0 257929 810009

25-79-29-81
(47.6)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

Дешифр

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Назаренко Елизаветы Сергеевны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

14:50 работа сдана Коротёва А.В.

Дата
«05» марта 2023 года

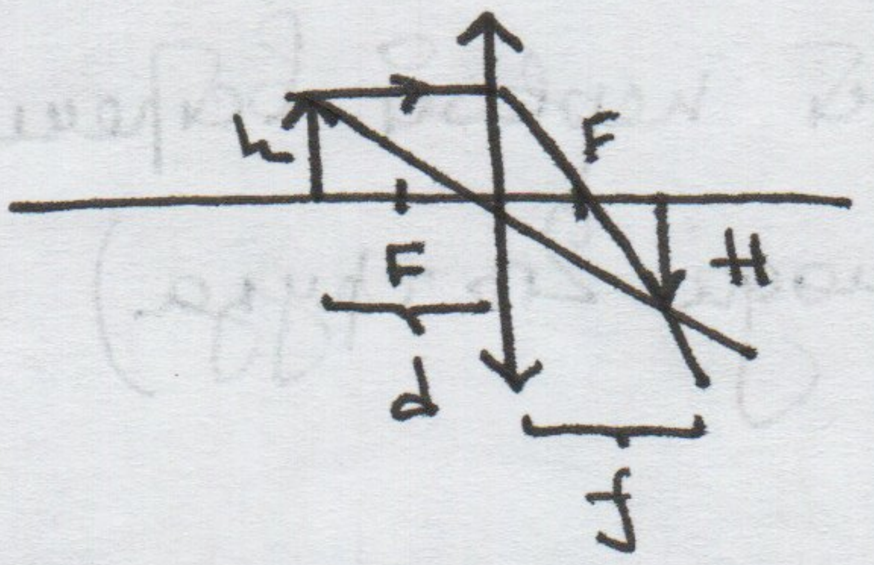
Подпись участника

25-79-29-81 (47.6)

4.5.1 По условию линза - собирающая. Также она дает из-е на экран $\Rightarrow$ из-е действительное. Тогда $L = d + f$

Дано: $L = 0{,}8$ м; $\Gamma = 3$; ? D

$$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d} = \frac{L-d}{d} \Rightarrow d = \frac{L}{\Gamma+1} \qquad f = \frac{\Gamma L}{\Gamma + 1}$$



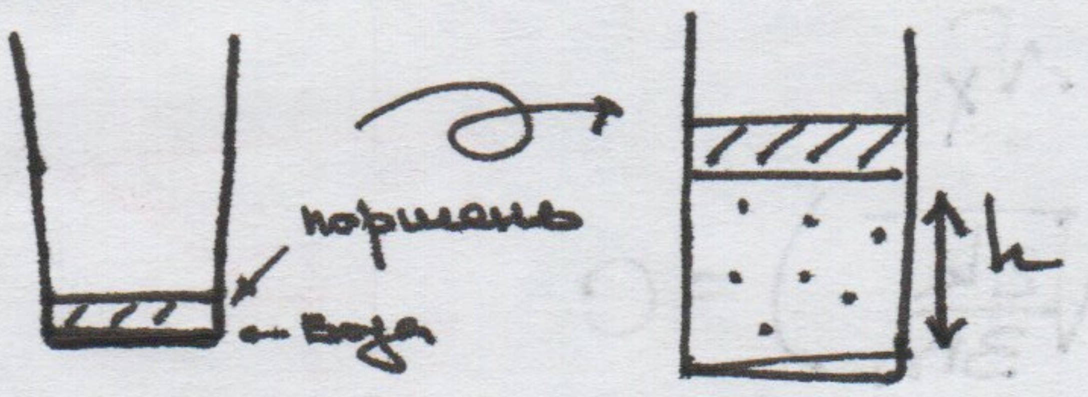
УТЛ $\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$, $\frac{1}{F} = D$

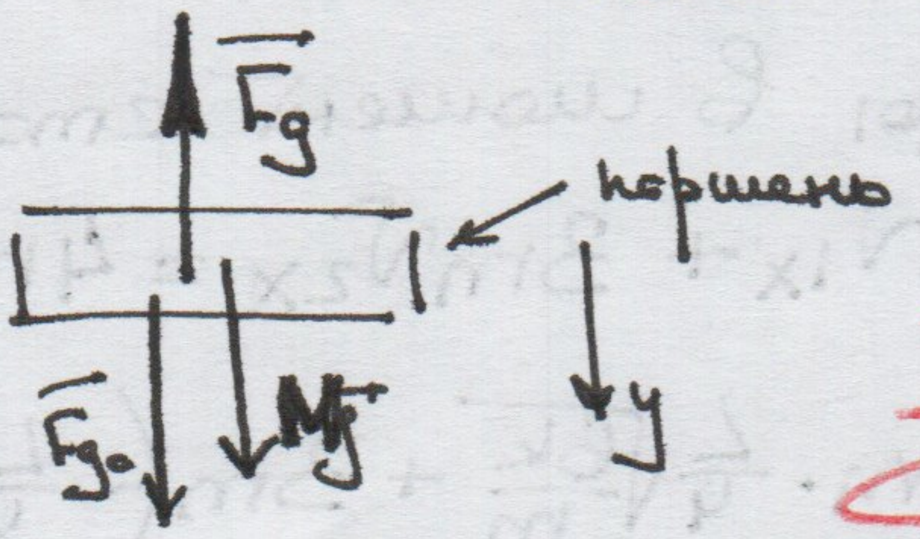
$$\Rightarrow D = \frac{\Gamma+1}{\Gamma L} + \frac{\Gamma+1}{L} = \frac{\Gamma^2 + 2\Gamma + 1}{\Gamma L} = \frac{(\Gamma+1)^2}{\Gamma L} =$$

$$= \frac{16}{0{,}8_{м} \cdot 3} = \frac{5 \cdot \cancel{16}^{4}}{\cancel{4}_{м} \cdot 3} = 20/3 \text{ дптр}$$

Ответ: $6\frac{2}{3}$ дптр

2.9.1





Дано: $S = 10^{-2}$ м²; $M = 100$ кг; $T = 400$ К; $p_н = 2{,}5 \cdot 10^5$ Па; $p_0 = 10^5$ Па; $\mu = 18 \frac{г}{моль}$; $m = 9$ г; ? h

$T = 127°C$ ($t_{кип.\ воды}$ 100°C при p_0) $\Rightarrow$ вся вода испарилась

Рассм. состояние р-ия: II З.Н. $\vec{F_\Sigma} = m\vec{a}$, $\vec{a} = \vec{0}$

oy: $\vec{F_{g_0}} + M\vec{g} - F_g = 0$ $\quad F_{g_0} = p_0 S \quad F_g = pS$

$$\Rightarrow p = p_0 + \frac{Mg}{S} = 10^5 \text{ Па} + \frac{100 \text{ кг} \cdot 10 \frac{Н}{кг}}{10^{-2} \text{ м}^2} = 2 \cdot 10^5 \text{ Па} < p_н \text{ – пар ненасыщ.}$$

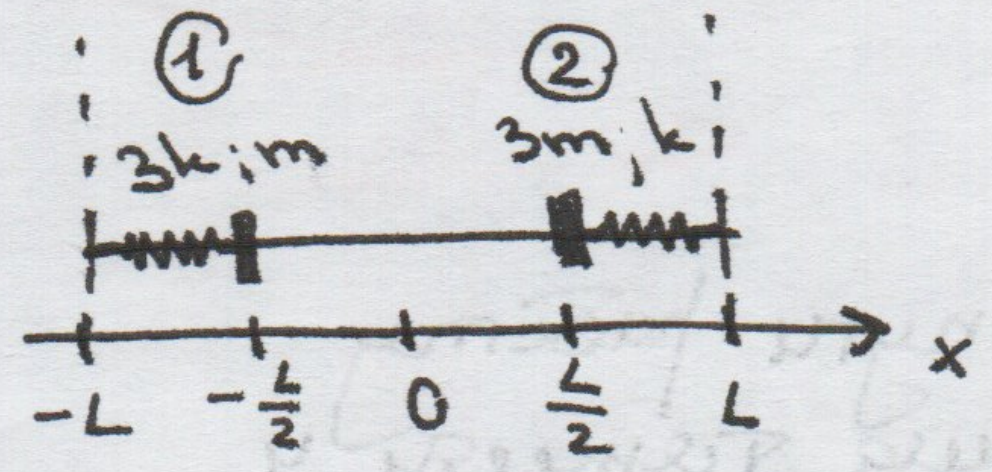
$$\nu = \frac{m}{M} = \frac{9 \text{ г}}{18 \frac{г}{моль}} = 0{,}5 \text{ моль}$$

Ур-е М-К $\quad pV = \nu RT \Rightarrow V = \frac{\nu RT}{p} \qquad h = \frac{V}{S}$

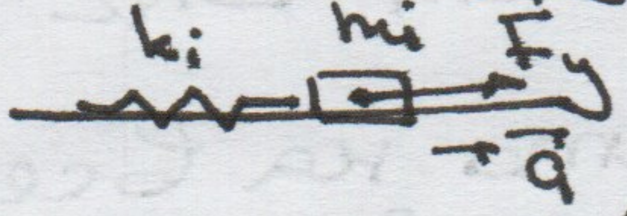
$$h = \frac{\nu RT}{p \cdot S} = \frac{0{,}5 \text{ моль} \cdot 400 \text{ К} \cdot 8{,}3 \frac{Дж}{моль \cdot К}}{2 \cdot 10^5 \text{ Па} \cdot 10^{-2} \text{ м}^2} = 0{,}83 \text{ м}$$

Ответ: 83 см

1.2.1



Рассмотрим ~~каждый~~ груз в общем случае



$\vec{F_\Sigma} = m\vec{a}$, $\vec{a} = \vec{0}$

ox: $F_{y_x} = m a_x \qquad k_i x = -m_i \ddot{x}$

$$\ddot{x} + \frac{k_i}{m_i} x = 0 \qquad T = 2\pi\sqrt{\frac{m_i}{k_i}}$$

$x_1(t) = -A_1 \cos \omega_1 t \qquad x_1(0) = -\frac{L}{2} = -A_1 \cdot 1 \Rightarrow A_1 = \frac{L}{2}$

$x_2(t) = A_2 \cos \omega_2 t \qquad x_2(0) = \frac{L}{2} = A_2 \cdot 1 \Rightarrow A_2 = \frac{L}{2}$

81 восемьдесят один

№	1	2	3	4	Σ
	20	20	18	20	81

Калмацкая, Потапкин, Журавлев, Мартынова

 Чистовик

$x_1 = x_2$ (они слипаются)

$$-\frac{L}{2}\cos\underbrace{\sqrt{\frac{3k}{m}}}_{3a}t = \frac{L}{2}\cos\underbrace{\sqrt{\frac{k}{3m}}}_{a}t \qquad -\cos 3at = \cos at$$

t_0, которое нас интересует – момент первой встречи

$\Rightarrow 3at_0 = \pi - at_0 \Rightarrow t_0 = \frac{\pi}{4a}$ ($\frac{1}{8}$ периода 2го груза)

$x(t) = \frac{L}{2}\cdot\cos\frac{\pi}{4} = \frac{\sqrt{2}}{4}L$

$v_{1x}(t) = \dot{x}_1(t) = \sqrt{\frac{3k}{m}}\cdot\frac{L}{2}\cdot\sin\sqrt{\frac{3k}{m}}\cdot t \Rightarrow v_{1x}(t_0) = \sqrt{\frac{3k}{m}}\cdot\frac{L}{2}\sin\frac{3\pi}{4} = \frac{L}{4}\sqrt{\frac{6k}{m}}$

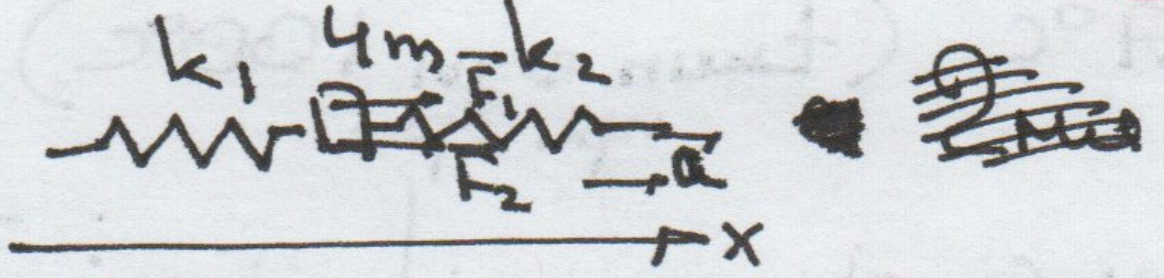
$v_{2x}(t) = \dot{x}_2(t) = \sqrt{\frac{k}{3m}}\cdot\frac{-L}{2}\sin\sqrt{\frac{k}{3m}}t \Rightarrow v_{2x}(t_0) = \sqrt{\frac{k}{3m}}\frac{L}{2}\sin\frac{\pi}{4} = -\frac{L}{4}\sqrt{\frac{2k}{3m}}$

Силы, д.ка грузы в момент столкновения скомп.

$\Rightarrow$ ЗСИ $\quad mv_{1x} + 3mv_{2x} = 4m\cdot v_x$

подставим $\quad m\cdot\frac{L}{4}\sqrt{\frac{6k}{m}} + 3m\left(-\frac{L}{4}\sqrt{\frac{2k}{3m}}\right) = 0$

$\Rightarrow v_x = 0$

Для системы грузов 

и 2х пружин работает та же логика с колебаниями

$F_{\Sigma x} = 4kx \quad ma_x = F_{\Sigma x} \Rightarrow -m\ddot{x} = 4kx \quad T_3 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{4k}}$

$\cancel{x_3(t) = A_3\sin(\omega_3 t + x_0)}$

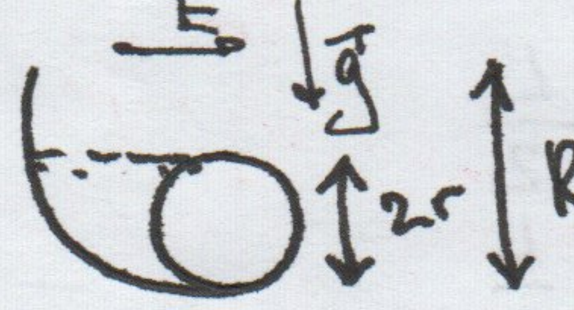
$\cancel{v_3(t) = \omega_3(-A_3)\cos\omega_3 t} \qquad \omega_3 = 2\sqrt{\frac{k}{m}}$

v_x на координате $\frac{\sqrt{2}}{4}L$ обращ. в 0. Зная, что положение р-ия нах. в точке с координатой 0 (силы, д.ка груз скомпенсированы)

Можно сделать вывод, что амплитуда колебаний будет равна $\frac{\sqrt{2}}{4}L - 0 = \frac{\sqrt{2}}{4}\cdot L = 5\sqrt{2}$ см

Ответ: $5\sqrt{2}$ см

3.9.1 Заметим, что на всем пути работу совершают только 2 силы: сила тяжести и электрическая сила. Отметим, что сила реакции опоры всегда $\perp$ скорости $\Rightarrow$ работы не совершает.



Заметим, что $r = \frac{R}{4}$ $(2r = \frac{R}{2})$

Запишем ЗСЭ

$mgR = mgh \bullet qE\Delta x + \frac{mv^2}{2}$, где h - высота точки от самой низа детали, а Δx - перемещение по диагонали

Заметим, что чтобы скорость была max, ~~то~~ необходимо минимизировать $mgh \bullet qE\Delta x$

$qE = 10^{-3} H$ $mg = 10^{-2} H$

Заметим, что ~~при спуске~~ ~~в маленьком~~ в маленьком кольце на последней четверти груз разгоняется, ~~в то~~ с большим ускорением, чем на предыдущих участках, т.к. положительный вклад в ускорение вносят обе силы.

$F_э = q\vec{E}$ $\vec{F_т} = m\vec{g}$

До попадания в маленький круг бусина также разгонялась за счет тех же двух сил

$\Rightarrow$ максимумы можно наблюдать ~~на внизу мало~~ в нижних точках траектории. ~~Определим, где скорость наибольшая (h=0)~~

~~1) На большому кольцу $v = \sqrt{\frac{2(mgR + qE\Delta x)}{m}}$~~

~~2) По маленькому~~

~~$v = v$~~

Заметим, что скорости в этих точках равны, т.к. $h = 0$ $\Delta x = R$. Найдем v_{max}

$$v_{max} = \sqrt{\frac{2(mgR + qE\Delta x)}{m}} = \sqrt{2R\left(g + \frac{qE}{m}\right)} =$$

$$= \sqrt{2 \cdot 1м \cdot \left(10 м/с^2 + \frac{10^{-6} Кл \cdot 10^3 \frac{В}{м}}{10^{-3} кг}\right)} = \sqrt{22} \ м/с$$

Ответ: $\sqrt{22}$ м/с

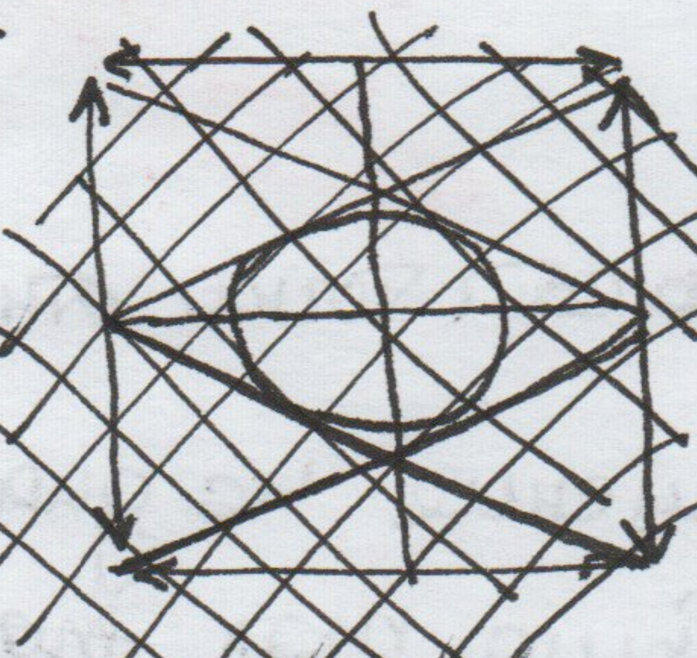
Г

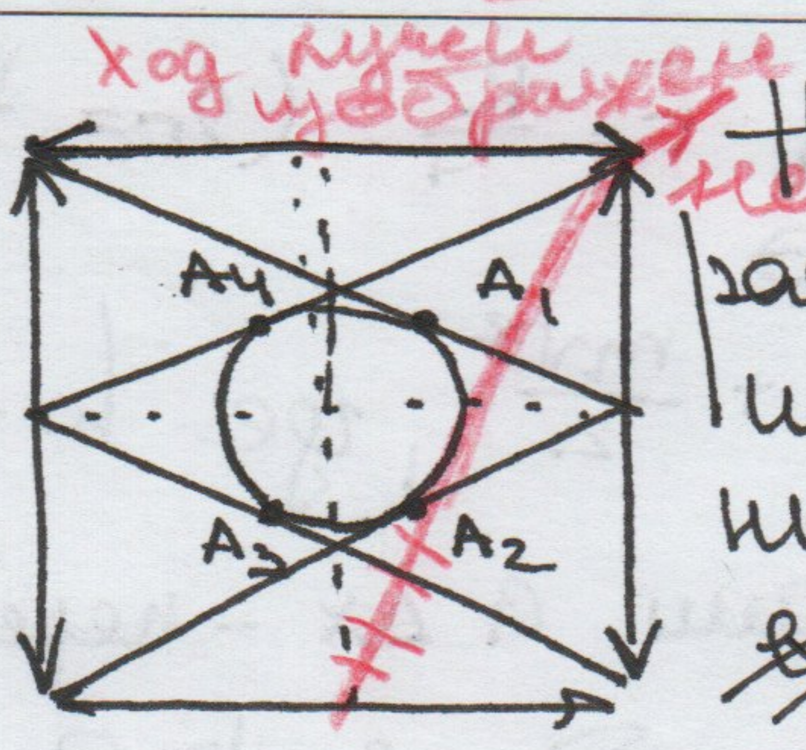
±

±

 ЧИСТОВИК

5.3.1

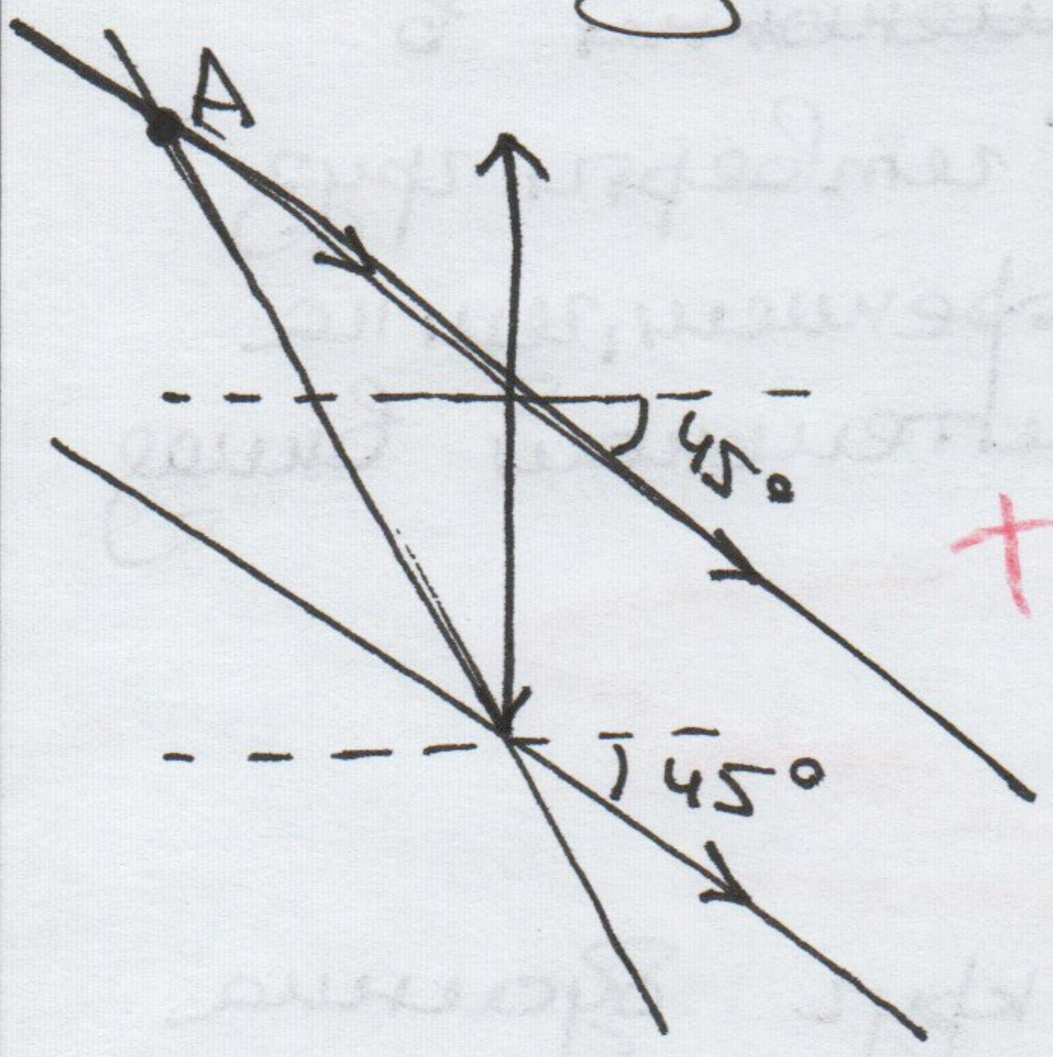




Необходимо рассматривать именно касательные к сфере, т.к. ~~всех лучей~~

"~~крайние точки не исходят в углы~~"

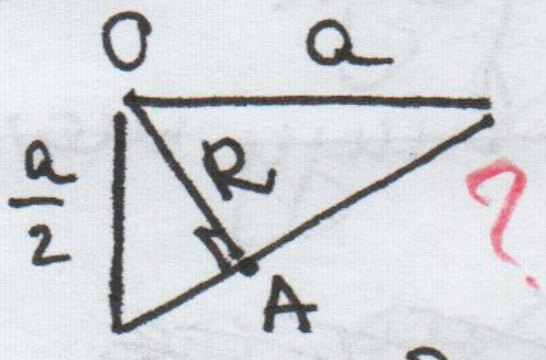
Именно от лучей из "крайних" точек зависит освещенность углов



Чтобы вся пл-ть была освещена, лучи из "углов" должны выходить под углом в 45°. => Ищем точку A

A - это и есть точка касания.

Тогда найдем R



?

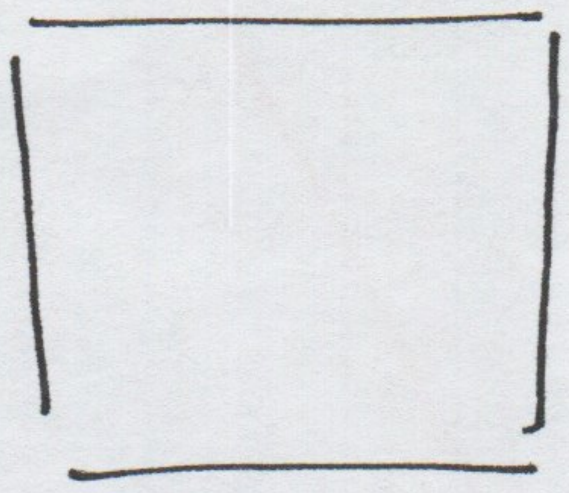
$R^2 = a \cdot \frac{a}{2} = \frac{a^2}{2} = \frac{(4{,}5\,см)^2}{2} = 10{,}125\,см^2$

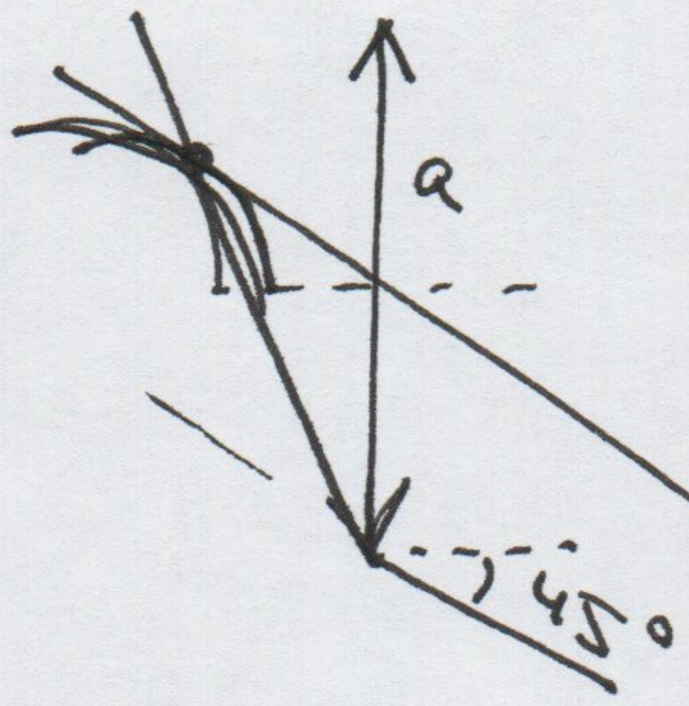
$3\,см < R < 4\,см$ $\qquad R \approx 3{,}4\,см$

При 3х еще не во всех направлениях, при 4х уже во всех.

Ответ: При 3 см еще не во всех направлениях (но по правилам округления это должно быть ответом), при 4 см уже излучает во всех направлениях.

~~чистовик~~ ЛИСТ-ВКЛАДЫШ черновик





4,5

$$\begin{array}{r} 45 \\ \times\ 45 \\ \hline 225 \\ 180 \\ \hline 2025 \end{array}$$

$2025 \mid 2$

$1012,5$

$10,125$

$$3 < \sqrt{10,125} < 4$$

$$\begin{array}{r} 31 \\ \times\ 31 \\ \hline 31 \\ +\ 93 \\ \hline 961 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 33 \\ \times\ 33 \\ \hline 99 \\ 99 \\ \hline 1089 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 34 \\ \times\ 34 \\ \hline 136 \\ 102 \\ \hline 1156 \end{array}$$

Черновик

$$mgh = \frac{qE\cdot(h+1)}{2\sqrt{3R^2+2Rh+h^2}}$$

$$2\sqrt{3R^2+2Rh+h^2}\cdot mgh = qEh + qE$$

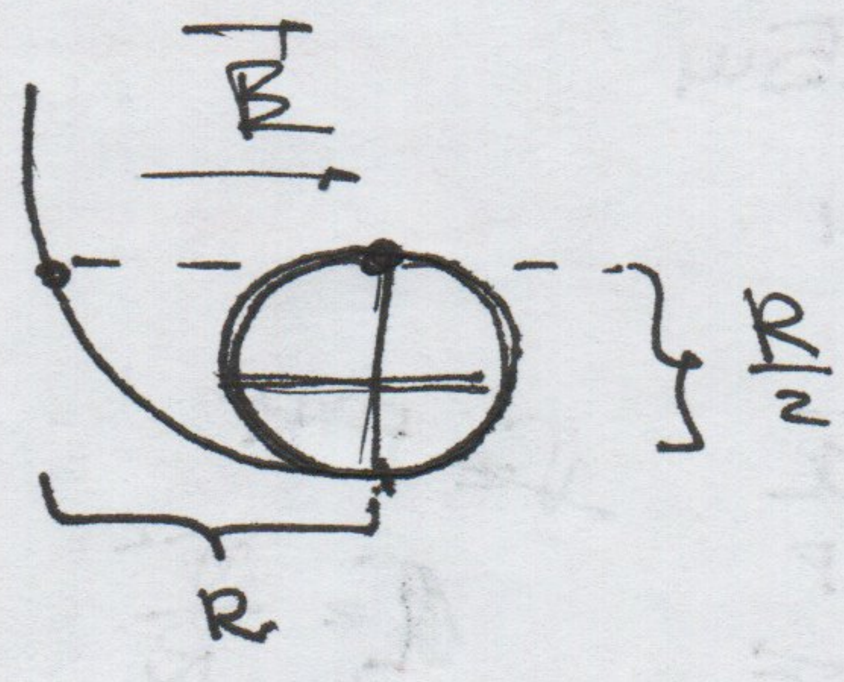
$$12R^2+8Rh+4h^2 = (qE)^2\cdot\frac{h^2+2h+1}{(mgh)^2}$$

$R = 1м$ $g = 10 м/с^2$ $m = 0{,}001 кг$ $(mgh)^2 = 10^{-4} Дж^2\cdot h^2$

$(qE)^2 = 10^{-6} Н^2$

$$1+8h+4h^2 = 10^{-2}\cdot\frac{h^2+2h+1}{h^2}$$

$$h^2+8h^3+4h^4 = 10^{-2}h^2 + 2\cdot 10^{-2}h + 10^{-2}$$



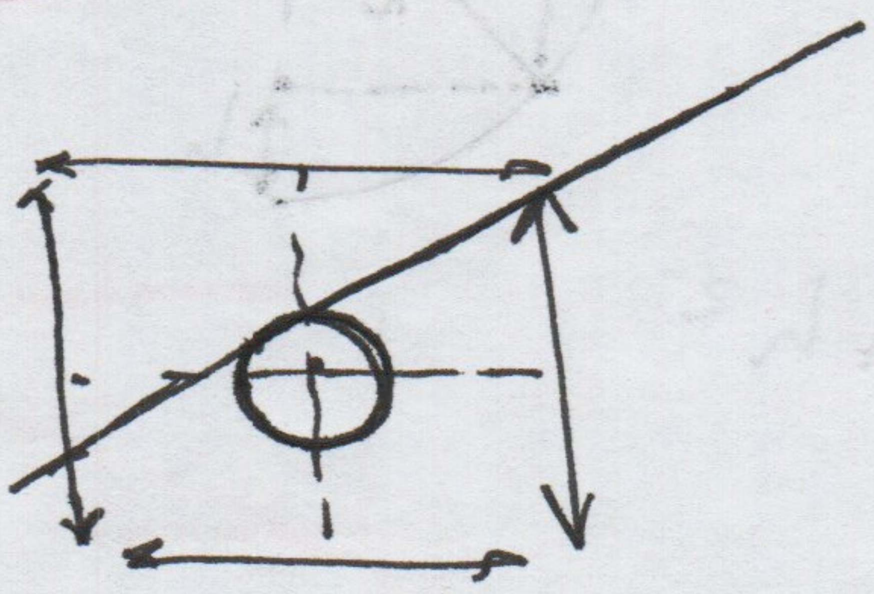
$$qER + mg\frac{R}{2} + m\frac{v^2}{2} = mgR$$

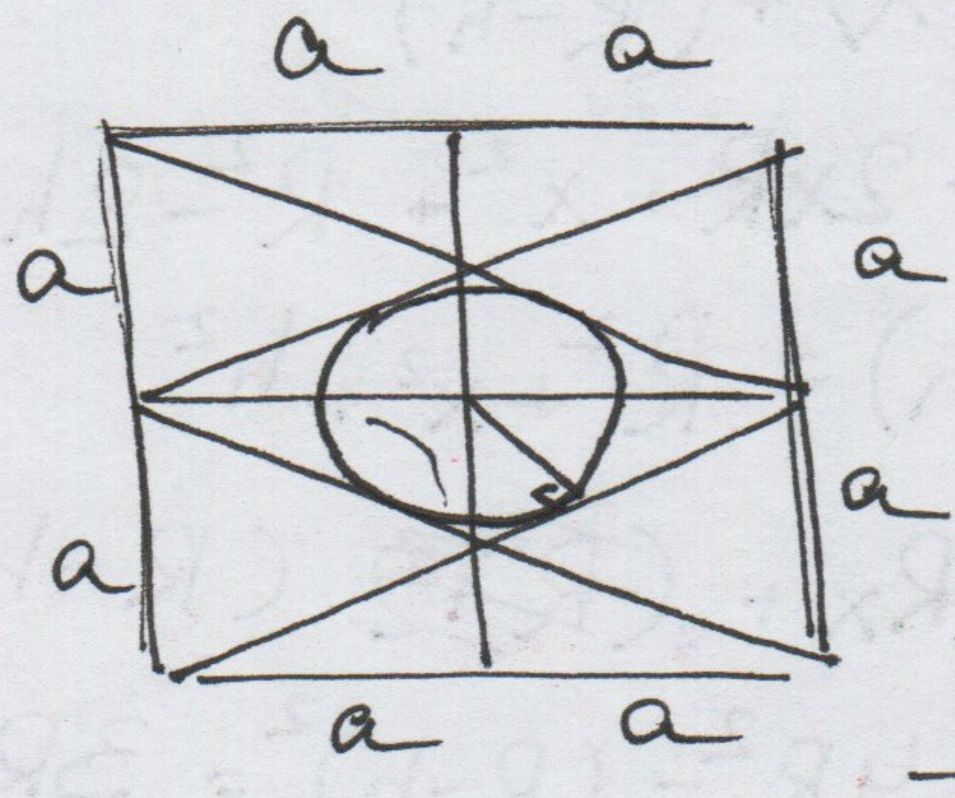
$$v^2 = \left(\frac{mgR}{2} - qE\frac{R}{2}\right)\frac{2}{m}$$

$$v = \sqrt{\left(\frac{mgR}{2} - qE\frac{R}{2}\right)\frac{2}{m}}$$

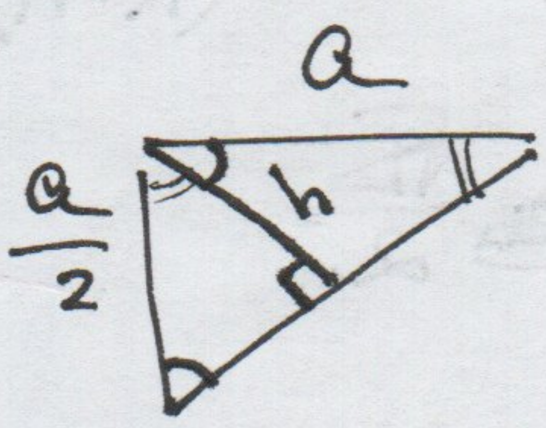
$$\sqrt{\left(\frac{10^{-2}}{2} - \frac{10^{-3}}{2}\right)\frac{2}{10^{-3}}} =$$

$$= \sqrt{10-1} = 3 м/с$$





$$\frac{h}{a} = \frac{\frac{a}{2}}{h}$$



$$h^2 = \frac{a}{2}\cdot a = \frac{a^2}{2}$$

$$h = \frac{a}{\sqrt{2}}$$

$$h^2 = 2{,}25 см$$

$$h = 1{,}5 см$$

До целых – 2см

Черновик

$v_{1x}(t) = \dot{x}_1(t) = \omega_1 A_1 \sin\omega_1 t = \sqrt{\frac{3k}{m}}\cdot\frac{L}{2}\cdot\sin\sqrt{\frac{3k}{m}}\cdot\frac{\pi}{4}\cdot\sqrt{\frac{3m}{k}} =$

$= \sqrt{\frac{3k}{m}}\frac{L}{2}\cdot\sin\frac{3\pi}{4} = \frac{\sqrt{2}}{4}L\sqrt{\frac{3k}{m}}$

$v_{2x}(t) = \dot{x}_2(t) = -\sqrt{\frac{\cancel{3}k}{3m}}\frac{L}{2}\sin\frac{\pi}{4} = -\frac{\sqrt{2}}{4}L\sqrt{\frac{k}{3m}}$

$x_3(t) = A_3\sin\sqrt{\frac{4k}{m}}t$

$x = \frac{\sqrt{2}}{4}L = A_3\sin\sqrt{\frac{4k}{m}}t$

ЗСИ (вплоть сил упр. шар)

$v_{1x}\cdot m + v_{2x}\cdot 3m = v_x\cdot 4m$

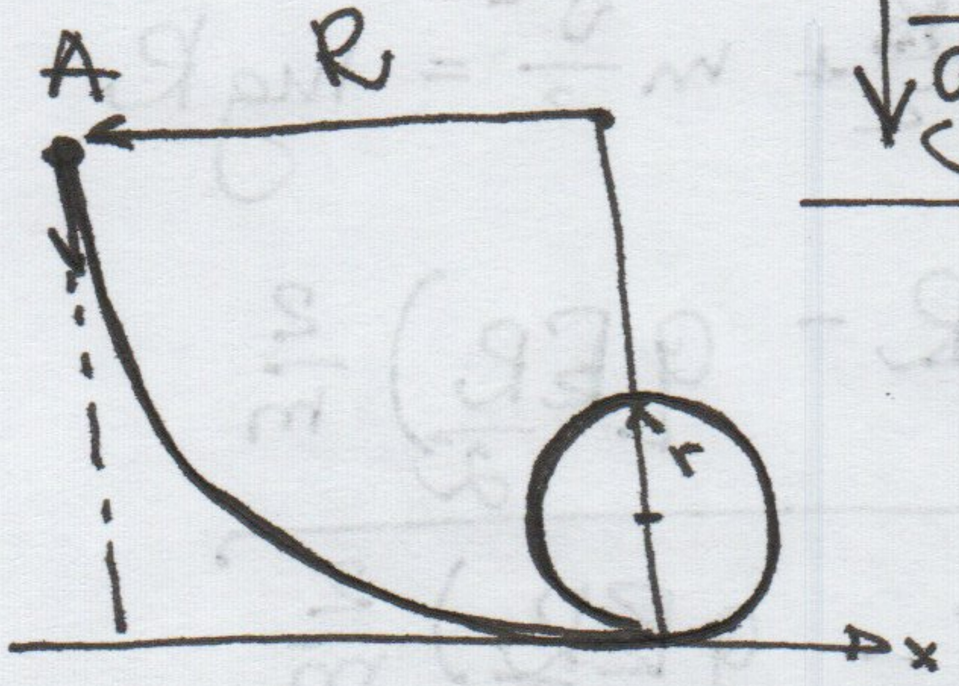
$v_x = \frac{\frac{\sqrt{2}}{4}L\sqrt{\frac{3k}{m}} + -3\frac{\sqrt{2}L}{4}\sqrt{\frac{k}{3m}}}{4}$

=> в точке $x = \frac{\sqrt{2}}{4}L$ $v_x = 0$

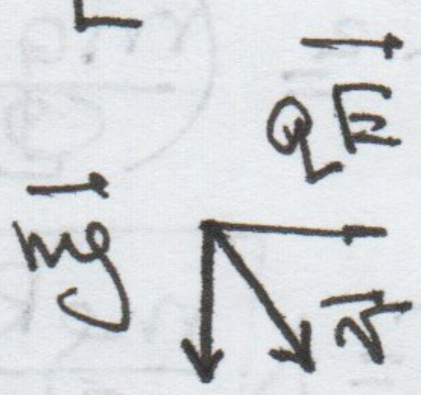
$v_x = \frac{L\sqrt{2}}{16}\sqrt{\frac{k}{m}}\left(\sqrt{3} - 3\cdot\sqrt{\frac{1}{3}}\right) = 0$

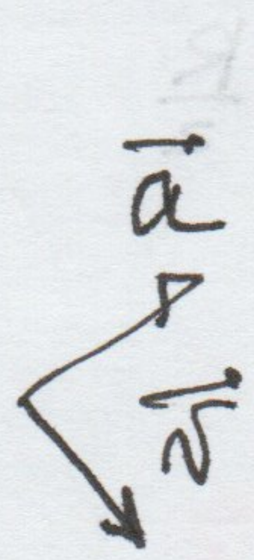
=> Это амплитуда

3.9.1.



$r = 0{,}25$ м
$R = 1$ м

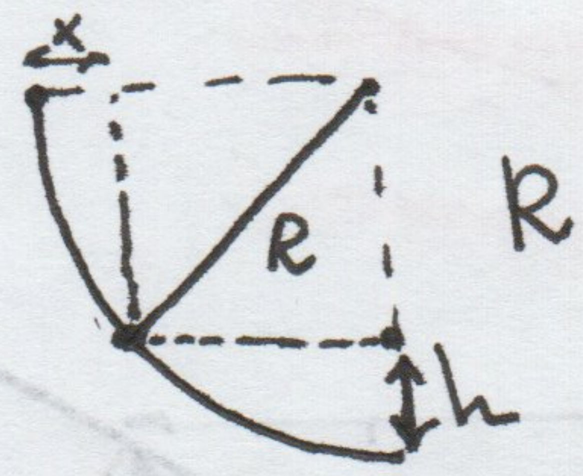




$a_n = \frac{v^2}{R}$

З.С.Э.

$mgR = mgh + qE\Delta x + \frac{mv^2}{2}$



$R^2 = (R-x)^2 + (R-h)^2$

$\cancel{R^2} = \cancel{R^2} - 2xR + x^2 + R^2 - 2hR + h^2$

$2R(x+h) = R^2 + x^2 + h^2$

$x^2 - 2Rx + \cancel{\frac{R^2}{R+2}}\ (R-h)^2 = 0$

$D = 4R^2 - (R-h)^2 = 3R^2 + 2Rh - h^2 = (R+h)(3R-h)$

$3x^2 + 2x - 1 = (x+1)(3x-1)$ $\quad x = \frac{2R \pm \sqrt{D}}{2} = R \pm \frac{\sqrt{D}}{2}$

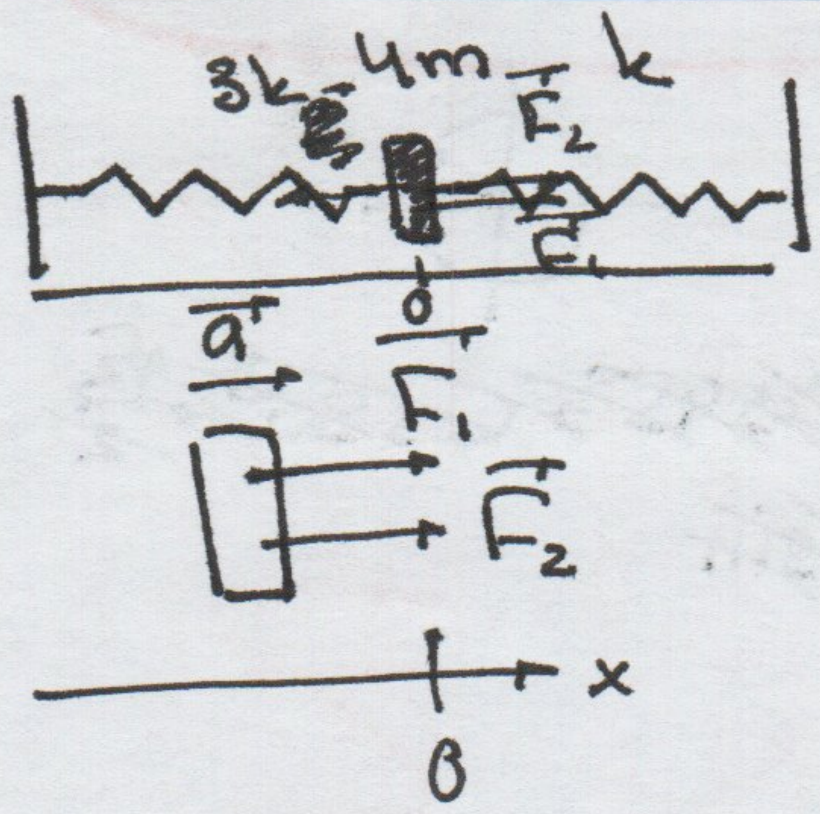
$qE\Delta x + mgh \to \min$

$qER - qE\frac{\sqrt{(R+h)(3R-h)}}{2} + mgh \to \min$

$mgh - \frac{qE}{2}\cdot\frac{1}{2\sqrt{3R^2 + 2Rh + h^2}}\cdot(2h + 2) = 0$

Черновик

Решение



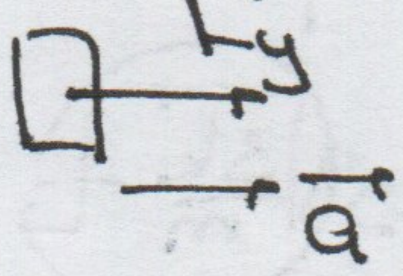
~~$x_0 = \ell$~~

$$F_\Sigma = 3kx + kx = 4kx = ma_x = -m\ddot{x}$$

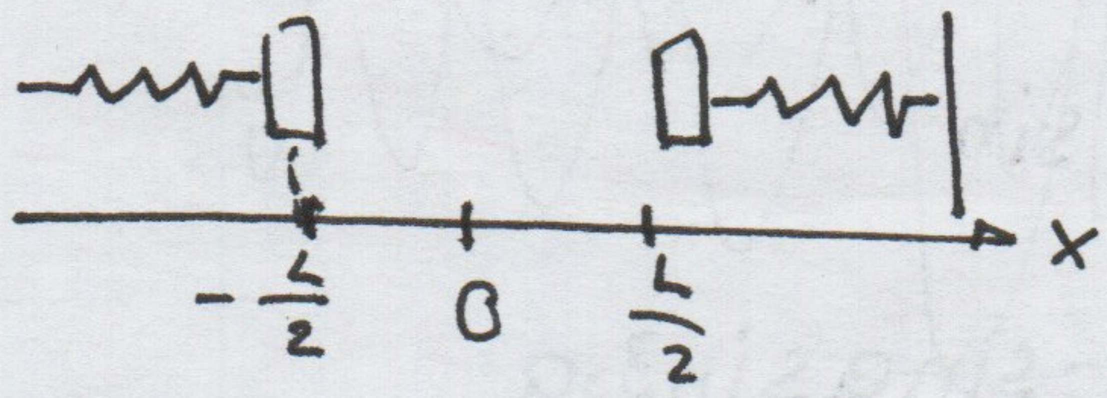
$$m\ddot{x} + 4kx = 0$$

$$\ddot{x} + \frac{4k}{m}x = 0 \qquad \omega = \sqrt{\frac{4k}{m}}$$

$$x(0) = 0 \Rightarrow x(t) = A \cdot \sin\omega t$$



$$k_i x = m_i a = -m_i \ddot{x}$$



$$x \cdot \frac{k_i}{m_i} + \ddot{x} = 0$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k_i}{m_i}} \qquad T = 2\pi\sqrt{\frac{m_i}{k_i}}$$

$$x_1(t) = -A_1 \cos\sqrt{\frac{k_1}{m_1}}t \qquad x_2(t) = A_2 \cos\sqrt{\frac{k_2}{m_2}}t$$

$$x_1(0) = -\frac{L}{2} = -A_1 \cdot 1 \qquad x_2(0) = \frac{L}{2} = A_2 \cos 0$$

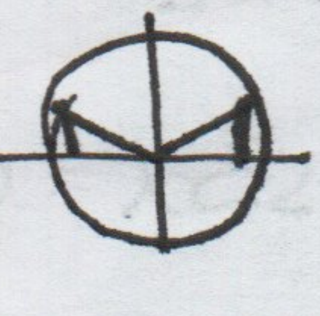
$$\Rightarrow A_1 = \frac{L}{2} \qquad A_2 = \frac{L}{2}$$

В момент времени t они столкнутся

$$x_1 = x_2$$

~~$\Rightarrow \frac{L}{2}\left(\cos\sqrt{\frac{k_2}{m_2}}t + \cos\sqrt{\frac{k_1}{m_1}}t\right) = 0$~~

~~$\sqrt{\frac{k}{3m}} = a \qquad \sqrt{\frac{3k}{m}} = 3a$~~



~~$\cos a + \cos 3a = 0$ ищем min t $\Rightarrow$~~

~~$\Rightarrow \quad 3a = 2\pi - a \quad 4a = 2\pi \quad a = \frac{\pi}{2}$~~

~~$\sqrt{\frac{k}{3m}}t = \frac{\pi}{2} \Rightarrow t = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{3m}{k}}$~~ ~~← четверть периода правого грузика~~

$$-\frac{L}{2}\cos\sqrt{\frac{3k}{m}}t = \frac{L}{2}\cos\sqrt{\frac{k}{3m}}t$$

$$-\cos 3at = \cos at \Rightarrow \pi - 3at = at$$

$$\pi = 4at \Rightarrow t = \frac{\pi}{4a} = \frac{\pi}{4}\sqrt{\frac{3m}{k}}$$ ← $\frac{1}{8}$ периода правого груза

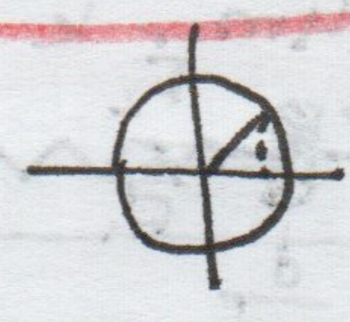
~~$x = -\frac{L}{2}\cos\sqrt{\frac{3k}{m}} \cdot \frac{\pi}{4}\sqrt{\frac{3m}{k}} = -\frac{L}{2}\cos\frac{3\pi}{4} = \frac{\sqrt{2}}{4}L$~~

$$x = \frac{L}{2}\cos\sqrt{\frac{k}{3m}} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \sqrt{\frac{3m}{k}} = \frac{\sqrt{2}}{4}L$$

 Черновик

~~$\cos\alpha + \cos\beta = \frac{1}{2}(\sin\alpha\sin\beta + \cos\alpha\cos\beta)$~~

~~$\Rightarrow \frac{1}{2}\sin\frac{\alpha+\beta}{2}\cos\frac{\alpha-\beta}{2}$~~



~~$\cos 45^\circ + \cos 80^\circ = \frac{\sqrt3}{2}$~~

~~$\frac{1}{2}\sin$~~

Z

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

~~$\cos\frac{2\alpha}{2} - \sin\frac{2\alpha}{2}$~~

$\cos\alpha\cos\alpha - \sin\alpha\sin\alpha$

$\Rightarrow \cos\alpha + \cos\beta = \cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha \cdot \sin\beta$

$\frac{2+2\sqrt2}{\sqrt2+2} = \cos\underbrace{\sqrt{\frac{k}{3m}}t}_{a} + \cos\underbrace{\sqrt{\frac{3k}{m}}t}_{3a} = \cos\sqrt{\frac{k}{3m}}t\cos\sqrt{\frac{3k}{m}}t - \sin$

$\frac{2+2\sqrt2}{\sqrt2+2} = \cos a + \cos 3a = \cos a\cos 3a - \sin a\sin 3a$

$4x = 2L \quad x = \frac{L}{4}$

~~$\Rightarrow$ Они встретятся на~~ $x_0' = \frac{3L}{4} + \frac{L}{2} = \frac{5L}{4}$

~~$\frac{2+2\sqrt2}{\sqrt2+2} = \cos a\cos 3a$~~

дешифр

$\cos 3\alpha = \cos(2\alpha+\alpha) = \cos 2\alpha\cos\alpha - \sin\alpha\sin 2\alpha =$

$\cos(\alpha+\beta) = \cos\alpha\cos\beta - \sin\alpha\sin\beta$

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

$= 2\cos^3\alpha - \cos\alpha - (2 - 2\cos^2\alpha)\cos\alpha =$

$= 4\cos^3\alpha - 3\cos\alpha$

З $\cos a = m$

$\frac{2+2\sqrt2}{2} = 4\cos^3 a - 3\cos a$

$4m^3 - 3m - \frac{2+2\sqrt2}{2} = 0$

 Черновик

4.5.1 $\Gamma = 3 = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$ (изобр. действит. по условию)

Дано
$\Gamma = 3$
$f+d=L$
$L=0,8м$
? D

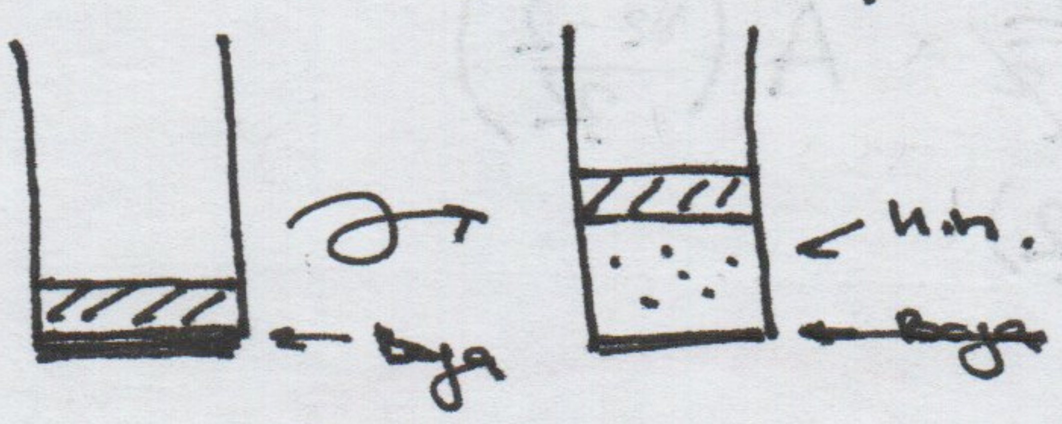
$f = L - d \Rightarrow \Gamma d = L - d \quad d = \frac{L}{\Gamma+1} = \frac{0,8м}{4} = 0,2м$

$f = 0,6м$ УТЛ $\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d} = D$

$D = \frac{1}{0,2м} + \frac{1}{0,6м} = \left(5 + \frac{10}{6}\right)дптр = 6\frac{2}{3}$ дптр ← Ответ

2.9.1 $S = 10^{-2}м^2$ $M = 100кг$ $m = 9г$ $t = 127°C$

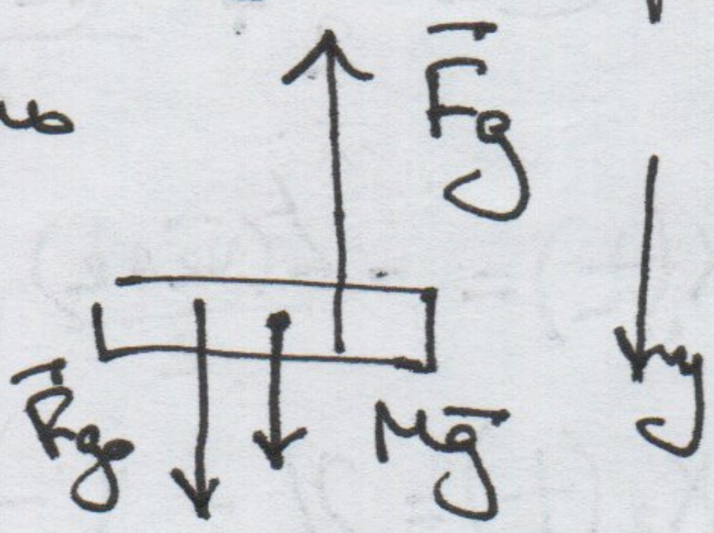
$p_н = 2,5 \cdot 10^5 Па$ $p_0 = 10^5 Па$ $\mu = 18 г/моль$ $R = 8,3 \frac{Дж}{моль \cdot K}$



При нагр. вода перех. в газовую фазу и толкает поршень

$t = 127°C \Rightarrow$ ~~вся~~ вода испарилась

$\Rightarrow \nu_{max}(H_2O) = \frac{m}{\mu} = \frac{9г}{18 г/моль} = \frac{1}{2}$ моль



II З.Н. $\vec{F_Σ} = m\vec{a}$ $\vec{a} = \vec{0}$ (р-ие)

$F_{g_0} = p_0 S \Rightarrow oy: p_0 S + Mg - pS = 0$

$p = p_0 + \frac{Mg}{S} = 10^5 + \frac{100кг \cdot 10 \frac{Н}{кг}}{10^{-2}м^2} = 2 \cdot 10^5$

$\Rightarrow$ пар ненасыщенный $T = (127+273)K = 400K$ (вся вода исп.)

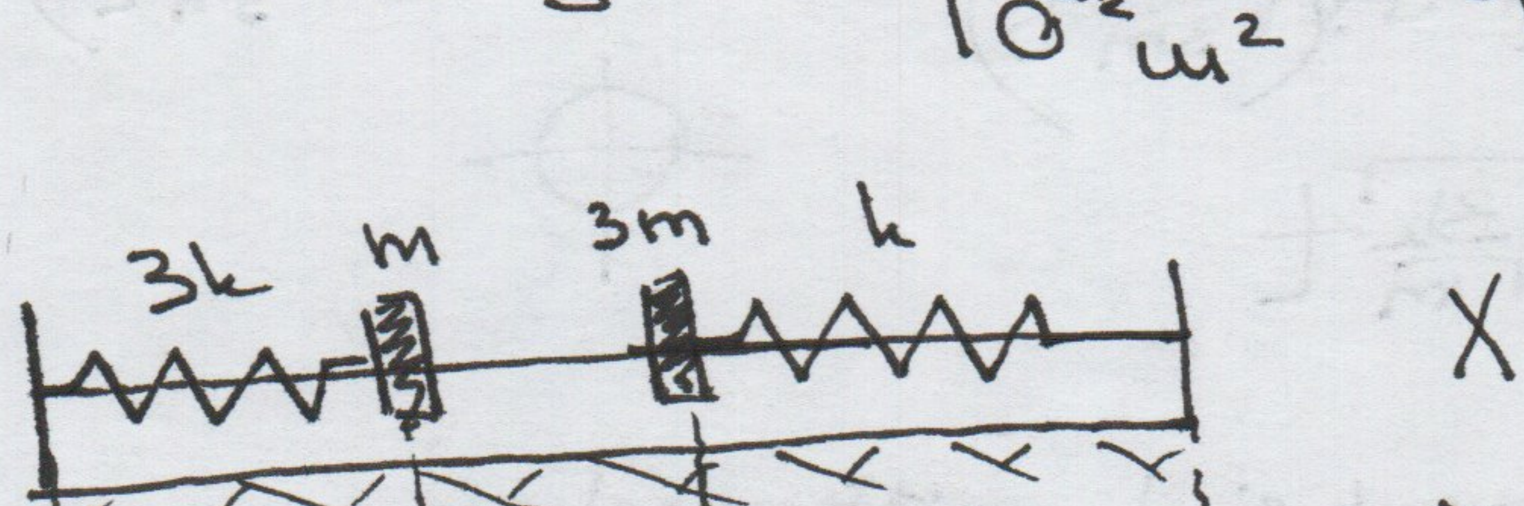
Для н.п. $p_н \cdot V_н = \nu RT$

$V_н = \frac{\nu RT}{p_н}$ $\frac{V_н}{V} = \frac{p}{p_н} \Rightarrow V = V_н \cdot \frac{p_н}{p}$

$V = \frac{\nu RT}{p} = \frac{\frac{1}{2}моль \cdot 8,3 \frac{Дж}{моль \cdot K} \cdot 400K}{2 \cdot 10^5 Па} = 8,3 \cdot 10^{-3} м^3$

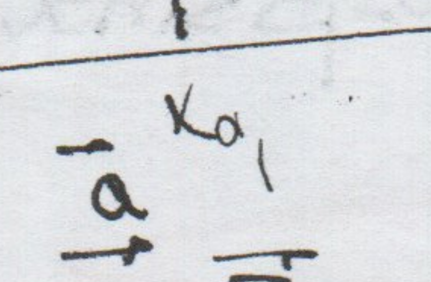
$\Rightarrow h = \frac{V}{S} = \frac{8,3 \cdot 10^{-3}м^3}{10^{-2}м^2} = 0,83м$

83 см



$x_{01} = 0,1м$
$x_{02} = 0,3м$

$L = 20см$
$\Delta L = 10см$



$\frac{k\Delta l}{1\cdot 4} = m a_x$ $\quad k\frac{x_0 - x}{1\cdot 4} = m a_{1x}$

 Черновик

$$\frac{kx_0}{m} = \frac{kx}{m_1} + m_1\ddot{x} \qquad \frac{kx_0}{m_1} = \frac{k}{m_1}x + \ddot{x} \qquad T = 2\pi\sqrt{\frac{m_1}{k}}$$

$$x(t) = A\cos(\omega t) + C \qquad \omega = \sqrt{\frac{k}{m_1}}$$

$$x(0) = \frac{L}{2} \qquad x(0) = A + C = \frac{L}{2}$$

$$x\left(\frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{m_1}{k}}\right) = L \qquad x\left(\frac{T}{4}\right) = L = A\cdot\underbrace{\cos\frac{\pi}{4}}_{\frac{\sqrt{2}}{2}} + C$$

$$A + C = \frac{L}{2} \qquad C = \frac{L}{2} - A$$

$$\frac{A\sqrt{2}}{2} + C = L \qquad \frac{A\sqrt{2}}{2} + \frac{L}{2} - A = L \qquad \frac{L}{2} = A\left(\frac{\sqrt{2}-2}{2}\right)$$

$$A = \frac{L}{\sqrt{2}-2} = \frac{L(\sqrt{2}+2)}{2-4} = -\frac{L(\sqrt{2}+2)}{2}$$

$$C = \frac{L}{2} + \frac{L(\sqrt{2}+2)}{2} = \frac{3L}{2} + \frac{\sqrt{2}L}{2}$$

$$x_1(t) = -\frac{L(\sqrt{2}+2)}{2}\cos\sqrt{\frac{k}{m_1}}t + \frac{3L}{2} + \frac{\sqrt{2}L}{2}$$

$$x_2(t) = 2L - \left(-\frac{L(\sqrt{2}+2)}{2}\cos\sqrt{\frac{k_2}{m_2}}t\right) - \frac{3L}{2} - \frac{\sqrt{2}L}{2} =$$

$$= \frac{L(\sqrt{2}+2)}{2}\cos\sqrt{\frac{k_2}{m_2}}t + \frac{L}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2}L$$

$$x_1(t) = -\frac{L(\sqrt{2}+2)}{2}\cos\sqrt{\frac{3k}{m}}t + \frac{3+\sqrt{2}}{2}L \qquad v_1(t) = +\frac{L(\sqrt{2}+2)}{2}\sqrt{\frac{3k}{m}}\sin -//-$$

$$x_2(t) = \frac{L(\sqrt{2}+2)}{2}\cos\sqrt{\frac{k}{3m}}t + \frac{1-\sqrt{2}}{2}L \qquad v_2(t) = -\frac{L(\sqrt{2}+2)}{2}\sqrt{\frac{k}{3m}}\sin -//-$$

Необх. найти первый момент времени, когда они находятся на одной координате

$$x_1 = x_2 \qquad -\frac{\cancel{L}(\sqrt{2}+2)}{2}\cos\sqrt{\frac{3k}{m}}t + \frac{3+\sqrt{2}}{2}\cancel{L} = \frac{1-\sqrt{2}}{2}\cancel{L} + \frac{\cancel{L}(\sqrt{2}+2)}{2}\cos\left(\sqrt{\frac{k}{3m}}t\right)$$

$$\frac{2+2\sqrt{2}}{\cancel{2}} = \frac{\sqrt{2}+2}{\cancel{2}}\cos\left(\sqrt{\frac{3k}{m}}t\right) + \frac{\sqrt{2}+2}{\cancel{2}}\cos\left(\sqrt{\frac{k}{3m}}t\right)$$

$$\frac{2+2\sqrt{2}}{\sqrt{2}+2} = \cos\sqrt{\frac{k}{3m}}t + \cos\sqrt{\frac{3k}{m}}t$$

$$\cos(\alpha+\beta) = \qquad \cos\alpha\sin\beta \qquad \cos\beta\sin\alpha$$