0 391800 160002

39-18-00-16
(50.1)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 3

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Усольцева Ивана Алексеевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

14:40 Работу сдал Карпенков Д.Ю.

Дата

«05» марта 2023 года

Подпись участника

1	2	3	4	5	Σ
13	20	20	16	20	89

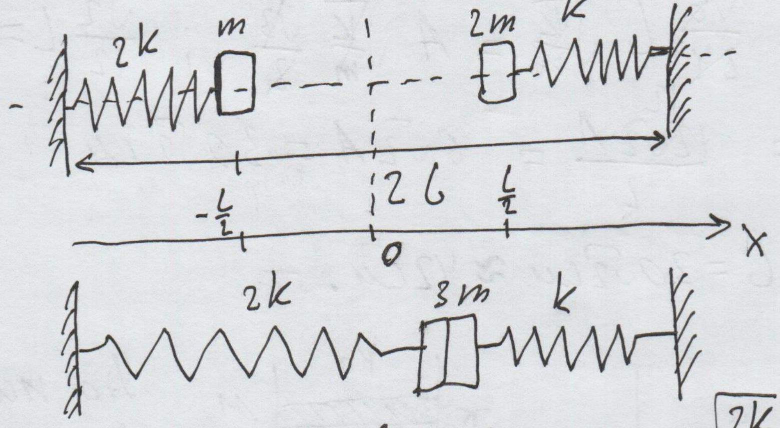
Восемьдесят девять

Чистовик.

1.2.3.

Дано:
2k; k;
2m; m;
2L; 0,5L;
A = 5см

L = ?



До столкновения: $\omega_л = \sqrt{\frac{2k}{m}}$; $\omega_п = \sqrt{\frac{k}{2m}}$;

$x_л(t) = -\frac{L}{2}\cos(\omega_л t)$; $x_п(t) = \frac{L}{2}\cos(\omega_п t)$. В момент встречи $x_л = x_п$; $-\frac{L}{2}\cos(\omega_л t) = \frac{L}{2}\cos(\omega_п t)$;

$-\cos(\omega_л t) = \cos(\omega_п t)$; $\cos(\pi - \omega_л t) = \cos(\omega_п t)$.

Частота $\omega_л > \omega_п$, значит левый груз будет двигаться быстрее и столкновение произойдёт ближе к правой стенке. тогда: $\pi - \omega_л t = \omega_п t$;

$(\omega_л + \omega_п)t = \pi$; $t = \frac{\pi}{\omega_л + \omega_п} = \pi \frac{1}{\sqrt{\frac{k}{m}}\sqrt{2} + \frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{\frac{k}{m}}} =$

$= \pi\sqrt{\frac{m}{k}}\frac{1}{\frac{2+1}{\sqrt{2}}} = \pi\sqrt{\frac{m}{k}}\frac{\sqrt{2}}{3}$ (+); фаза встречи

$\omega_л t = \sqrt{2}\sqrt{\frac{k}{m}}\,\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\,\frac{\sqrt{2}}{3} = \frac{2}{3}\pi$. Из ур-я колебаний до встречи: $V_л = \frac{L}{2}\omega_л \sin(\omega_л t)$; $V_п = -\frac{L}{2}\omega_п \sin(\omega_п t)$;

в момент встречи: $V_{лс} = \frac{L}{2}\omega_л \sin\left(\frac{2\pi}{3}\right)$;

$V_п = -\frac{L}{2}\omega_п \sin\left(\frac{\pi}{3}\right)$; $V_{лс} = \frac{L}{2}\sqrt{2}\sqrt{\frac{k}{m}}\frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{6}}{4}L\sqrt{\frac{k}{m}}$;

$V_{пс} = -\frac{L}{2}\sqrt{\frac{k}{m}}\frac{\sqrt{2}}{2}\frac{\sqrt{3}}{2} = -\frac{\sqrt{6}}{8}L\sqrt{\frac{k}{m}}$. По ЗСИ в момент столкновения: $\cancel{m}V_{лс} + 2\cancel{m}V_{пс} = 3\cancel{m}V_c$;

$V_c = \frac{V_{лс} + 2V_{пс}}{3} = \frac{L\sqrt{\frac{k}{m}}\left(\frac{\sqrt{6}}{4} - \frac{\sqrt{6}}{\cancel{8}\,4}\right)}{3} = \frac{\sqrt{6}}{24}L\sqrt{\frac{k}{m}}$. $=0$

По ЗСЭ после столкновения: $\frac{3mV^2}{2} + \frac{kx^2}{2} + \frac{2kx^2}{2} = E_0$;

Берём производную: $\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$; $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

Продолжение →

Фаза столкновения $\frac{\pi}{3}$, тогда $V_c = V_0 \sin\left(\frac{\pi}{3}\right)$;

$V_0 = A\omega$; $\frac{\cancel{\sqrt{6}}\,\sqrt{2}}{\cancel{24}\,12} L \sqrt{\frac{k}{m}} = A\sqrt{\frac{k}{m}}\frac{\sqrt{3}}{\cancel{2}}$; $\frac{\sqrt{2}}{12} L = A$;

$L = \frac{12A}{\sqrt{2}} = \frac{12\sqrt{2}A}{2} = 6\sqrt{2}A = 30\sqrt{2}$ см

Ответ: $L = 30\sqrt{2}$ см ≈ 42 см.

2.9.3

Дано:

$S = 100$ см²

$m = 9$ г

$t = 127°C$

$h = 0,83$ м

$p_0 = 10^5$ Па

$p_н = 2,5\cdot10^5$ Па

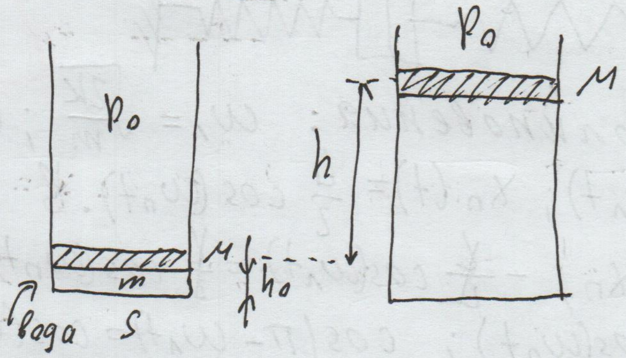
$\mu = 18\ \frac{г}{моль}$

$R = 8,3\ \frac{Дж}{моль\cdot К}$

$t_0 = 0°C$

$g = 10$ м/с²

$M = ?$



До нагревания $t_0 = 0°C$, значит под поршнем была только вода. Оценим её объём: $m = \rho V$; $V \approx \frac{9\cdot10^{-3}}{10^3} = 9\cdot10^{-6}$ м³, при этом высота поршня над дном трубки $h_0 = \frac{V}{S} = \frac{9\cdot10^{-6}}{10^{-2}} = 9\cdot10^{-4}$ м; $h_0 \ll h$, h_0 пренебрежимо мало по сравнению с h. Всего в трубе находилось $\nu = \frac{m}{\mu} = \frac{9}{18} = 0,5$ моль воды. Предположим, что вся вода испарилась. Тогда: $\left(p_0 + \frac{Mg}{S}\right)Sh = \nu R t_1$; $p_0 + \frac{Mg}{S} = \frac{\nu R t_1}{Sh} = \frac{0,5\cdot 8,3\cdot 400}{10^{-2}\cdot 0,83} = 2\cdot10^5$ Па $< p_н$ — значит вся вода действительно испарилась. Тогда $p_0 + \frac{Mg}{S} = 2\cdot10^5$; $M = \frac{2\cdot10^5 - 10^5}{g}S = \frac{10^5}{10}\cdot10^{-2} = 10^2$ кг $= 100$ кг

Ответ: $M = 100$ кг.

39-18-00-16 (50.1)

3.9.3

Дано:

$R = 1\,м$

$r = 0{,}25\,м$

$q = 10^{-6}\,Кл$

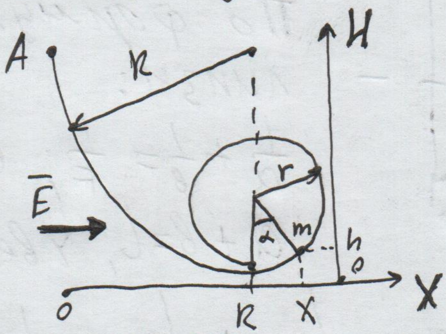
$E = 10^{3}\,\frac{В}{м}$

$g = 10\,м/с^2$

$n = \frac{V_{max}}{V_{min}}$

$n = ?$

По условию $r \leq \frac{(qE + mg)R}{mg + \sqrt{(qE)^2 + (mg)^2}}$; значит бусинка сделает полный оборот по витку. В точке A касательная вертикальна, значит центры окружностей лежат на одной вертикали.



По ЗСЭ: $mgh + \frac{mV^2}{2} - qEx = E_0$;

В точке A: $E_0 = mgR$; Во время движения по витку: $h = r(1 - \cos\alpha) = r - r\cos\alpha$;

$x = R + r\sin\alpha$; Тогда: $V^2 = \frac{2}{m}(E_0 - mgh + qEx) =$

$= \frac{2}{m}(mgR - mgr + mgr\cos\alpha + qER + qEr\sin\alpha)$.

Возьмём производную: $\frac{2}{m}(-mgr\sin\alpha + qEr\cos\alpha) = 0$;

$mg\sin\alpha = qE\cos\alpha$; $tg\,\alpha = \frac{qE}{mg}$; Производная равна 0 в точках минимума и максимума. Как видно из $tg\,\alpha = \frac{qE}{mg}$ эти точки противоположны отн. центра витка. $tg\,\alpha = \frac{10^{-6} \cdot 10^{3}}{10^{-2} \cdot 10} = 0{,}1$; $\cos\alpha_1 = \frac{1}{\sqrt{1{,}01}}$;

$\sin\alpha_1 = \frac{0{,}1}{\sqrt{1{,}01}}$. Тогда отношение $n = \frac{V_{max}}{V_{min}} =$

$$= \sqrt{\frac{mgR - mg\cancel{r} + qER + mgr\cos\alpha_1 + qEr\sin\alpha_1}{mgR - mg\cancel{r} + qER - mgr\cos\alpha_1 - qEr\sin\alpha_1}} =$$

$$= \sqrt{\frac{7{,}5 \cdot \cancel{10^{-3}} + \cancel{10^{-3}} + 2{,}5 \cdot \cancel{10^{-3}}\cos\alpha_1 + 0{,}25 \cdot \cancel{10^{-3}}\sin\alpha_1}{7{,}5 \cdot \cancel{10^{-3}} + \cancel{10^{-3}} - 2{,}5 \cdot \cancel{10^{-3}}\cos\alpha_1 - 0{,}25 \cdot \cancel{10^{-3}}\sin\alpha_1}} =$$

$$= \sqrt{\frac{8{,}5 + 2{,}525\cos\alpha_1}{8{,}5 - 2{,}525\cos\alpha_1}};$$ $\sin\alpha_1 = 0{,}1\cos\alpha_1$; $\cos\alpha_1 = \frac{1}{\sqrt{1{,}01}} \approx 1$;

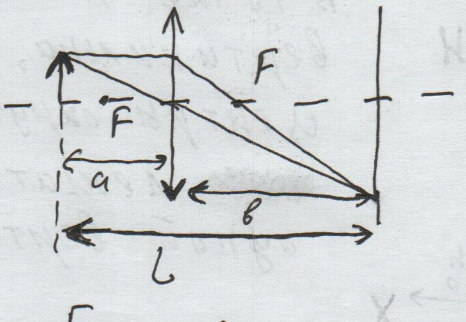
$$n \approx \sqrt{\frac{8{,}5 + 2{,}5}{8{,}5 - 2{,}5}} = \sqrt{\frac{11}{6}}$$

Ответ: $n = \sqrt{\frac{8{,}5 + \frac{2{,}525}{\sqrt{1{,}01}}}{8{,}5 - \frac{2{,}525}{\sqrt{1{,}01}}}} \approx \sqrt{\frac{11}{6}}$

4.5.3.
Дано:
$D = 5$ дптр
$L = 1$ м

$\Gamma = ?$

Линза создаёт изображение на экране, значит изображение действительное и источник находится дальше фокуса от линзы. $D = \frac{1}{F}$; $F = \frac{1}{D} = \frac{1}{5} = 0{,}2$ м



По формуле тонкой линзы:
$\frac{1}{a} + \frac{1}{в} = \frac{1}{F}$; $в = \frac{aF}{a-F}$
$a + в = L$; Увеличение

$\Gamma = \frac{в}{a} = \frac{F}{a-F}$; $в = L - a$; $\frac{1}{a} + \frac{1}{L-a} = \frac{1}{F}$;

$\frac{L - \cancel{a} + \cancel{a}}{aL - a^2} = \frac{1}{F}$; $LF = aL - a^2$; $a^2 - aL + LF = 0$;

$a^2 - a + 0{,}2 = 0$; $D_4 = 1 - 4 \cdot 0{,}2 = 1 - 0{,}8 = 0{,}2$;

$a_{1,2} = \frac{1 \pm \sqrt{0{,}2}}{2} = \frac{1}{2} \pm \frac{\sqrt{5}}{10} = 0{,}5 \pm \frac{\sqrt{5}}{10}$ – в обоих случаях $a > F$ и значит оба случая подходят.

Тогда $\Gamma = \frac{0{,}2}{0{,}5 \pm \frac{\sqrt{5}}{10} - 0{,}2} = \frac{0{,}2}{0{,}3 \pm \frac{\sqrt{5}}{10}} = \frac{2}{3 \pm \sqrt{5}}$

$\Gamma_1 = \frac{2(3+\sqrt{5})}{\underbrace{9-5}_{=4}}$; $\Gamma_2 = \frac{2(3-\sqrt{5})}{9-5}$; $\Gamma_1 = \frac{3+\sqrt{5}}{2}$; $\Gamma_2 = \frac{3-\sqrt{5}}{2}$;

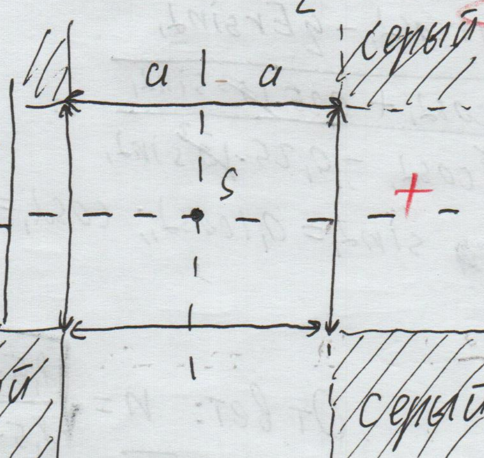
$\Gamma = \frac{3 \pm \sqrt{5}}{2}$

нет отбора,
нет общей ф-лы

Ответ: $\Gamma = \frac{3 \pm \sqrt{5}}{2}$

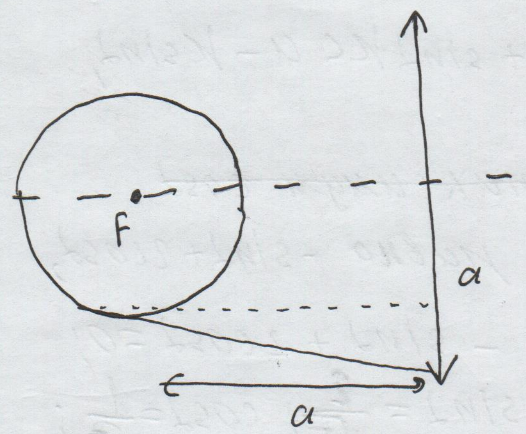
5.3.3
$2a = 9$ см

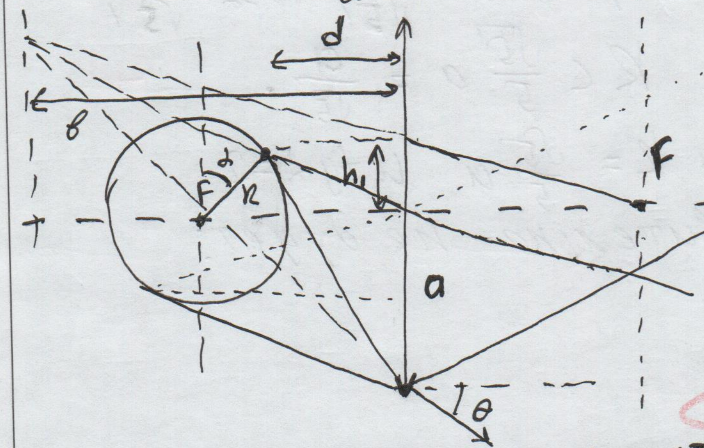
$R = ?$



При точечном источнике все лучи будут выходить $\parallel$ ГОО, поэтому серая область будет такой, как показано на рисунке слева. При неточечном источнике не все лучи будут $\parallel$ ГОО. Система симметрична, поэтому достатомно рассматреть вз-е сферы только с одпой линзой.

На линзу будут попадать лучи не только с лицевой стороны сферы, но те лучи, которые будут попадать с обратной стороны сферы, они не будут идти по „краю" серой зоны.





Крайними будут лучи, что падают с лицевой стороны. выберем точку, которая лежит на сфере и под углам α к фокальной плоскости.

Изображение будет мнимым при $\alpha \in (0;\pi)$;

$d = a - R\sin\alpha$; $h_1 = R\cos\alpha$; $\frac{1}{d} + \frac{1}{в} = \frac{1}{a}$; Тогда луч, выходящий из края линзы под максимальным углом θ к ГОО будет направлен под углам θ к ГОО: $tg\,\theta = \frac{h+a}{|в|}$;

$$h = h_1 \cdot \left|\frac{в}{d}\right| = R\cdot\cos\alpha\,\frac{\cancel{d}a}{(a-d)\cancel{d}} = \frac{a}{a-d}R\cos\alpha;$$

Когда серая зона пропадает $\theta_m = 45°$ (в силу симметрии системы), $tg\,\theta_m = 1$; Тогда нам нужна, чтобы $\theta_m < 45°$; $tg\,\theta_m < 1$;

$$\frac{\frac{a}{a-\cancel{R}+\cancel{R}\sin\alpha}\cancel{R}\cos\alpha + a}{\frac{da}{a-d}} < 1; \quad \frac{(\cancel{R}\,ctg\,\alpha + \cancel{R})(a-d)}{d\cancel{R}} < 1;$$

$$(ctg\,\alpha + 1)\frac{a-d}{d} < 1$$

Продолжение →

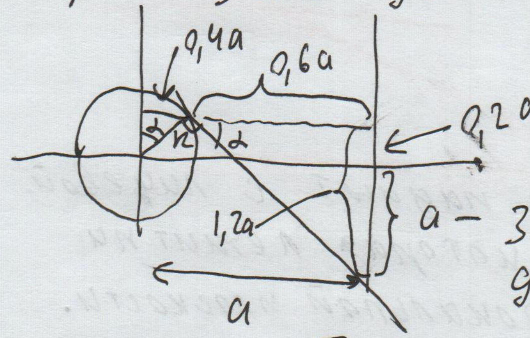
$(ctg\alpha+1)\frac{\cancel{a}-\cancel{a}+k\cdot\sin\alpha}{a-k\sin\alpha}<1$; $(ctg\alpha+1)\frac{k\sin\alpha}{a-k\sin\alpha}<1$;

$\frac{\cos\alpha+\sin\alpha}{a-k\sin\alpha}k<1$; $\cos\alpha\, k+\sin\alpha\, k<a-k\sin\alpha$;

$k(\cos\alpha+2\sin\alpha)<a$; ~~максимум $\cos\alpha$~~

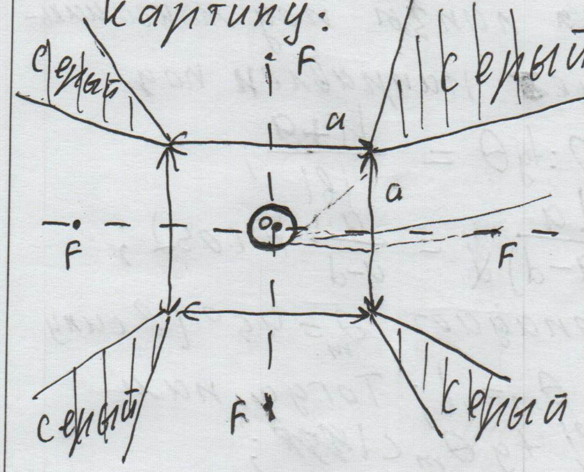
Производная $\cos\alpha+2\sin\alpha$ равна $-\sin\alpha+2\cos\alpha$, в максимуме равна 0: $-\sin\alpha+2\cos\alpha=0$; $\sin\alpha=2\cos\alpha$; $tg\alpha=2$; $\sin\alpha=\frac{2}{\sqrt5}$; $\cos\alpha=\frac{1}{\sqrt5}$;
$k\left(\frac{1}{\sqrt5}+\frac{4}{\sqrt5}\right)=k\frac{5}{\sqrt5}$; $k<\frac{\sqrt5}{5}a=\frac{a}{\sqrt5}$. +

Удостоверимся, что при $k=\frac{\sqrt5}{5}a$ и $tg\alpha=2$ серой зоны действительно не будет:



a — значит серой зоны действительно не будет.

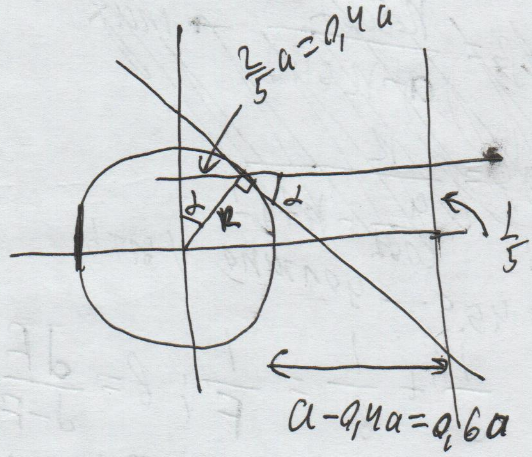
При $k<\frac{\sqrt5}{5}a$ угол θ_m будет меньше 45° и мы будем наблюдать следующую картину:



Тогда серая зона будет наблюдаться и не исчезнет полностью при $k<\frac{\sqrt5}{5}a=\frac{\sqrt5}{5}\frac{9}{2}=\frac{9\sqrt5}{10}=0{,}9\sqrt5\approx 2$ см

Ответ: $k<\frac{9\sqrt5}{10}$ см; $k<2$ см с округлением до целых.

Черновик



$R = \frac{\sqrt{5}}{5}a$; $tg\,\alpha = 2$

$\sin\alpha = \frac{2}{\sqrt{5}}$; $\cos\alpha = \frac{1}{\sqrt{5}}$;

$\frac{2}{\sqrt{5}} \cdot \frac{\sqrt{5}}{5} = \frac{2}{5}$

$\frac{1}{\sqrt{5}} \cdot \frac{\sqrt{5}}{5} = \frac{1}{5}$

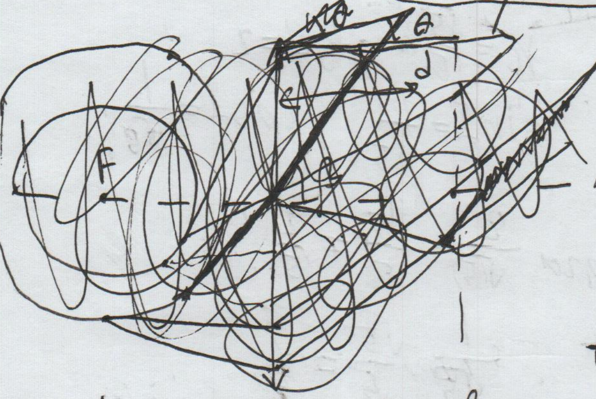
$0{,}6 \cdot 2 = 1{,}2$

$\sqrt{5} \approx 2{,}3$; $21^2 = 441$

$23^2 = 400 + 120 + 9 = 529$

$22^2 = 400 + 80 + 4 = 484$

Черновик

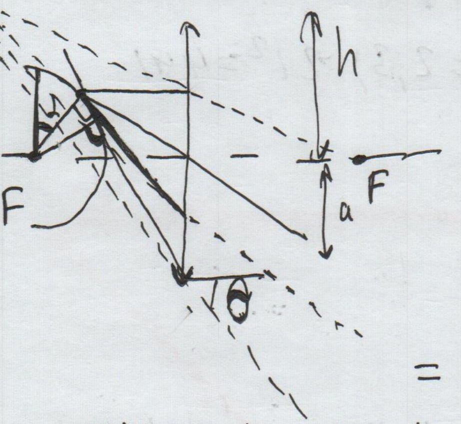


$\cancel{tg\beta = \frac{R\cos\alpha}{a - R\sin\alpha} \to max}$

$\cancel{tg\varphi = \frac{R}{\frac{a}{\cos\alpha} - R\,tg\alpha}}$

$\theta < 45^\circ$ — должно быть

$d = a - R\sin\alpha$; $h = \frac{b}{d}R\cos\alpha$; $\frac{1}{d} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F}$; $b = \frac{dF}{d-F}$;



$$h = \frac{dF}{(d-F)d}R\cos\alpha = \frac{FR\cos\alpha}{d-F}$$

$$tg\theta = \frac{h+a}{b} = \frac{\left(\frac{F}{d-F}R\cos\alpha + a\right)(d-F)}{dF} =$$

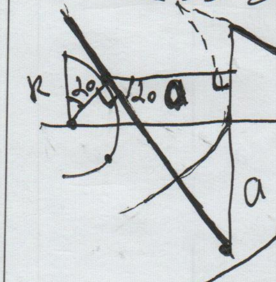
$$= \frac{FR\cos\alpha + a(d-F)}{dF} =$$

$$= \frac{FR\cos\alpha + a^2 - aR\sin\alpha - aF}{aF - RF\sin\alpha}; \quad tg\theta < 1 \text{ при всех } \alpha;$$

$$\frac{FR\cos\alpha + a^2 - aR\sin\alpha - aF}{\underbrace{aF - RF\sin\alpha}_{a^2 - Ra\sin\alpha}} < 1; \quad \frac{FR\cos\alpha + a^2 - aR\sin\alpha - aF -}{\underbrace{aF - RF\sin\alpha}_{>0}}$$

$$\underline{-aF + RF\sin\alpha} < 0; \quad FR\cos\alpha + a^2 - aR\sin\alpha - 2aF + RF\sin\alpha < 0;$$

$$FR\cos\alpha + a^2 - 2aF + (RF - aR)\sin\alpha < 0;$$



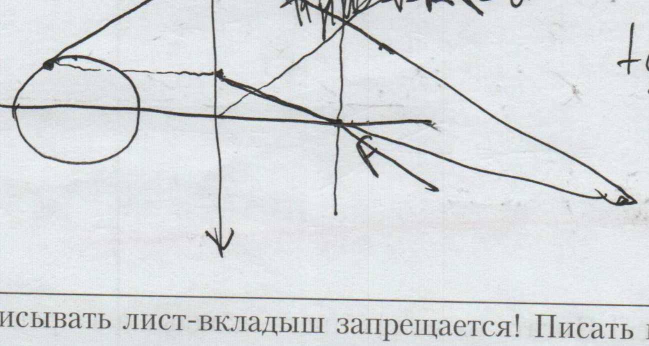
; $F = a$; $aR\cos\alpha + a^2 - 2aF < 0$;

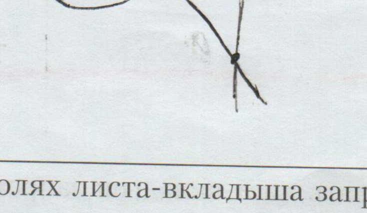
Крайняя: $tg\,\alpha_0$

$\cancel{aR\cos\alpha + a^2 - 2a^2 < 0}$; $\cancel{aR\cos\alpha < a^2}$; $\cancel{R\cos\alpha < a}$

$R\cos\alpha < a.$

$tg\alpha = 2$





Черновик

$tg\alpha = 0{,}1$; $tg^2\alpha = \frac{\sin^2\alpha}{\cos^2\alpha}$; $tg^2\alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2\alpha}$; $\cos^2\alpha = \frac{1}{tg^2\alpha+1}$;

$\cos^2\alpha = \frac{1}{1{,}01}$; $\sin^2\alpha = 1 - \cos^2\alpha = 1 - \frac{1}{tg^2\alpha+1} =$

$$h = \sqrt{\frac{mgR - mgr + mgr\cos\alpha_1 + qER + qEr\sin\alpha_1}{mgR - mgr - mgr\cos\alpha_1 + qER - qEr\sin\alpha_1}} =$$

$mg = 10^{-2} = 10 \cdot 10^{-3}$

$$= \sqrt{\frac{7{,}5\cdot 10^{-3} + 10^{-3} + 2{,}5\cdot 10^{-3}\cos\alpha + 0{,}25\cdot 10^{-3}\sin\alpha_1}{7{,}5\cdot 10^{-3} + 10^{-3} - 2{,}5\cdot 10^{-3}\cos\alpha - 0{,}25\cdot 10^{-3}\sin\alpha_1}} =$$

$qER = k10^{-6}\cdot 10^{3} = 10^{-3}k$; $\cos\alpha = \frac{1}{\sqrt{1{,}01}}$; $\sin\alpha = 0{,}1\cos\alpha$

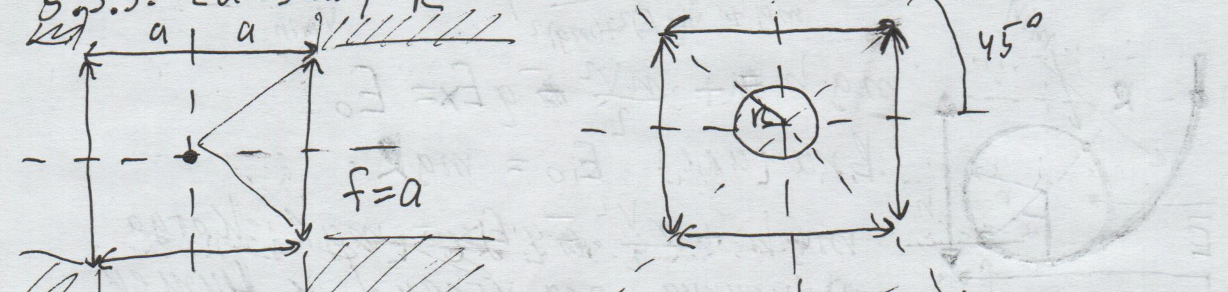
$0{,}25 \cdot 0{,}1 = 0{,}025$

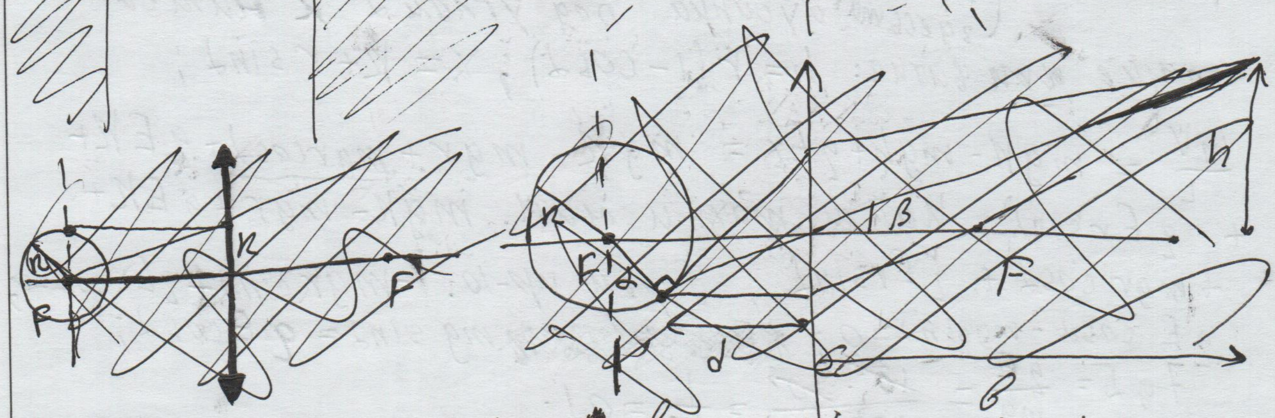
$$= \sqrt{\frac{8{,}5 + 2{,}5\cos\alpha_1 + 0{,}25\sin\alpha_1}{8{,}5 - 2{,}5\cos\alpha_1 - 0{,}25\sin\alpha_1}} =$$

$= \frac{tg^2\alpha + 1 - 1}{tg^2\alpha + 1} = 0{,}01$; $\sin\alpha = \frac{tg\alpha}{\sqrt{tg^2\alpha+1}} = \frac{0{,}1}{\sqrt{1{,}01}}$

$$= \sqrt{\frac{8{,}5 + 2{,}525\cos\alpha_1}{8{,}5 - 2{,}525\cos\alpha_1}} \approx \sqrt{\frac{8{,}5+2{,}5}{8{,}5-2{,}5}} = \boxed{\sqrt{\frac{11}{6}}}$$

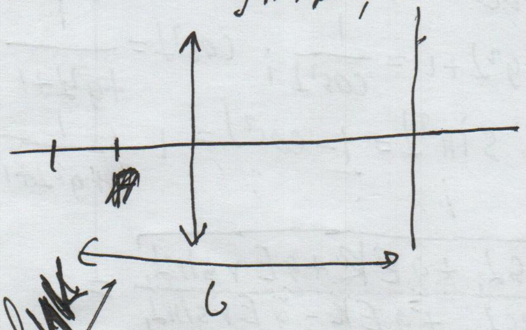
5.3.3. $2a = 9$ см; $R = ?$





$d = a - R\cdot\sin\alpha$; $h = \frac{b}{d}\cdot R\cdot\cos\alpha$; $tg\beta = \frac{R\cos\alpha}{d}$

4.5.3 $D=5$ дптр; $l=1м$; $\Gamma=?$ $D=\frac{1}{F} \Rightarrow F=\frac{1}{5}м=0,2м$



II: Изображ. на экране, следовательно оно действительное:

$\frac{1}{a}+\frac{1}{b}=D=\frac{1}{F}$; $a+b=l$;

~~Черновик~~

$b=l-a$

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

$\frac{l}{la-a^2}=D$; $\frac{l}{D}=la-a^2$. $a^2-la+\frac{l}{D}=0$;

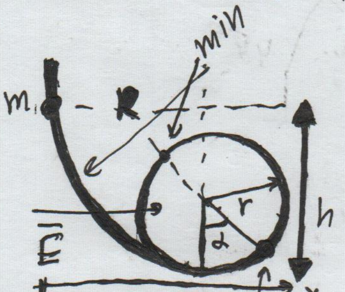
$a^2-a+0,2=0$; $D=1-4\cdot0,2=0,2$; $a=\frac{1\pm\sqrt{0,2}}{2}=\frac{1}{2}\pm\sqrt{\frac{0,2}{4}}=$

$=\frac{1}{2}\pm\frac{\sqrt5}{10}$; $\Gamma_1=\frac{0,2}{0,5+\frac{\sqrt5}{5}-0,2}=\frac{0,2}{0,3+\frac{\sqrt5}{5}}=\frac{2}{3+2\sqrt5}$ $\quad \frac{\sqrt{0,2}}{2}=\frac{10\sqrt{0,2}}{20}=\frac{\sqrt{20}}{20}=\frac{4\sqrt5}{20}=\frac{\sqrt5}{5}$

$\Gamma_2=\frac{0,2}{0,3-\frac{\sqrt5}{5}}=\frac{2}{3-2\sqrt5}$ ~

3.9.3 $R_1=1м$ (четверть); $r=0,25м$ (кольцо); $m=1г$; $q=10^{-6}Кл$; $E=10^3\frac{В}{м}$

$g=10м/с^2$; $r\le\frac{(qE+mg)R}{mg+\sqrt{(qE)^2+(mg)^2}}$; $n=\frac{V_{max}}{V_{min}}=?$



$mgh+\frac{mV^2}{2}-qEx=E_0$

Вначале: $E_0=mgR$;

$mgh+\frac{mV^2}{2}-qEx=mgR$; когда бусинка под углом α к нижней точке витка: $h=r(1-\cos\alpha)$; $x=R+r\sin\alpha$;

$\frac{mV^2}{2}=mgR-mgh+qEx=mgR-mgr+mgr\cos\alpha+qER+$
$+qEr\sin\alpha$; Найти max. и min. $mgR-mgr+qER+$
$+mgr\cos\alpha+qEr\sin\alpha$; берём пр-ю: $-mgR\sin\alpha+qER\cos\alpha=0$;

$qE\cos\alpha-mg\sin\alpha=0$; $mg\sin\alpha=qE\cos\alpha$;

$tg\alpha=\frac{qE}{mg}=\frac{10^{-6}\cdot10^3}{10^{-3}\cdot10}=\frac{1}{10}=0,1$;

$V^2=\frac{2}{m}(mgR-mgr+mgr\cos\alpha+qER+qEr\sin\alpha)$

Черновик!!!

$$\frac{3mV_н^2}{2}+\frac{kx^2}{2}+\frac{2kx^2}{\cancel{8}}=E_0;$$

$$3m\cancel{\dot x}\ddot x+k\cancel{\dot x}x+2k\cancel{\dot x}x=0;\quad 3m\ddot x+3kx=0;$$

$$\ddot x+\frac{k}{m}x=0;\quad x(t)=x_0\sin(\omega_н t+\varphi);$$

$$\omega_н=\sqrt{\frac{k}{m}};\quad V_{пс}=\frac{\sqrt6}{24}l\sqrt{\frac{k}{m}};\quad \text{фаза } \boxed{\frac{2}{3}\pi}$$

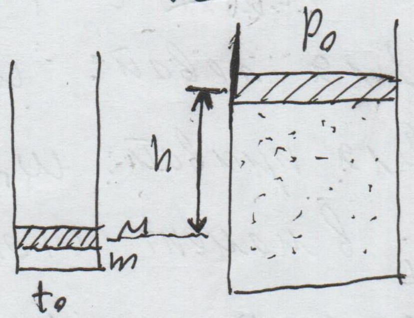
$$V_{пс}=V_0\sin\left(\frac{2}{3}\pi\right)=V_0\frac{\sqrt3}{2};\quad \frac{\sqrt6}{24}l\sqrt{\frac{k}{m}}=A\sqrt{\frac{k}{m}}\frac{\sqrt3}{2};$$

$$V=x_0\sqrt{\frac{k}{m}};\quad l=\frac{12}{\sqrt2}A=6\sqrt2A=\boxed{30\sqrt2\ см}$$

2.9.3.

$S=100\ см^2$
$m=9\ г$
$t_0=0°C$
$t_1=127°C$
$h=0{,}83\ м$
$p_н=2{,}5\cdot10^5\ Па$
$p_0=10^5\ Па$
$\mu=18\cdot10^{-3}\ \frac{кг}{моль}$
$R=8{,}3\ \frac{Дж}{моль\cdot K}$
$g=10\ м/с$

$M=?$



$\downarrow g$ До нагревания $m=\rho V_0=\rho S h_0;$

$$h_0=\frac{9\cdot10^{-3}}{10^3\cdot100\cdot10^{-4}}=$$

$=9\cdot10^{-4}\ м=0{,}9\ мм\ll h;\ V_*\ll V_к$

$pV=nRT;\ p=p_0+\frac{Mg}{S};\ V(p_0+\frac{Mg}{S})=nRt_1;$

$$h=\frac{p_0+\frac{Mg}{S}}{Rt_1}Sh;\quad n_{max}=\frac{m}{\mu}=$$

$=\frac{9\ г}{18\ \frac{г}{моль}}=0{,}5$ моль воды; Предположим, что вся вода испарилась: $p_0+\frac{Mg}{S}=\frac{0{,}5\cdot8{,}3\cdot400}{10^{-2}\cdot0{,}83}=$

$=\frac{0{,}5\cdot4\cdot10^3}{10^{-2}}=2\cdot10^5\ Па<p_н$ – следовательно вся вода действительно испарилась. Тогда:

$$\frac{Mg}{S}=2\cdot10^5-10^5=10^5\ Па;\quad M=\frac{10^5\cdot10^{-2}}{10}=10^2=100\ кг?!$$

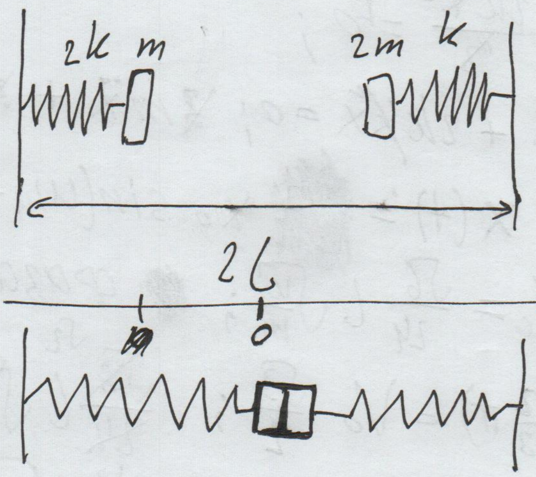
$$\frac{\sqrt{0{,}2}}{2}=\sqrt{\frac{0{,}2}{4}}=\sqrt{0{,}05}=\frac{\sqrt5}{10};$$

$$\frac{10\sqrt{0{,}2}}{20}=\frac{\sqrt{20}}{20}=\frac{2\sqrt5}{20}=\frac{\sqrt5}{10}$$

Черновик

1.2.3
Дано: l
$2l$; $2k$;
m; k;
$2m$
$0{,}5l$
$A = 5$ см

$l = ?$



$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ $\frac{Н}{кг\cdot м} = \frac{кг\cdot м}{с^2\cdot кг\cdot м} = \frac{1}{c^2}$; $\frac{1}{c}$; До столкн:

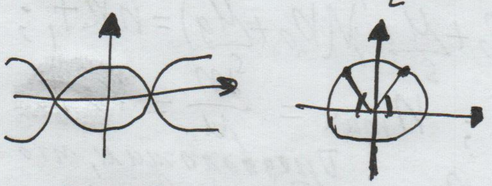
$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$; Для левой: $\omega_л = \sqrt{\frac{2k}{m}}$;

$x_л(t) = -\frac{1}{2}l\cos(\omega_л t)$; Для правой: $\omega_п = \sqrt{\frac{k}{2m}}$;

$x_п(t) = \frac{1}{2}l\cos(\omega_п t)$; в момент столкновения:

$-\frac{1}{2}l\cos(\omega_л t) = \frac{1}{2}l\cos(\omega_п t)$; $-\cos(\omega_л t) = \cos(\omega_п t)$

$\cos(\pi - \omega_л t) = \cos(\omega_п t)$



$\pi - \omega_л t = \omega_п t + 2\pi k$

$\pi = (\omega_л + \omega_п)t$;

См

$\omega_л > \omega_п \Rightarrow$ удар будет ближе к правой стороне;

$\omega_л t \in (\frac{\pi}{2}; \pi)$; $\omega_п t \in (0; \frac{\pi}{2})$; $\pi = \left(\sqrt{\frac{k}{m}}\frac{\sqrt{2}}{2} + \sqrt{\frac{k}{m}}\sqrt{2}\right)t$;

$\pi = \sqrt{\frac{k}{m}}\,t\,\frac{3\sqrt{2}}{2}$; $t = \frac{2\pi}{3\sqrt{2}}\sqrt{\frac{m}{k}}$; $V_л(t) = \frac{1}{2}l\omega_л\sin(\omega_л t)$

$V_п(t) = -\frac{1}{2}l\omega_п\sin(\omega_п t)$; $t = 2\pi\sqrt{\frac{m}{18k}} = \pi\sqrt{\frac{2m}{9k}} = \pi\sqrt{\frac{m}{k}}\frac{\sqrt{2}}{3}$

$\sin(\omega_л t) = \sin\left(\sqrt{\frac{2k}{m}}\sqrt{\frac{2m}{9k}}\pi\right) = \sin\left(\frac{2}{3}\pi\right) = \boxed{\frac{\sqrt{3}}{2}}$; $V_{лс} = \frac{1}{2}l\sqrt{\frac{2k}{m}}\frac{\sqrt{3}}{2}$; $V_{пс} = -\frac{1}{2}l\sqrt{\frac{k}{2m}}\frac{\sqrt{3}}{2}$;

По ЗСИ: $mV_{лс} + 2V_{пс}m = 3mV_к$; $V_к = \frac{V_{лс} + 2V_{пс}}{3} =$

$= \frac{\frac{1}{2}l\sqrt{\frac{k}{m}}\frac{\sqrt{6}}{2} - \frac{1}{2}l\sqrt{\frac{k}{m}}\frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{2}}}{3} = \frac{1}{6}l\sqrt{\frac{k}{m}}\left(\frac{\sqrt{6}}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{2}}\right) = \frac{1}{6}l\sqrt{\frac{k}{m}}\left(\frac{\sqrt{6}}{2} - \frac{\sqrt{6}}{4}\right) =$

$= \boxed{\frac{\sqrt{6}}{24}l\sqrt{\frac{k}{m}}}$; $\frac{\sqrt{6}}{4}$