



46-88-86-95
(49.7)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Белова Марка Андреевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

выдан 1 дополнительного листа

выдан 1 дополнительного листа

Дата
«05» марта 2023 года

Подпись участника

Чистовик

Задача 4.5.2

Пусть f - расстояние от изображения до линзы, а d - расстояние от предмета до линзы. Тогда $L = d + f$. $\Gamma = \frac{f}{d}$ и $\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = D$ по уравнению тонкой линзы.

$$\begin{cases} \frac{1}{f} + \frac{1}{d} = D \\ \Gamma = \frac{f}{d} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{f+d}{fd} = D \\ f = \Gamma \cdot d \end{cases} \Rightarrow \frac{\Gamma \cdot d + d}{\Gamma d^2} = D$$

$$\frac{\Gamma + 1}{\Gamma d} = D \Rightarrow d = \frac{\Gamma + 1}{\Gamma D}$$

По усл., $\Gamma = 3$ и $D = 6 \text{ дптр} = 6 \text{ м}^{-1} \Rightarrow$

$$d = \frac{3+1}{3 \cdot 6} = \frac{4}{18} = \frac{2}{9} \text{ м}$$

$$f = \Gamma \cdot d = 3 \cdot \frac{2}{9} = \frac{2}{3} \text{ м}$$

$$L = f + d = \frac{2}{9} + \frac{2}{3} = \frac{2}{9} + \frac{6}{9} = \frac{8}{9} \text{ м} \approx 0,89 \text{ м}$$

Ответ: $\frac{8}{9} \text{ м} \approx 0,89 \text{ м}$. \oplus

1	2	3	4	5
9	20	5	20	10

Остатки

Платон

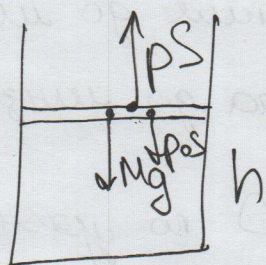
Машин

Годовник

10 (шестьдесят четыре)

Чистовик

Задача 2.9.2



Т.к. поршень находится в равновесии, $pS = Mg + p_0S \Rightarrow$

$$p = \frac{Mg}{S} + p_0 = \frac{100 \cdot 10}{10^{-4} \cdot 100} + 10^5 =$$

$$= 10^5 + 10^5 = 2 \cdot 10^5 \text{ Па, т.к. } p < p_{\text{н}} \text{ (по усл.,}$$

$p_{\text{н}} = 2,5 \cdot 10^5 \text{ Па}), \text{ пар не насыщен и все вода превратилась в пар.}$

По уравнению Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \nu R T \Rightarrow \nu = \frac{pV}{RT}$$

$$m = \nu \cdot M = \frac{pV M}{RT} = \frac{\left(\frac{Mg}{S} + p_0\right) \cdot h \cdot S \cdot M}{RT} =$$

$$= \frac{(Mg + p_0 S) \cdot h \cdot M}{RT}$$

По условию, $M = 100 \text{ кг}$, $g = 10 \text{ м/с}^2$, $p_0 = 10^5 \text{ Па}$,
 $S = 100 \text{ см}^2 = 10^{-2} \text{ м}^2$, $h = 0,83 \text{ м}$, $M = 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$,

$R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$, $T = 127^\circ \text{C} = 400 \text{ К}$, тогда

$$m = \frac{(10^5 \cdot 100 + 10^5 \cdot 10^{-2}) \cdot 0,83 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8,3 \cdot 400} =$$

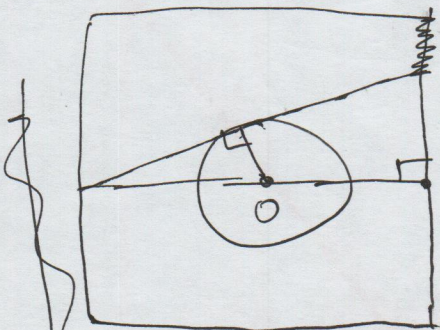
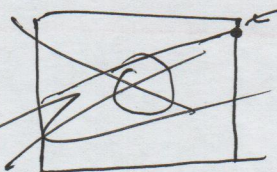
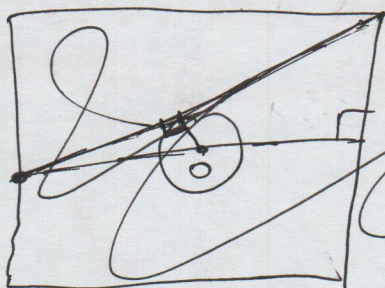
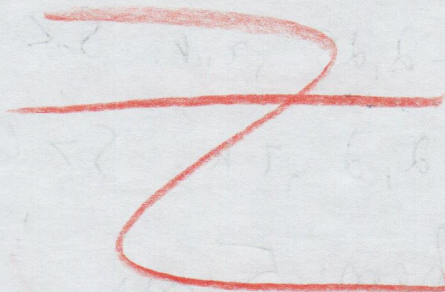
46-88-86-95
(49.7)

Чистовик

$$= \frac{2000 \cdot 18}{4000} \cdot 10^{-3} = \frac{18}{2} \cdot 10^{-3} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 9 \text{ нм}$$

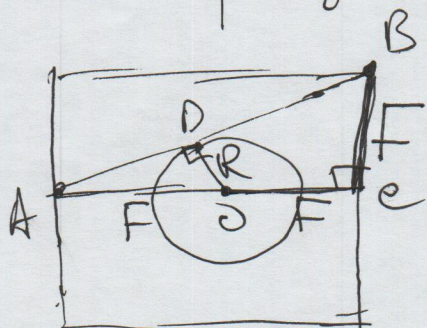
Ответ: 9 нм

Задача 5.3.2



Если касательная к окружности (к изогнутой) будет проходить ~~через~~ не через уша квадрата, то часть квадрата не

Хотим ли?
будет излучать свет. Соотв., необходимо, чтобы эта касательная попадала в угол или проходила через верхнюю линию.



~~Из рисунка~~ На рисунке два подобных треугольника, потому что $\triangle ABC \sim \triangle ADO$, так как $\angle ADO = \angle BCA = 90^\circ$ и $\angle BAC$ - общий

~~$$\frac{AD}{DO} = \frac{BC}{AC} = \frac{F}{2F} = \frac{1}{2} \Rightarrow AD = 2DO$$~~

$$\frac{AD}{DO} = \frac{AC}{BC} = \frac{2F}{F} = 2 \Rightarrow AD = 2DO = 2R \Rightarrow AO = \sqrt{R^2 + R^2} = \sqrt{2}R = F$$

Чистовик

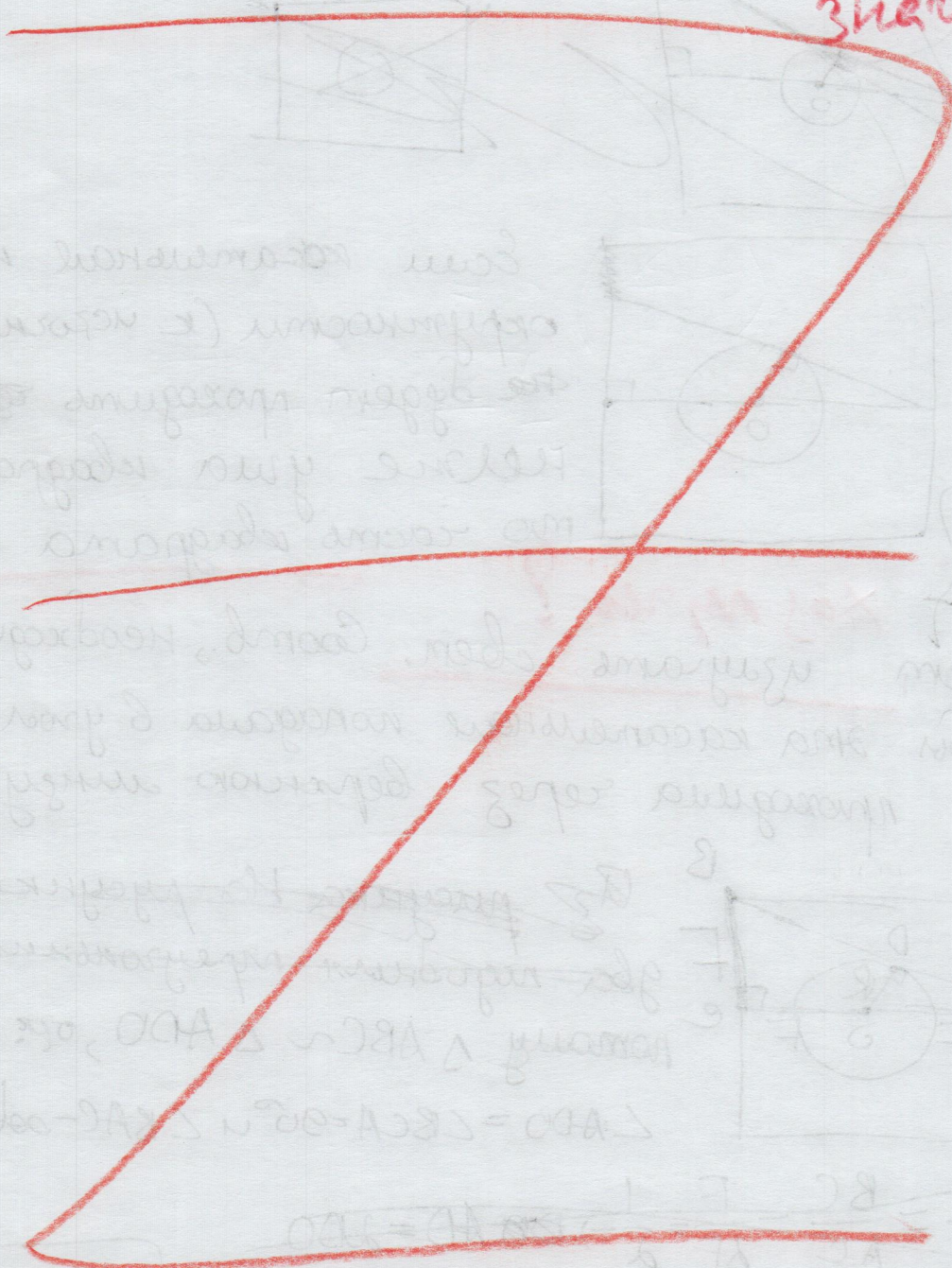
$$F = \sqrt{S} R \approx 2,25 \cdot 2,2 = 4,95 \approx 5 \text{ см}$$

$$\sqrt{S} < 2,25, \text{ т.к. } S < 5,0625 = 2,25^2$$

$$\sqrt{S} > 2,2, \text{ т.к. } S > 4,84 \Rightarrow \sqrt{S} \approx 2,2$$

Ответ: 5 см.

Только при этом значении!

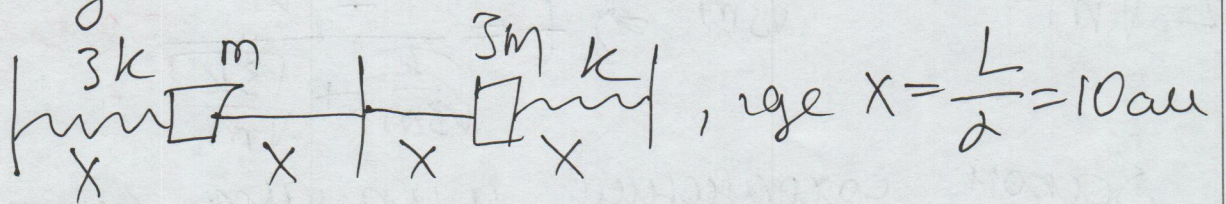


Чистовое

$$\begin{aligned}
 & \text{При } d = \frac{\pi}{2}, u = \sqrt{v^2 + \frac{2\omega a q E r}{m} - 2gr} = \\
 & = \sqrt{2gr + \frac{qER\omega^2}{m} + \frac{2\omega a q E r}{m} - 2gr} = \\
 & = \sqrt{2g(R-r) + \frac{qE\omega^2}{m}(R-2r)} = \\
 & = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0,75 + \frac{10^{-6} \cdot 10^3 \omega^2}{10^{-2}} \cdot 0,5} = \\
 & = \sqrt{15 + 0,05\omega^2} \approx \sqrt{15} \text{ м/с} \approx 4 \text{ м/с}
 \end{aligned}$$

Ответ: $\sqrt{15 + 0,05\omega^2} \text{ м/с} \approx 4 \text{ м/с}$

Задача 1.2.2



По 3CT go yгара: $\frac{kx^2}{2} + \frac{3kx^2}{2} =$

$$= \frac{3kx_1^2}{2} + \frac{kx_2^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2} + \frac{3mv_2^2}{2}$$

- 1 +
- 2 +
- 3 +
- 4 -
- 5 ~
- 6 -

Т.к. движение задается уравнением ^{чистовик}
 $a = -\frac{k}{m}x$, то движение колебательное,
 потому, по оси y , введенной на рис.,
 с нулем в левой стенке:

$$y_1(t) = X \cos\left(\sqrt{\frac{3k}{m}}t\right) + 2x$$

$$y_2(t) = X \cos\left(\sqrt{\frac{k}{3m}}t\right) + 2x$$

При столкновении, $y_1 = y_2$, откуда

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

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

$$\left[\begin{aligned} \sqrt{\frac{3k}{m}}t + \pi &= \sqrt{\frac{k}{3m}}t \Rightarrow t = \frac{\pi}{\sqrt{\frac{k}{3m}} - \sqrt{\frac{3k}{m}}} < 0 \\ \sqrt{\frac{3k}{m}}t + \pi &= -\sqrt{\frac{k}{3m}}t \Rightarrow t = \frac{-\pi}{\sqrt{\frac{k}{3m}} + \sqrt{\frac{3k}{m}}} \neq 0? \end{aligned} \right.$$

Закон сохранения импульса использовать нельзя, т.к. есть внешняя сила упругости?

$W = \frac{kl_1^2}{2} + \frac{kl_2^2}{2}$, если после того, как грузы сцепились, они не двигались

Чистовик

$$\begin{array}{c}
 l_1 \quad \quad \quad l_2 \\
 3k \quad 4m \quad k \\
 \left(\begin{array}{c} \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \end{array} \right) \\
 3k(l_1 - L) \quad k(l_2 - L)
 \end{array}$$

По второму закону Ньютона,

 ~~$kx - 3kx = ma$~~

~~$-2kx = ma \rightarrow a = -\frac{2k}{m}x$, то есть~~
 пока пока, как грузы соединены

$$k(l_2 - L) - 3k(l_1 - L) = ma$$

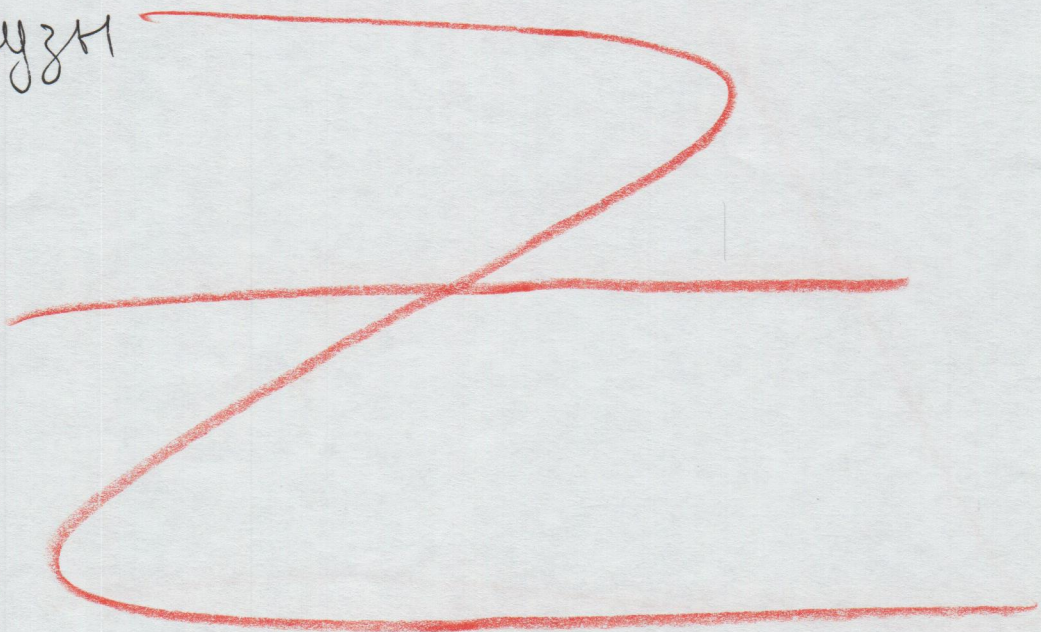
$$kl_2 - kL - 3kl_1 + 3kL = ma$$

$$k(l_2 - 3l_1) + 2kL = ma$$

$$k(l_2 - 3l_1 + 2L) = ma$$

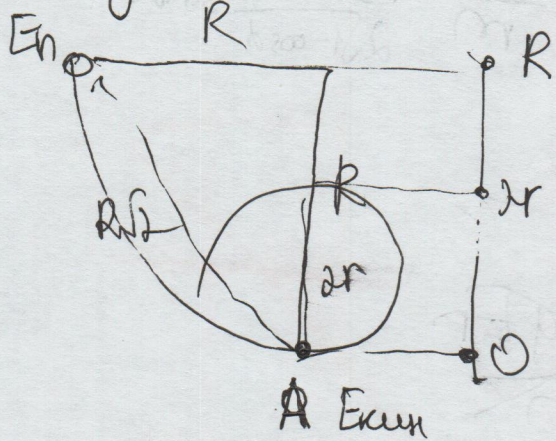
$$a = -\frac{k}{m}(3l_1 - l_2 - 2L), \text{ то есть}$$

грузы



Чистовак

Задача 3.9.2

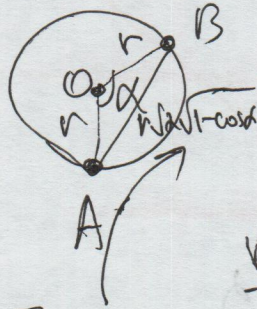


Найдем скорость в нижней точке дуги. По закону сохранения энергии, $E_n = E_{кин} - A_{э}$, то есть

$$mgR = \frac{mv^2}{2} - qER\sqrt{2}$$

$$v^2 = 2gR + \frac{q}{m}ER\sqrt{2}$$

Найдем энергию в точке B, где точка B - любая точка на окружности и $\angle AOB = \alpha$



$$\frac{mv^2}{2} = mg(r - r\cos\alpha) + \frac{mv^2}{2} - qEr\sqrt{2} \cdot \sqrt{1 - \cos\alpha}$$

по теореме косинусов

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + qEr\sqrt{2}\sqrt{1 - \cos\alpha} - mgr(1 - \cos\alpha)$$

$$U = \sqrt{v^2 + \frac{2qEr\sqrt{2}\sqrt{1 - \cos\alpha}}{m}} - mgr(1 - \cos\alpha)$$

Найдем $\frac{dU}{d\alpha} = 0$ по α , Чистовик

$$U' = \frac{1}{2\sqrt{v^2 + \dots + 2gr(1-\cos\alpha)}} \cdot \left(\frac{2\sqrt{2}qEr}{m} \cdot \frac{1}{2\sqrt{1-\cos\alpha}} \sin\alpha + 2gr \cdot (-\sin\alpha) \right) = 0$$

~~$$U' = \frac{1}{2u} \cdot \sin\alpha \cdot \left(\frac{2\sqrt{2}qEr}{2m} \right)$$~~

$$U' = \frac{1}{2u} \cdot \sin\alpha \cdot \left(\frac{\sqrt{2}qEr}{m\sqrt{1-\cos\alpha}} - 2gr \right) = 0$$

$\sin\alpha = 0 \Rightarrow \alpha = 0$ — нижняя точка, где скорость максимальна

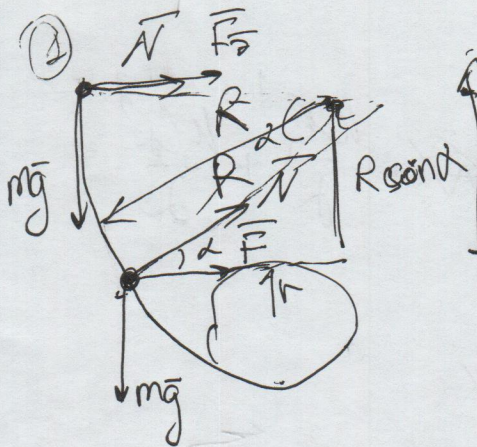
$$\frac{\sqrt{2}qEr}{m\sqrt{1-\cos\alpha}} - 2gr = 0$$

$$\sqrt{2}qE - 2mg\sqrt{1-\cos\alpha} = 0$$

$$1 - \cos\alpha = \left(\frac{\sqrt{2}qE}{2mg} \right)^2 = \frac{(qE)^2}{2(mg)^2}, \text{ откуда}$$

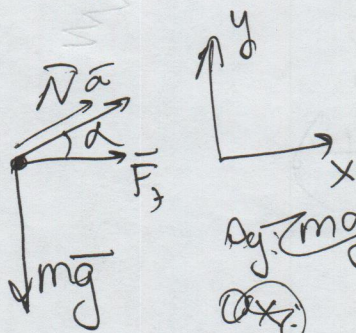
$$\cos\alpha = 1 - \frac{(qE)^2}{2(mg)^2} = 1 - \frac{(10^{-6} \cdot 10^3)^2}{2 \cdot (10^{-2} \cdot 10)^2} =$$

$$= 1 - \frac{10^{-6}}{2 \cdot 10^{-2}} = 1 - \frac{10^{-4}}{2} \approx 1 \Rightarrow \alpha \approx \frac{\pi}{2}, \text{ то есть}$$



$$\sqrt{R^2 + R^2 - 2R^2 \cos \alpha} = 2R \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$= R \sqrt{2} \sqrt{1 - \cos \alpha}$$



$$O_y: mg - N \sin \alpha = m a \sin \alpha$$

$$O_x: qE + N \cos \alpha = m a \cos \alpha$$

$$\alpha \in [0; \frac{\pi}{2}]$$

$$mgR = mg(R - R \sin \alpha) + \frac{mv^2}{2} - qER \sqrt{2} \sqrt{1 - \cos \alpha}$$

$$\frac{mv^2}{2} - mgR \sin \alpha - qER \sqrt{2} \sqrt{1 - \cos \alpha} = 0$$

$$v^2 = \frac{(mgR \sin \alpha + qER \sqrt{2} \sqrt{1 - \cos \alpha}) \cdot 2}{m}$$

$$= 2gR \sin \alpha + \frac{2qE}{m} ER \sqrt{2} \sqrt{1 - \cos \alpha}$$

$$v = \sqrt{R \left(2g \sin \alpha + \frac{2qE}{m} \sqrt{2} \sqrt{1 - \cos \alpha} \right)}$$

$$\frac{v'}{dx} = \sqrt{R} \left(\frac{2g \cos \alpha + \frac{2qE}{m} \sqrt{2} \sqrt{1 - \cos \alpha}}{\sqrt{2g \sin \alpha + \frac{2qE}{m} \sqrt{2} \sqrt{1 - \cos \alpha}}} \right) \cdot (2g \cos \alpha)$$

Черновик

$$\frac{kx^2}{2} + \frac{3kx^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{3mv_2^2}{2} + \cancel{W} + \frac{kx_1^2}{2} + \frac{kx_2^2}{2}$$

$$\cancel{v_1} = \cancel{3v_2} \quad \cancel{\cos \phi}$$

$$y_1(t) = -x \cos\left(\sqrt{\frac{3k}{m}} t\right) + dx$$

$$y_2(t) = x \cos\left(\sqrt{\frac{3k}{3m}} t\right) + dx$$

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

$$-\cos(\alpha) = \cos(\pi + \alpha)$$

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

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

$$\sqrt{\frac{3k}{m}} t + \pi = -\sqrt{\frac{k}{3m}} t$$

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

$$t = \frac{-\pi}{\sqrt{\frac{3k}{m}} + \sqrt{\frac{k}{3m}}}$$

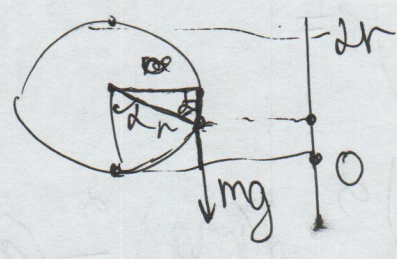
46-88-86-95
(49.7)

$mgR = mg(R - r \sin \alpha) + \frac{mv^2}{2} - qER\sqrt{2}$ Черновик

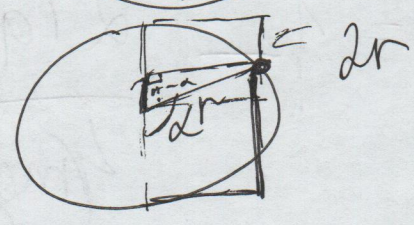
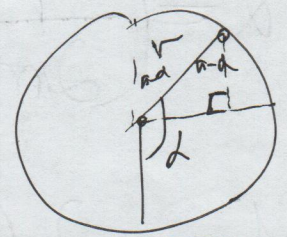
$\frac{mv^2}{2} = mgR + qER\sqrt{2}$

$v = \sqrt{2gR + \frac{2qER\sqrt{2}}{m}} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 1 + \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot \sqrt{2}}{9 \cdot 10^{-21} \cdot 2}} =$

$= \sqrt{20 + 0,122} \approx \sqrt{20,3} \approx 4,5 \text{ м/с}$

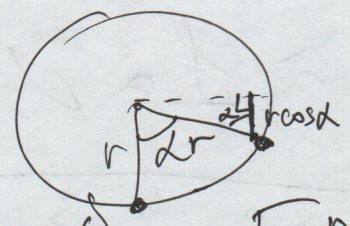


$2r - r \sin \alpha$



~~$2r = r + r \cos \alpha = r + r \cos \alpha$~~

$r - r \cos \alpha$



$\frac{mv^2}{2} = mg(r - r \cos \alpha) - qE r \sqrt{2} \sqrt{1 - \cos \alpha} + \frac{mv^2}{2}$

$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + qE r \sqrt{2} \sqrt{1 - \cos \alpha} - mg(r - r \cos \alpha)$

$U = \sqrt{V^2 + \frac{2 \Delta q E r \sqrt{1 - \cos \alpha}}{m} - 2g(r - r \cos \alpha)}$

$$U = \frac{1}{2m} \cdot \left(\frac{2qEr}{m} \cdot \frac{\sin \alpha}{2\sqrt{1-\cos \alpha}} + 2gr \sin \alpha \right) = 0$$

$$\sin \alpha \left(\frac{\sqrt{2}qEr}{m\sqrt{1-\cos \alpha}} - 2gr \right) = 0$$

$$\sqrt{2}qEr - 2grm\sqrt{1-\cos \alpha} = 0$$

$$1 - \cos \alpha = \left(\frac{\sqrt{2}qEr}{2mg} \right)^2 =$$

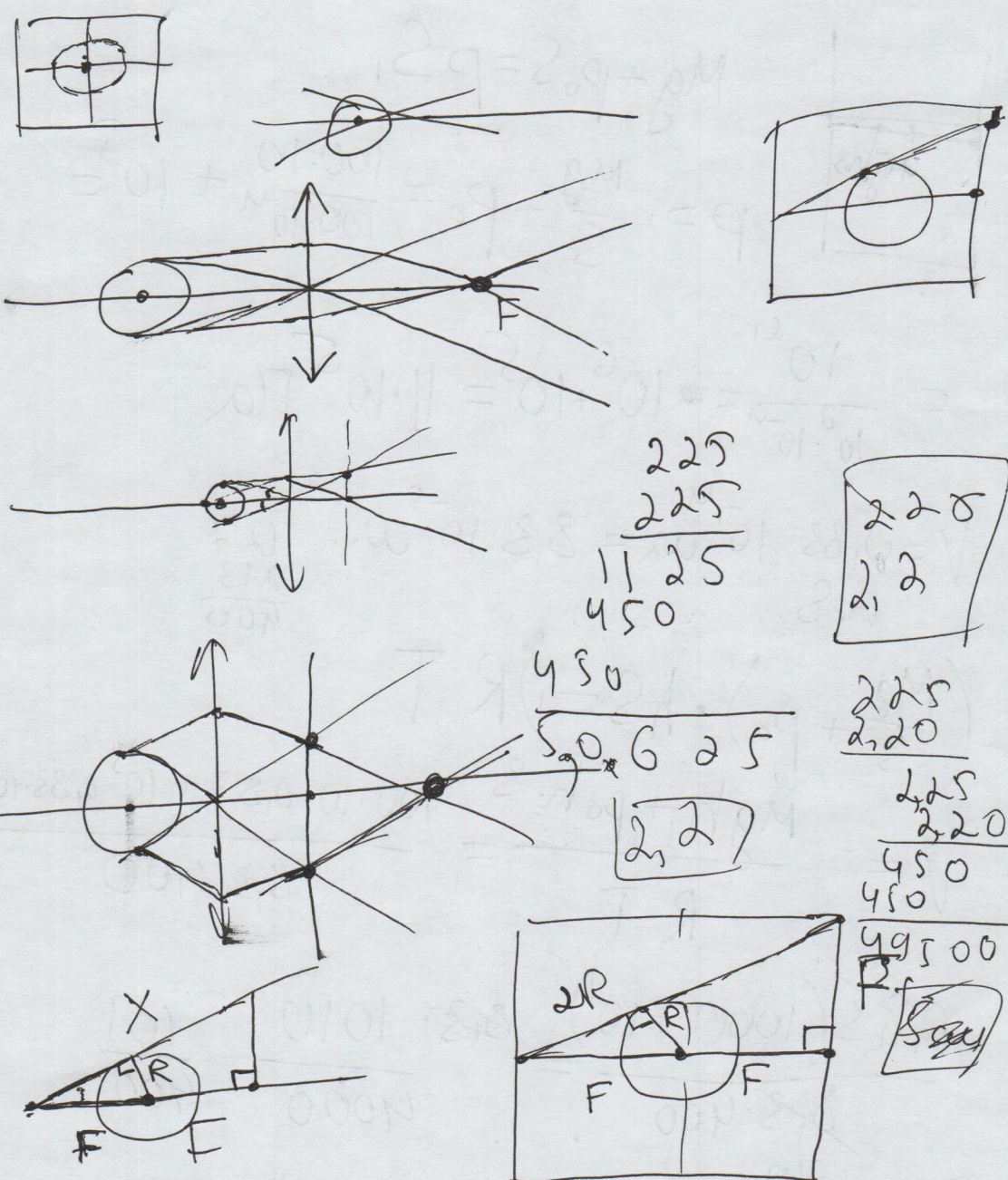
$$\cos \alpha = 1 - \frac{2(qE)^2}{4(mg)^2} = \frac{2(mg)^2 - (qE)^2}{2(mg)^2}$$

$$= \frac{2 \cdot 0,01 - 10^{-6}}{2 \cdot 0,01} \approx 1 \approx \alpha = \frac{\pi}{2}$$

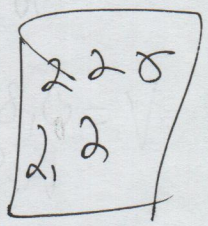
$$U = \sqrt{20,3 + \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 10^3 \cdot 0,25}{10^{-2}} - 2 \cdot 10 \cdot 0,25} =$$

$$= \sqrt{20,3 + 0,05\sqrt{2} - 5} \approx \sqrt{15} \text{ м/с}$$

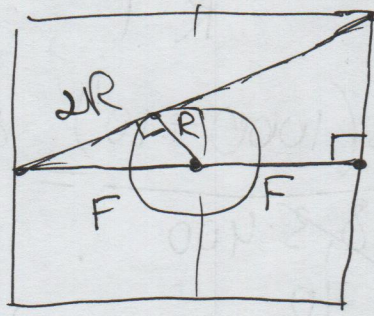
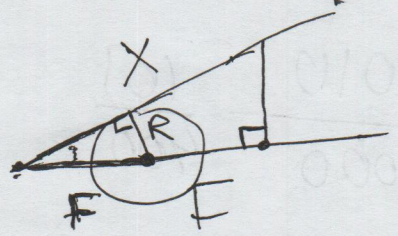
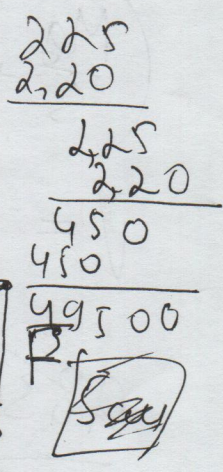
Чертовик



$$\begin{array}{r} 225 \\ 225 \\ \hline 450 \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 450 \\ \hline 50 \cdot 625 \\ \hline 225 \end{array}$$



$$\frac{F}{x} = \frac{R}{\sqrt{x^2 + 4R^2}}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{2} = \frac{R}{x} \Rightarrow$$

$$F^2 (x^2 + 4R^2) = R^2 x^2$$

$$F^2 x^2 +$$

$$\Rightarrow x = 2R$$

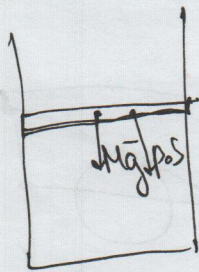
$$F = \sqrt{5}R$$

$$\begin{array}{r} 22 \\ 22 \\ \hline 44 \\ 44 \\ \hline 88 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 22 \\ 22 \\ \hline 44 \\ 44 \\ \hline 88 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2,3 \\ 2,3 \\ \hline 4,6 \\ 4,6 \\ \hline 9,2 \end{array}$$

Черновик



$$Mg + p_0 S = p S$$

$$p = \frac{Mg}{S} + p_0 = \frac{100 \cdot 10}{100 \cdot 10^{-4}} + 10^5 =$$

$$= \frac{10^4}{10^2 \cdot 10^{-4}} = 10^6 + 10^5 = 11 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$V = \frac{Mg}{h S} = 8,3 \cdot 10^{-5} \text{ м} \quad \begin{array}{r} 127 \\ 273 \\ \hline 400 \end{array}$$

$$\left(\frac{Mg}{S} + p_0 \right) \cdot h S = \nu R T$$

$$\nu = \frac{Mgh + p_0 h S}{R T} = \frac{100 \cdot 10 \cdot 0,83 + 10^5 \cdot 0,83 \cdot 10^{-4}}{8,3 \cdot 400}$$

$$\frac{0,83(1000 + 10)}{8,3 \cdot 400} = \frac{8,3 \cdot 1010}{4000} = \frac{101}{400}$$

$$0,83(100 \cdot 10 + 10 \cdot 10^5) \text{ Па} \cdot \text{м} \quad \begin{array}{l} 1 \text{ м} \\ 0,1 \text{ м} \\ \hline 10 \text{ см} \\ 0,1 \text{ м} \end{array}$$

$$\left(\frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10} \right) \text{ м}^2 = \frac{1}{100} \text{ м}^2 = 100 \text{ см}^2 = 10^{-2} \text{ м}^2$$

$$2 \cdot 10^5 \cdot 8,3 \cdot 10^{-5} = \nu \cdot 8,3 \cdot 400 \quad \nu = \frac{m}{M} \\ \nu = \frac{1}{200} \text{ моль} \quad 18 \cdot \frac{1}{200} = \frac{9}{100} = 0,09$$

Чертовик

$$\frac{4mu^2}{2} + \frac{kl_1^2}{2} + \frac{kl_2^2}{2} = W$$

$$l_1 + l_2 = 2L$$

$$V_1 - 3V_2 = 4u$$

$$m(v_1^2 + 3v_2^2 - 4u^2) = 4kx^2 - 2W$$

$$2u^2 + \frac{k}{m} \cdot \frac{l_1^2}{2} + \frac{k}{m} \cdot \frac{l_2^2}{2} = \frac{W}{m} \cdot \frac{1}{m} (4kx^2 - 2W)$$

$$2u^2 = \frac{1}{m} \left(W - \left(\frac{kl_1^2}{2} + \frac{kl_2^2}{2} \right) \right) =$$

$$= \frac{1}{m} \left(W - \frac{k(l_1^2 + l_2^2)}{2} \right)$$

$$\frac{kx^2}{2} + \frac{3kx^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{3mv_2^2}{2} + \frac{kl_1^2}{2} + \frac{3kl_2^2}{2}$$

$$V_1 - 3V_2 = 4u$$

$$\frac{4mu^2}{2} + \frac{kl_1^2}{2} + \frac{3kl_2^2}{2} = W$$

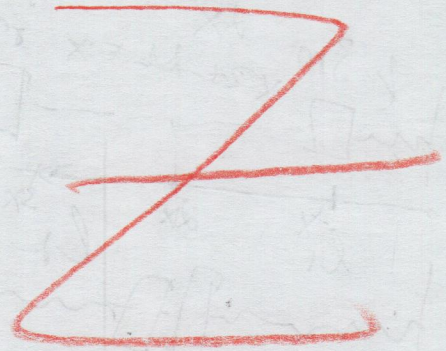
$$l_1 + l_2 = 4x \rightarrow l_1^2 + l_2^2 = 16x^2 - 2l_1l_2$$

$$4kx^2 = m \left(v_1^2 + 3v_2^2 + \frac{2W}{m} - 4u^2 \right)$$

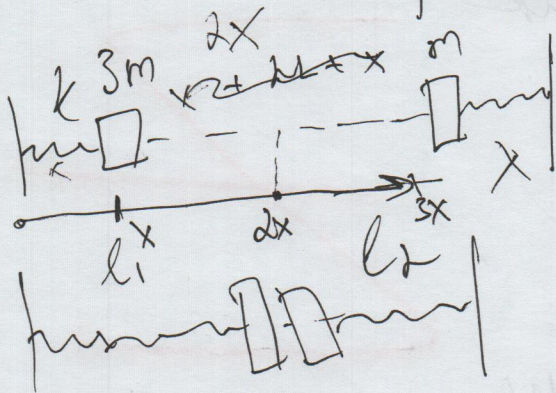
$$u^2 = \frac{v_1^2 + 9v_2^2 - 6v_1v_2}{16}$$

$$4kx^2 = m \left(v_1^2 + 3v_2^2 + \frac{2W}{m} - \frac{v_1^2 + 9v_2^2 - 6v_1v_2}{16} \right)$$

$$4kx^2 = m \left(6v_1v_2 - 6v_2^2 + \frac{2W}{m} \right)$$



Черновик



$$x + C = x$$

$$3x + C = 3x$$

$$C = 4x$$

$$3x$$

$$\frac{kx^2}{2} + \frac{3kx^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{3mv_2^2}{2} + \frac{kl_1^2}{2} + \frac{kl_2^2}{2}$$

$$mv_1^2 - 3mv_2^2 = 4mu$$

$$l_1 + l_2 = 2L$$

~~$$\frac{4mu^2}{2} = W \Rightarrow 2mu = W$$~~

$$v_1^2 + 9v_2^2 - 6v_1v_2 = 16u^2$$

$$\frac{4mu^2}{2} + \frac{kl_1^2}{2} + \frac{kl_2^2}{2} = W$$

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

~~$$t = \frac{\pi + 2n\pi}{\sqrt{\frac{3k}{m}} + \sqrt{\frac{k}{3m}}}$$~~

~~$$\frac{kx^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2} + \frac{3mv_2^2}{2} - 2mu = 2kx - W$$~~

$$mv_1^2 + 3mv_2^2 - 4mu = kx^2 - 2W$$

$$y_1(t) = -x \cos\left(\sqrt{\frac{3k}{m}}t\right) \neq dx \quad x^2 =$$

$$y_2(t) = x \cos\left(\sqrt{\frac{k}{3m}}t\right) + 2x$$

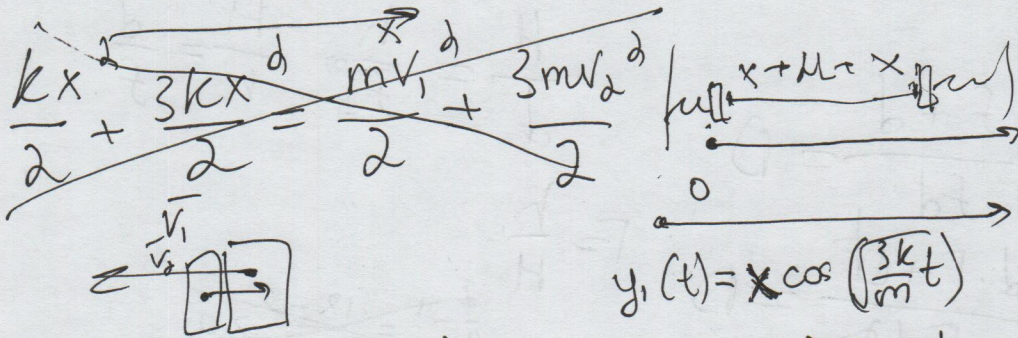
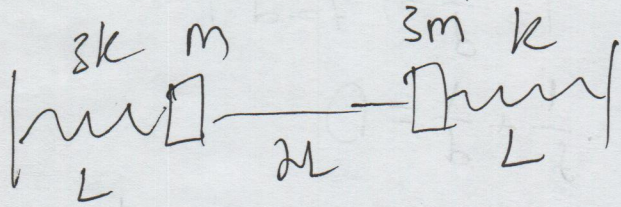
~~$$-x \cos\left(\sqrt{\frac{3k}{m}}t\right) + dx = x \cos\left(\sqrt{\frac{k}{3m}}t\right) + 2x$$~~

$$\cos\left(\sqrt{\frac{3k}{m}}t\right) + \cos\left(\sqrt{\frac{k}{3m}}t\right) = 0$$

$$2 \cos\left(\frac{\sqrt{\frac{3k}{m}}t + \sqrt{\frac{k}{3m}}t}{2}\right) \cos\left(\frac{\sqrt{\frac{3k}{m}}t - \sqrt{\frac{k}{3m}}t}{2}\right) = 0$$

Черновик

L, x, W_{max}



$$mV_1 = 3mV_2 = 4mu \rightarrow V_1 = 3V_2 = 4u$$

$$\frac{4mu^2}{2} = W \rightarrow 2mu^2 = W \rightarrow u = \frac{W}{2m}$$

$$4kx = m(V_1^2 + 3V_2^2)$$

$$V_1^2 + 3V_2^2 = \frac{4kx^2}{m}$$

$$V_1^2 + 9V_2^2 - 6V_1V_2 = 16u^2 = \frac{8W}{m}$$

$$m \cdot da = k \cdot dx$$

$$da = \frac{k}{m} \cdot dx$$

$$a = \frac{k}{m} \cdot \frac{x^2}{2} = \frac{kx^2}{2m}$$

$$\frac{H}{m} \cdot \frac{m^2}{k} = \frac{H \cdot m}{k}$$

$$= \frac{\frac{H \cdot m}{c \cdot m}}{k} = \frac{m^2}{c^2}$$

$$y_1(t) = X \cos\left(\sqrt{\frac{3k}{m}} t\right)$$

$$y_2(t) = X \cos\left(\sqrt{\frac{k}{3m}} t\right) + 2L$$

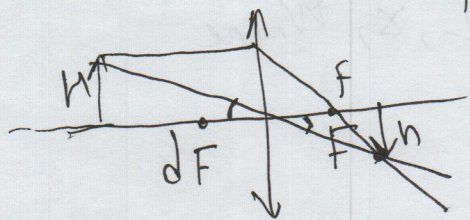
$$ma = -kx$$

$$a + \frac{k}{m}x = 0$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$y(t) = A \cos(\omega t) = X \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}} t\right)$$

Черновик



$$\Gamma = \frac{f}{d} \Rightarrow f = d \cdot \Gamma$$

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

$$\frac{f + d}{fd} = D$$

$$\frac{H}{d} = \frac{h}{f} \Rightarrow \frac{H}{h} = \frac{d}{f}$$

$$\frac{d \cdot \Gamma + d}{\Gamma d^2} = D$$

$$\Gamma = \frac{h}{H}$$

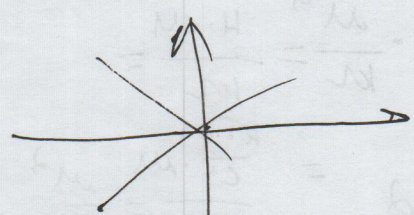
~~$$\frac{2}{9} - \frac{1}{6} = \frac{18-9}{54} = \frac{9}{54} = \frac{1}{6}$$~~

$$\frac{\Gamma + 1}{\Gamma d} = D$$

$$\Gamma + 1 = D \cdot \Gamma \cdot d$$

$$d = \frac{\Gamma + 1}{D \cdot \Gamma} = \frac{4}{6 \cdot 3} = \frac{4}{18} = \frac{2}{9} \text{ м}$$

$$f = d \cdot \Gamma = \frac{2}{9} \cdot 3 = \frac{2}{3} \text{ м} \quad F = \frac{1}{6} \text{ м}$$



$$\Gamma = \frac{d}{f} \Rightarrow d = \Gamma \cdot f$$

$$\frac{f + \Gamma \cdot f}{\Gamma f^2} = D$$

$$\frac{1 + \Gamma}{\Gamma f} = D \Rightarrow f = \frac{1 + \Gamma}{D}$$

