



58-08-19-68

(49.8)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

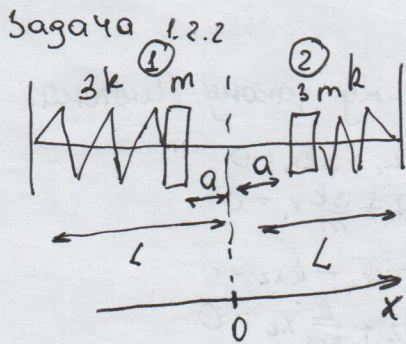
Азизова Александра Ашевicha
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

« 5 » марта 2023 года

Подпись участника

58-08-19-68
(49.8)



Чистовик Черковик
Dquo:
 $L=20\text{см}, a=10\text{см}, W=3\text{Дж}$
Решение. Найдем расстояние, на котором грузы столкнутся и их скорости в этот момент.
По 2-му закону Ньютона для груза ①:

По 2-му з. Ньютона для груза ②:

$$-3ma_2 = kx_2$$

$$3ma_2 + kx_2 = 0$$

$$a_2 = -\frac{k}{3m} x_2$$

$$\omega_2^2 = \frac{k}{3m} \quad \omega_2 = \sqrt{\frac{k}{3m}}$$

$$x_2(t) = A_2 \sin \omega_2 t + B_2 \cos \omega_2 t$$

$$x_2(0) = a = B_2 \cos(\omega_2 \cdot 0) = B_2$$

$$x_2'(t) = A_2 \omega_2 \cos \omega_2 t - B_2 \omega_2 \sin \omega_2 t$$

$$x_2'(0) = 0 = A_2 \omega_2 - 0 \Rightarrow A_2 = 0$$

$$x_2(t) = a \cos \omega_2 t$$

$$ma_1 = 3kx_1$$

$$a_1 + \frac{3k}{m} x_1 = 0$$

$$\omega_1^2 = \frac{3k}{m} \quad \omega_1 = \sqrt{\frac{3k}{m}}$$

$$x_1(t) = A \sin \omega t + B \cos \omega t$$

$$x_1(0) = -a = B$$

$$x_1'(t) = A \omega \cos \omega t + B \omega \sin \omega t$$

$$x_1'(0) = 0 = A \omega, -0 \Rightarrow A = 0$$

$$x_1(t) = -a \cos \omega_1 t$$

Грузы столкнутся при $x_1(t) = x_2(t)$

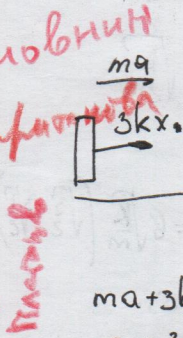
$$-a \cos \omega_1 t = a \cos \omega_2 t$$

$$\cos(\omega_1 t + \pi) = \cos \omega_2 t$$

$$\frac{1}{2} \cos(\omega_1 t + \pi) - \frac{1}{2} \cos \omega_2 t = 0$$

Грузы столкнутся в своих положениях равновесия, т.к. они находятся изначально в амплитудном, а по положениям равновесия

~~$x_1(t) = a \cos \omega_1 t$~~ $x_1(t) = -a \cos \sqrt{\frac{3k}{m}} t$ $x_2(t) = a \cos \omega_2 t$



$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad T_1 = \frac{2\pi}{\omega_1} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{3k}} < T_2 = \frac{2\pi}{\omega_2} = 2\pi \sqrt{\frac{3m}{k}}$$

$$\sqrt{\frac{3k}{m}} + \sqrt{\frac{k}{3m}} = \sqrt{\frac{k}{m}} \left(\sqrt{3} + \frac{1}{\sqrt{3}} \right)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \left(\frac{3+1}{\sqrt{3}} \right) = \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \frac{4}{\sqrt{3}}$$

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{k}{3m}}$$

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

$$\omega_1 t = \omega_2 t + \pi$$

$$\omega_1 t = -\omega_2 t + \pi$$

$$\omega_1 t - \omega_2 t = \pi$$

$$t_1 = \frac{\pi}{\omega_1 - \omega_2}$$

$$\omega_1 t + \omega_2 t = \pi$$

$$t_2 = \frac{\pi}{\omega_1 + \omega_2}$$

$$x = b \cos \omega t$$

$$x(0) = -b = b$$

$$x = -b \cos \omega t$$

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{3k}{m}}$$

$$x_1(t) = -b \cdot \cos \sqrt{\frac{3k}{m}} \cdot \pi \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} = \frac{3}{4} \pi$$

2 | 64 (шестьдесят четыре)
 5 | 5 (пять)
 4 | 20 (двадцать)
 3 | 10 (десять)
 1 | 20 (двадцать)
 Остаток

Цистервик

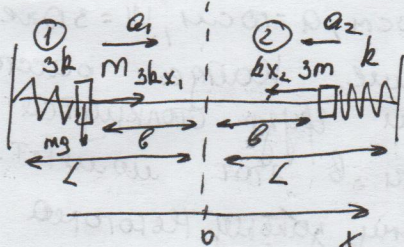
Задача 1.2.2

$L = 20 \text{ см}$

$b = 10 \text{ см}$

$W = 30 \text{ Дж}$

$3k = ?$



По 2-му закону Ньютона:

①: $ma_1 + 3kx_1 = 0$
 $a_1 + \frac{3k}{m}x_1 = 0$

②: $3ma_2 + kx_2 = 0$
 $a_2 + \frac{k}{3m}x_2 = 0$

$x_2(t) = A_2 \sin \omega_2 t + B_2 \cos \omega_2 t$

$x_2(0) = b = B_2$

$x_2'(0) = 0 = A_2 \omega \Rightarrow A_2 = 0$

$x_2(t) = b \cos \omega_2 t$

$x_1(t) = A_1 \sin \omega_1 t + B_1 \cos \omega_1 t$

$\omega_1 = \sqrt{\frac{3k}{m}}$ $x_1(0) = -b = B_1$

$x_1'(0) = 0 = A_1 \omega \Rightarrow A_1 = 0$

$x_1(t) = -b \cos \omega_1 t$

В момент столкновения: $x_1(t) = x_2(t)$

$x_1(t_1) = -b \cos \omega_1 t_1 = -b \cos \sqrt{\frac{3k}{m}} \cdot \frac{\pi}{\sqrt{\frac{3k}{m}} + \sqrt{\frac{k}{3m}}} =$

$= -b \cos \frac{\sqrt{3}\pi}{\sqrt{3} + \frac{1}{\sqrt{3}}} = -b \cos \pi \frac{\sqrt{3}}{4} = b \cos \pi \frac{3}{4} =$

$= b \cos \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2} b = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 10 \text{ см} = 5\sqrt{2} \text{ см}$

$v_1(t) = v_1'(t) =$ По 3-му об уменьшении кинетической энергии:

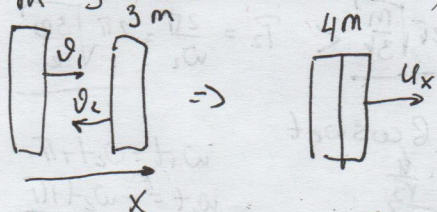
Аппроксимация $= \Delta E_k$. ① $\frac{3k b^2}{2} - \frac{3k}{2} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} b\right)^2 = \frac{m v_1^2}{2}$

$\frac{3k}{2} (b^2 - \frac{1}{2} b^2) = \frac{m v_1^2}{2}$; $m v_1^2 = 3k \frac{b^2}{2}$

$v_1^2 = \frac{k b^2}{2m}$ $v_1 = b \sqrt{\frac{3k}{2m}}$

②: $\frac{k b^2}{2} - \frac{k}{2} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} b\right)^2 = \frac{m v_2^2}{2}$ $k \frac{1}{2} b^2 = m v_2^2$; $v_2^2 = \frac{k b^2}{2m} \Rightarrow v_2 = b \sqrt{\frac{k}{2m}}$

По 3-му: (можно использовать тк удар мгновенно очень малое время)



$m v_1 - 3m v_2 = 4m u_x$

$u_x = \frac{v_1 - 3v_2}{4} = \frac{b \sqrt{\frac{3k}{2m}} - 3b \sqrt{\frac{k}{2m}}}{4} = b \sqrt{\frac{k}{m}} \left(\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{3}{2} \right)$

$= \frac{b}{2} \sqrt{\frac{k}{m}} (\sqrt{3} - 3) < 0, \Rightarrow$

и направлена влево

$W = \frac{4m u_x^2}{2} + \frac{k}{2} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} b\right)^2 + \frac{3k}{2} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} b\right)^2 = \frac{4m b^2 k (\sqrt{3}-3)^2}{2} + \frac{k}{2} \frac{1}{2} b^2$

$3k = 800 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$

$W = b^2 k (\sqrt{3}-3)^2 + \frac{k}{2} b^2$ $W = b^2 k \left((\sqrt{3}-3)^2 + \frac{1}{2} \right)$ $3k = \frac{3W (\sqrt{3}-3)^2}{b^2}$

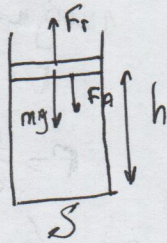
$b = \frac{W}{b^2 k \left((\sqrt{3}-3)^2 + \frac{1}{2} \right)}$ $b = \frac{300}{\frac{8}{9} + \frac{1}{2}} = \frac{300}{\frac{11}{9}} = \frac{4 \cdot 300}{11} = \frac{1200}{11} \approx 110 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ $3k = 330 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$ $3k \approx 800 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$

58-08-19-68
(49,8)

Чистовик

Задача 2.9.2.

- $S = 100 \text{ см}^2$
- $M = 100 \text{ кг}$
- $t_0 = 0^\circ \text{C}$
- $t = 127^\circ \text{C}$
- $p_H = 2,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$
- $p_0 = 10^5 \text{ Па}$
- $\mu = 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
- $R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$
- $q = 10 \text{ кДж/с}^2 \cdot \text{м} = 9,83 \text{ м}$
- $m = ?$



По 2-му 3-му Ньютона где порш-

на $F_A = F_A + Mg / S$
 $p_H = p_0 + \frac{Mg}{S}$
 $p_H = p_0 + \frac{Mg}{S} = 10^5 + \frac{100 \cdot 10}{100 \cdot 10^{-4}} =$
 $= 10^5 + 100 \cdot 10^5 = 2 \cdot 10^5 \text{ Па} < p_H \Rightarrow$
 \Rightarrow пар не насыщенный (вода полностью испарилась)

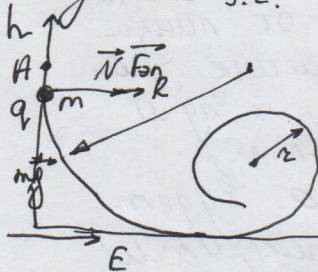
По 3-му Менделеева-Клапейрона для пара: $p_H V = \nu RT$; $p_0 S h = \nu RT$, $T = 127 + 273 = 400 \text{ К}$

$2 \cdot 10^5 \cdot 100 \cdot 10^{-4} \cdot 9,83 = \nu \cdot 8,3 \cdot 400$
 $2 \cdot 10^5 = \nu \cdot 4000 \Rightarrow \nu = \frac{2}{4} = \frac{1}{2} \text{ моль}$

Тогда масса воды $m = \mu \cdot \nu = 0,018 \cdot \frac{1}{2} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ кг} = 9 \text{ г}$

Ответ: $m = 9 \text{ г}$

Задача 3.9.2.



$R = 1 \text{ м}, z = 0,25 \text{ м}, m = 12, q = 10^{-6} \text{ Кл}, E = 10^3 \text{ В/м}$
 $\nu_{\text{min}} = ?; z \leq \frac{(qE + mg)R}{mg + \sqrt{qE^2 + mg^2}}$

На бусинку действуют 3 силы: mg, N и $F_{эл}$. Сила N работы не совершает, \Rightarrow энергия в этой системе сохраняется. По закону об изменении энергии:

$\Delta E_n + \Delta E_k = A_{F_{эл}}; mg(R-h) + \frac{mv^2}{2} = F_{эл} d$, где d - расстояние вдоль силовых линий которое прошла бусинка

$F_{эл} = qE; mg(R-h) + \frac{mv^2}{2} = qEd;$
 $\frac{mv^2}{2} = qEd - mg(R-h); mv^2 = 2(qEd - mg(R-h))$

$v^2 = \frac{2}{m} (qEd - mg(R-h)) \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2qEd}{m} - 2g(R-h)} =$

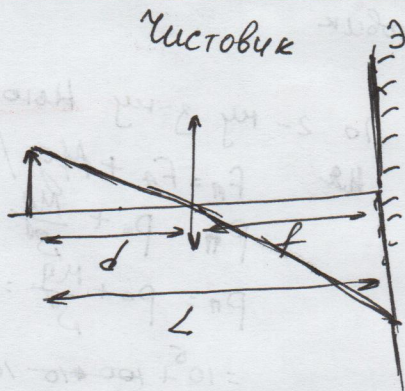
$= \sqrt{\frac{2qEd}{m} - 2gR + 2gh}$, где h - высота, на которой находится бусинка, d - расстояние

Чтобы скорость была минимальной, нужно минимизировать $\frac{2qEd}{m} + 2gh$. Пока бусинка движется по окр-ти радиуса R ее скорость только увеличивается. Значит миним. скорости будет при движении по окр-ти радиуса z . Уравнение окр-ти радиусом z в осях h, d : $z^2 = (d-R)^2 + (h-z)^2 \Rightarrow d = R + \sqrt{zhz - h^2}$

и приравняем к нулю, тем самым найдем z (высоту) на которой скорость была минимальна

Задача 4.5.2.

$D = 6 \text{ дптр}$
 $F = 3$
 $L = ?$



По формуле тонкой линзы:

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

$$F = \frac{f}{D} = 3; f = 3D$$

$$D = \frac{1}{d} + \frac{1}{3d}$$

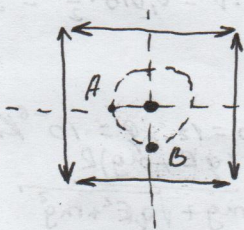
$$D = \frac{3}{3d} + \frac{1}{3d} = \frac{4}{3d}$$

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

Ответ: $L = \frac{8}{9} \text{ м}$

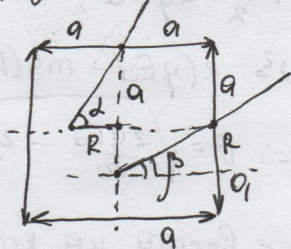
Задача 5.3.2

$R = 2,25 \text{ см}$
 $F = ?$



Все точки источника света, находящиеся на фокусном расстоянии от линзы дают изображение на бесконечности (т.е. их лучи выходят параллельно).

Тогда лучи светят во все пространство и излучают свет по всем направлениям, если лучи выходящие через точку А через верхнюю линзу будут параллельны лучам выходящим из точки В через правую линзу:



$$d = b; \text{tg} \alpha = \text{tg} \beta \Rightarrow \frac{a}{R} = \frac{R}{a}$$

$$R^2 = a^2 \Rightarrow R = a, \text{ т.е.}$$

Источник света должен касаться линз. Тогда $F = R = 2,25 \text{ см}$

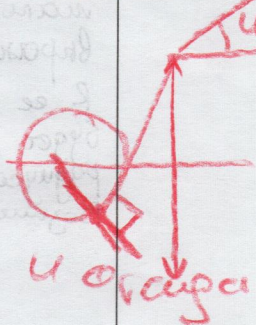
Ответ: $F = 2,25 \text{ см}$

5

Или вертикально

это илкий излучения

Верхний, излуч



Чертовик

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{3k}{m}}$$

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{k}{3m}}$$

$$t_1 = \frac{\pi}{\omega_1 + \omega_2}$$

$$t_2 = \frac{\pi}{\omega_1 - \omega_2}$$

~~cos \omega t~~

$$\cos \omega t = \cos \sqrt{\frac{3k}{m}} \cdot \frac{\sqrt{3}\pi}{4} \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$= \frac{3\pi}{4} = -\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot (-6) = \frac{\sqrt{2}}{2} b$$

$$t_2 = \frac{\pi}{\sqrt{\frac{3k}{m}} + \sqrt{\frac{k}{3m}}} = \frac{\pi}{\sqrt{\frac{k}{m}} \left(\sqrt{3} + \frac{1}{\sqrt{3}} \right)}$$

$$= \frac{\pi}{\sqrt{\frac{k}{m}} \left(\frac{4}{\sqrt{3}} \right)} = \frac{\sqrt{3}\pi}{4} \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\frac{3kb^2}{2} = \frac{3kb^2}{8} + \frac{mv_1^2}{2}$$

$$\left(\frac{3}{2} - \frac{3}{8} \right) kb^2 = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$\frac{9}{8} kb^2 = mv_1^2$$

$$v_1^2 = \frac{9}{8} \frac{kb^2}{m} = v_1 = \frac{3}{2} \sqrt{\frac{kb^2}{m}}$$

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

$$\frac{4m}{2} \cdot \frac{b^2 k (3-\sqrt{3})^2}{16} + kb^2 = W$$

$$kb^2 \left(\frac{b^2 k (3-\sqrt{3})^2}{16} + 1 \right) = W$$

$$k = \frac{W}{b^2}$$

$$k = \frac{W}{b^2 (3-\sqrt{3})^2}$$

$$\frac{kb^2}{2} - \frac{k}{2} \cdot \frac{1}{2} b^2 = \frac{mv_2^2}{2}$$

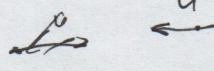
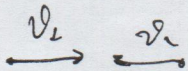
$$kb^2 - \frac{kb^2}{2} = mv_2^2$$

$$\frac{kb^2}{2} = mv_2^2$$

$$v_2^2 = \frac{kb^2}{2m}$$

$$v_2 = b \sqrt{\frac{k}{2m}}$$

$$k = \frac{W}{b^2} \cdot \frac{4^2}{6 - (3-\sqrt{3})^2}$$



$$= \frac{3}{91^2} \cdot \frac{4^2}{\left(\frac{3}{2}\right)^2 + 4^2}$$

$$\frac{4^2}{9+4^2} = \frac{4^2}{9+16} = \frac{4^2}{25} = \frac{16}{25}$$

$$300 \cdot \frac{64}{73} = 300 \cdot \frac{64}{73} = 257.26$$

$$\frac{4mu^2}{2} + \frac{k}{2} \left(\frac{1}{2} b^2 \right) + \frac{3k}{2} \left(\frac{1}{2} b^2 \right) = W$$

$$\frac{4m}{2} \cdot \frac{b^2 k (3-\sqrt{3})^2}{16} + \frac{k}{4} b^2 + \frac{3k}{4} b^2 = W$$

$$\frac{b^2 k (3-\sqrt{3})^2}{4} + kb^2 = W$$

$$k \left(\frac{b^2 (3-\sqrt{3})^2}{4} + kb^2 \right) = W$$

$$mv_1 - 3mv_2 = 4mu$$

$$v_1 - 3v_2 = 4u$$

$$b \sqrt{\frac{3k}{2m}} - 3b \sqrt{\frac{k}{2m}} = 4u$$

$$b \sqrt{\frac{k}{2m}} (3-3) = 4u$$

$$kb^2 \left(\left(\frac{3}{2} \right)^2 \frac{1}{4^2} + 1 \right) = W$$

$$\frac{9}{4} \cdot \frac{1}{4^2} = \frac{9}{64} + 1 = \frac{73}{64}$$

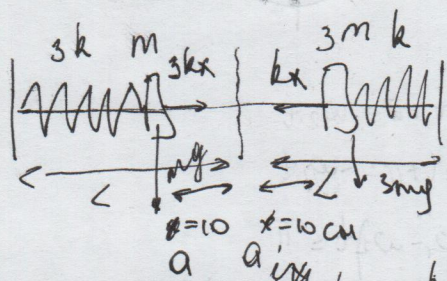
$$kb^2 \cdot \frac{73}{64} = W \Rightarrow kb^2 = \frac{64W}{73}$$

$$\frac{3 \cdot 3}{91^2} \cdot \frac{4^2}{4^2 + \left(\frac{3}{2}\right)^2} = \frac{300 \cdot 64}{4^2 + 9} = \frac{300 \cdot 64}{25} = \frac{300 \cdot 64}{25} = 768$$

$$\frac{64 \cdot 73}{0.8}$$

Черновик

$L = 20 \text{ см}$



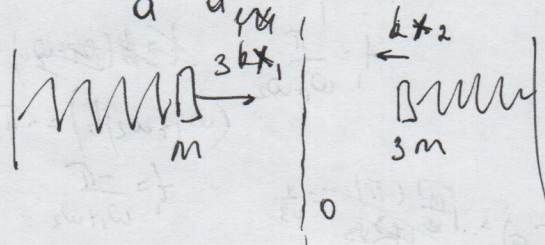
$W = 3\omega x$

$3kx = ma$

$kx = 3ma$

$a = \frac{3kx}{m}$

$a = \frac{kx}{3m}$



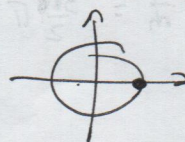
$kx_2 =$

$ma = -3kx_1$

$ma + 3kx_1 = 0; a_1 + \frac{3k}{m} x_1 = 0$

$\omega^2 = \frac{3k}{m}$

$x_1(t) = A \cos \omega t + b \sin \omega t$



$x(0) = a$

$a = A$

$x'(0) = 0$

$3ma = -kx_2$
 $a = -\frac{k}{3m} x_2$

$x_1(t) = -A \omega \sin \omega t + b \omega \cos \omega t$

$0 = b \omega \Rightarrow b = 0$

$x_1(t) = a \cos \omega_1 t$

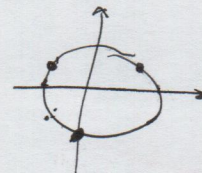
$x_2(t) = a \cos(\omega_2 t)$

$\omega_1 = \sqrt{\frac{3k}{m}}$

$\omega_2 = \sqrt{\frac{k}{3m}}$

$v_1(t) = -v_2(t)$

$a \cos \omega_1 t = -a \cos \omega_2 t$



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

$-\cos \omega t = \cos(\omega t + \pi)$

$\cos \omega_1 t = \cos \omega_2 t + \pi$

$\omega_1 t = \omega_2 t + \pi$

$t = \frac{\pi}{\omega_1 - \omega_2} = \frac{\pi}{\sqrt{\frac{3k}{m}} - \sqrt{\frac{k}{3m}}} = \frac{\pi}{\frac{\sqrt{k}}{m} (\sqrt{3} - \frac{1}{\sqrt{3}})}$

$x_1(t) = a \cos \frac{3}{2}\pi$

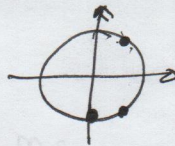
$(\omega_1 \cdot \omega_2) t = \pi$

$x_1(t) = a \cos \sqrt{\frac{3k}{m}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \pi \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{a}{2}$

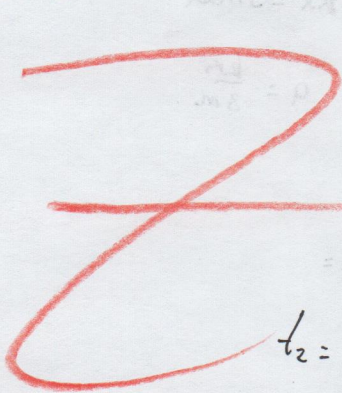
$= \frac{\pi}{\frac{\sqrt{k}}{m} \frac{3-1}{\sqrt{3}}} = \frac{\pi}{\frac{2}{\sqrt{3}}} \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

$$\cos \alpha - \cos \beta = 0$$

Черновик
 $\cos \alpha = \cos \beta$
 $\alpha = \beta$
 $\alpha = -\beta$



$$x(t) = -a \cos \omega_1 t$$



$$\omega_1 = \sqrt{\frac{3k}{m}}$$

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{k}{3m}}$$

$$\omega_1 t + \pi = \omega_2 t$$

$$\omega_1 t + \pi = -\omega_2 t$$

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

$$t = \frac{\pi}{\omega_1 - \omega_2}$$

$$(\omega_1 + \omega_2)t = -\pi$$

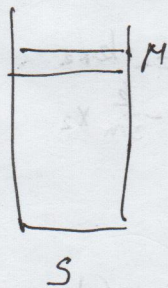
$$t = \frac{-\pi}{\omega_1 + \omega_2}$$

$$t_2 = \frac{-\pi}{\sqrt{\frac{k}{3m}} + \sqrt{\frac{3k}{m}}} = \frac{-\pi}{\sqrt{\frac{k}{m}}(\frac{1}{\sqrt{3}} + \sqrt{3})} = \frac{\sqrt{m}(-\pi)}{\sqrt{k}(\frac{1}{\sqrt{3}} + \sqrt{3})} = \frac{4\pi}{\sqrt{3}}$$

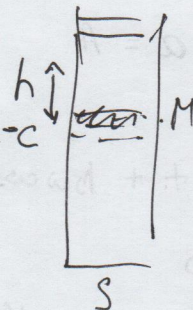
$$t_1 = \frac{-\pi}{\omega_1 + \omega_2} = \frac{-\pi}{\sqrt{\frac{3k}{m}} + \sqrt{\frac{k}{3m}}} = \frac{-\pi}{\sqrt{\frac{k}{m}}(\sqrt{3} + \frac{1}{\sqrt{3}})} = \frac{\pi}{\sqrt{3} - \frac{1}{\sqrt{3}}} \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{\pi}{\frac{2}{\sqrt{3}}} \sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{\sqrt{3}}{2} \pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

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

$$\cos = \omega_1 t_2 = \sqrt{\frac{3k}{m}} \cdot \frac{4\pi}{\sqrt{3}} \sqrt{\frac{m}{k}} = \sqrt{3} \cdot \frac{4\pi}{\sqrt{3}} = 4\pi$$



0°C => 127°C



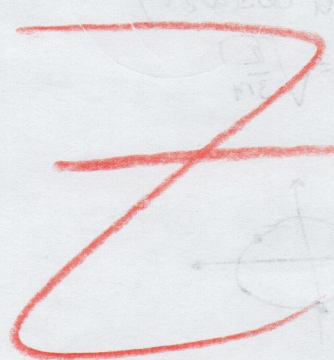
m?

$$p_1 = 2.5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$p_0 = 10^5 \text{ Pa}$$

$$\mu = 18 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mole}$$

$$R = 8.3 \quad g = 10 \frac{\text{m}}{\text{c}^2}$$



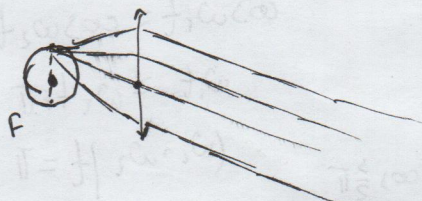
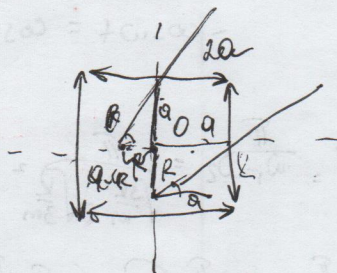
$$D = G \text{ сн/р} \quad \Gamma = 3$$

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

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

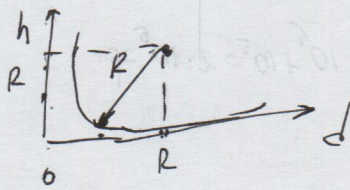
$$F = \frac{l}{d} = 3$$

$$f+d$$



Черновик

~~200~~



$$R^2 = (d-R)^2$$

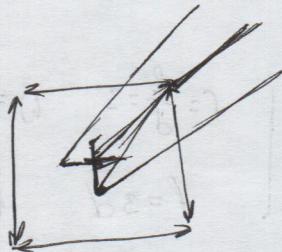
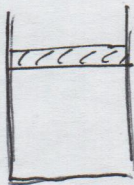
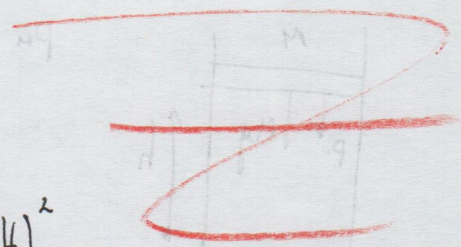
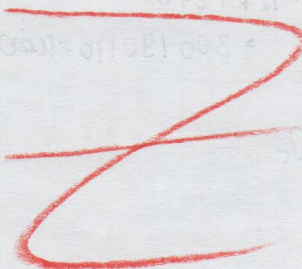
$$R^2 = (R-d)^2 + (R-h)^2$$

$$R^2 = R^2 - 2Rd + d^2 + h^2 - 2Rh + R^2$$

$$2Rd + 2Rh = d^2 + h^2$$

$$R^2 = R^2 - 2Rd + d^2 + h^2 - 2Rh + R^2$$

$$2Rd + 2Rh = R^2 + d^2 + h^2$$



$$Eqd \rightarrow 2gR$$

$$Eqd$$

$$r^2 = (d-R)^2 + (h-r)^2$$

$$r^2 = d^2 - 2Rd + R^2 + h^2 - 2hr + r^2$$

$$r^2 - (d-R)^2 = (h-r)^2$$

$$h-r = \sqrt{r^2 - (d-R)^2}$$

$$h = r + \sqrt{r^2 - (d-R)^2} = r + \sqrt{(r+d-R)(r-d+R)}$$

$$r^2 = (d-R)^2 + (h-r)^2$$

$$r^2 - (h-r)^2 = (d-R)^2$$

$$d = R + \sqrt{r^2 - (h-r)^2}$$

$$= R + \sqrt{r^2 - h^2 + 2hr + r^2}$$

$$= R + \sqrt{h(2r-h)}$$

$$= R + \sqrt{2hr - h^2}$$

$$= R + \sqrt{2hr - h^2}$$

$$\frac{2gE}{m} (\sqrt{2hr - h^2}) + 2g$$

$$\frac{2gE(-2h+2r)}{m \sqrt{2hr - h^2}} + 2g = 0$$

$$2g = \frac{2gE(2h+2r)}{m \sqrt{2hr - h^2}}$$

$$= \frac{2g \cdot m (2h+2r)}{qE \sqrt{2hr - h^2}}$$

$$\frac{2 \cdot 10 \cdot 10^3 \cdot 10^2}{300 \cdot 10^6} =$$

$$\frac{200}{3} = \frac{2h + 2 \cdot 0,25}{\sqrt{0,25h - h^2}}$$

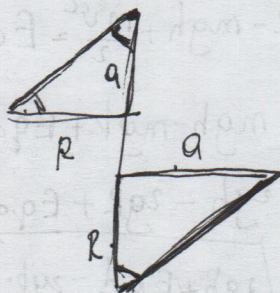
$$200 \sqrt{0,25h - h^2} = 3(2h + 2 \cdot 0,25)$$

$$200^2 (0,25h - h^2) = (6h + 1,5)^2$$

$$\frac{2 \cdot 10 \cdot 10^3}{10^6 \cdot 300} = \frac{2 \cdot 10^6}{300} = \frac{200}{3}$$

$$400 \cdot 0,25h - 400h^2 = 36h^2 + (2 \cdot 1,5)h + 1,5^2$$

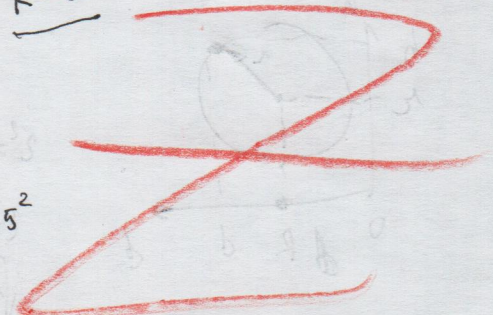
$$436h^2 + 4h - 82h$$

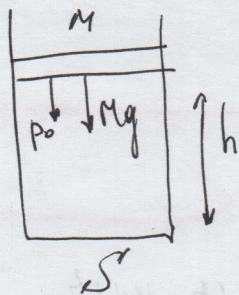


$$\frac{R}{a} = \frac{a}{R}$$

$$R^2 = a^2$$

$$R = a$$





Черновик

$$p_u \frac{Mg}{S} + p_0 = p_r$$

$$\frac{100 \cdot 10}{100 \cdot 10^{-4}} + 10^5 = 10^5 + 10^5 = 2 \cdot 10^5 = p_r$$

$$p_r \cdot S h = \nu_r R T$$

$$T = 127 + 273 = 300 + 90 + 10 = 400$$

$$0.85 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 100 \cdot 10^{-4} = \nu_r \cdot 8.5 \cdot 400$$

$$2 \cdot 10^5 \cdot 100 \cdot 10^{-4} = 400 \cdot 10 \cdot \nu_r$$

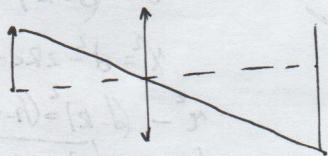
$$2 \cdot 10 = 40 \nu_r$$

$$\nu_r = \frac{20}{40} = \frac{1}{2}$$

$$m = \mu \nu_r = 18 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{1}{2} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ кг} = 9 \text{ г}$$

$$D = 6.9 \text{ нт}$$

$$r = 3$$



$$r = \frac{f}{d} = 3 \quad D = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$$

$$f = 3d \quad D = \frac{1}{3d} + \frac{1}{d} = \frac{1+3}{3d} = \frac{4}{3d}$$

$$d = \frac{4}{3D} = \frac{4}{3 \cdot 6} = \frac{4}{18}$$

$$f = 3d = 3 \cdot \frac{2}{9} \text{ м} = \frac{6}{9} \text{ м} = \frac{2}{3} \text{ м}$$

$$R = 1 \text{ м} \quad r = 0.25 \text{ м} \quad m = 1 \text{ г}$$

$$q = 10^{-6} \text{ Кл} \quad E = 10^3 \text{ В/м}$$

$$mg(R-h) + \frac{mv^2}{2} = F \cdot d = Eqd$$

$$mgyk - mgh + \frac{mv^2}{2} = Eqd$$

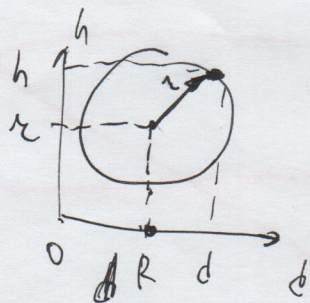
$$\frac{mv^2}{2} = mgh - mgyk + Eqd$$

$$v^2 = 2gh - 2gk + Eqd$$

$$v = \sqrt{2gh + \frac{Eqd}{m} - 2gk}$$

$$2 \cdot 10 \cdot (0.25 + \sqrt{1.625 - d^2 + 2d}) + 10^3 \cdot 10^{-6} \cdot d$$

$$r^2 = (d-R+r)^2 +$$



$$r^2 = (d-R)^2 + (h-r)^2$$

$$r^2 - (d-R)^2 = (h-r)^2$$

$$\sqrt{r^2 - (d-R)^2} = h-r$$

$$h = r + \sqrt{r^2 - (d-R)^2}$$

$$h = 0.25 + \sqrt{0.25^2 - (d-1)^2}$$

$$h = 0.25 + \sqrt{0.625 - d^2 + 2d - 1} = 0.25 + \sqrt{1.625 - d^2 + 2d}$$