-3k\Delta x = m \cdot a$

$-3kx = m\ddot{x}$ $\quad \ddot{x} + \frac{3k}{m}x = 0 \Rightarrow \omega_1^2 = \frac{3k}{m} \Rightarrow T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{3k}}$

(уравнение Гар. кол.)

Для правой пружины.

$-k\Delta x = 3ma \Rightarrow \ddot{x} + \frac{k}{3m}x = 0 \Rightarrow T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{3m}{k}}$; $\omega_2^2 = \frac{k}{3m}$

Для левого:

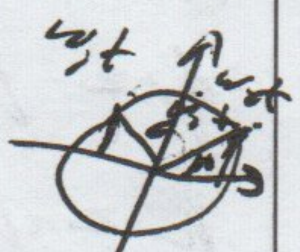
$x_1 = \Delta x \cdot \sin\left(\omega_1 \cdot t + \frac{\pi}{2}\right) = \Delta x \cos(\omega_1 t)$

Для правого:

$x_2 = -\Delta x \cdot \sin\left(\omega_2 t + \frac{\pi}{2}\right) = -\Delta x \cos(\omega_2 t)$

Т.к. грузы столкнулись, то $x_1 = x_2 \Rightarrow \Delta x \cos(\omega_1 t) = -\Delta x \cos(\omega_2 t)$

$\cos(\omega_1 t) = -\cos(\omega_2 t)$



$\omega_1 t = \omega_2 t + \frac{\pi}{2} \Rightarrow \sqrt{\frac{3k}{m}}\, t = \sqrt{\frac{k}{3m}}\, t + \frac{\pi}{2}$

$$t = \frac{\pi}{2\left(\sqrt{\frac{3k}{m}} - \sqrt{\frac{k}{3m}}\right)} = \frac{\pi \cdot \sqrt{m}}{2\sqrt{k}\left(\sqrt{3} - \sqrt{\frac{1}{3}}\right)}$$

Время соударения

Для левого:

$V_1 = -\Delta x \cdot \omega_1 \cdot \sin(\omega_1 t)$

Для правого:

$V_2 = \Delta x\, \omega_2 \sin(\omega_2 t)$

$V_2 = \Delta x\sqrt{\frac{k}{3m}} \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{3m}} \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{\sqrt{m}}{\sqrt{k}\left(\sqrt{3} - \sqrt{\frac{1}{3}}\right)}\right)$

$V_2 = \Delta x\sqrt{\frac{k}{3m}} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{\sqrt{\frac{1}{3}} \cdot \sqrt{3}}{2}\right)$

$V_1(t) = -\Delta x \cdot \sqrt{\frac{3k}{m}} \cdot \sin\left(\frac{\sqrt{3k}}{\sqrt{m}} \cdot \frac{\pi\sqrt{m}}{2\sqrt{k}\left(\sqrt{3} - \sqrt{\frac{1}{3}}\right)}\right) = -\Delta x\sqrt{\frac{3k}{m}} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot \sqrt{3}}{(3-1)}\right) =$

$= -\Delta x\sqrt{\frac{3k}{m}} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{3}{2}\right) =$

$= -\Delta x\sqrt{\frac{3k}{m}} \cdot \sin\left(\frac{3\pi}{4}\right) =$

$= -\Delta x \cdot \sqrt{\frac{3k}{m}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$

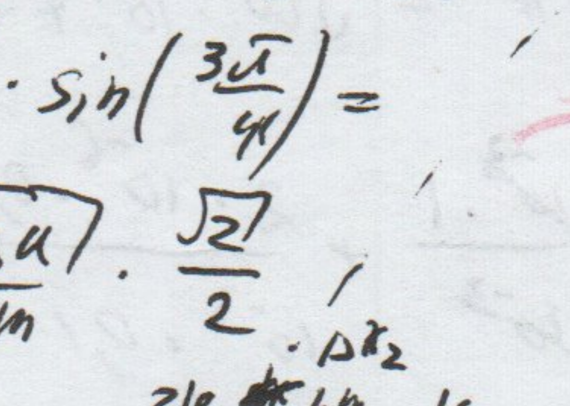
$V_1(t) = -\Delta x \cdot \sqrt{\frac{3k}{m}} \frac{\sqrt{2}}{2}$

$V_2(t) = \Delta x \sqrt{\frac{k}{3m}} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$

$\begin{array}{r} 1{,}47 \\ \times\ 5 \\ \hline 7{,}35 \end{array}$

ЗСИ:

$3m\Delta x \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \sqrt{\frac{k}{3m}} - \Delta x\sqrt{\frac{3k}{m}} \cdot \frac{\sqrt{2} \cdot m}{2} = 4m\, V_0$



$\begin{array}{r} 1{,}4 \\ \times\ 5 \\ \hline 7{,}0 \end{array}$

$3k\Delta x_2 = k\Delta x_2$

$-\Delta x \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$

$V_0 = \frac{3\Delta x\sqrt{2k}}{8\sqrt{3m}} - \frac{\Delta x \cdot \sqrt{6k}}{8\sqrt{m}} = \frac{\Delta x \cdot \sqrt{6k}}{8\sqrt{m}} - \frac{\Delta x \cdot \sqrt{6k}}{8\sqrt{m}} = 0$

$A = x(t) = \Delta x \cdot \cos\left(\frac{\sqrt{3k}}{\sqrt{m}} \cdot \frac{\pi}{2} \cdot \frac{\sqrt{m}\sqrt{3}}{\sqrt{k} \cdot 2}\right) = \Delta x \cdot \cos\left(\frac{3\pi}{4}\right)$

Ответ: $A = \Delta x \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}$ $\quad A = 7$ см