



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"
наименование олимпиады

по Физике
профиль олимпиады

Сахарова Николая Евгеньевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«14» ФЕВРАЛЯ 2025 года

Подпись участника

Саша

1) $mgh = \frac{mv^2}{2}$ $v = \sqrt{2gh}$

$\frac{1}{2}mv^2 = 2\pi V^1$ $V^1 = \frac{v}{2} = \frac{\sqrt{2gh}}{2}$

$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ $T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow \frac{3}{4}T = ?$

$\Delta p = F \Delta t$ $\frac{2\pi}{\omega} \cdot \frac{3}{4}$

$\ddot{x} + \omega^2 x = 0$

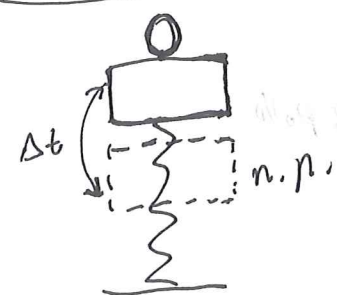
$F = ma$ $a = \frac{F}{m}$

$W_m = \frac{\sqrt{2gh}}{2} + 2m\Delta x g$

$W(1) = \frac{k\Delta x^2}{2}$ $\Delta V_{2m} = k\Delta x \Delta t$

$W(3) = \frac{k\Delta x^2}{2} + 2m \cdot 2\Delta x g$

$\Delta p = F \Delta t$ $\frac{\sqrt{2gh}}{2} + 2m\Delta x g = \frac{k\Delta x^2}{2} + 4m\Delta x g$



$W_1 = \left(\frac{\sqrt{2gh}}{2}\right)^2 \cdot 2m = \frac{mgh}{2}$

$2mg = k\Delta x_2$ $\Delta x_2 = 2\Delta x_1$

$\frac{3}{4}T + \Delta t$ $U = \frac{kx^2}{2}$

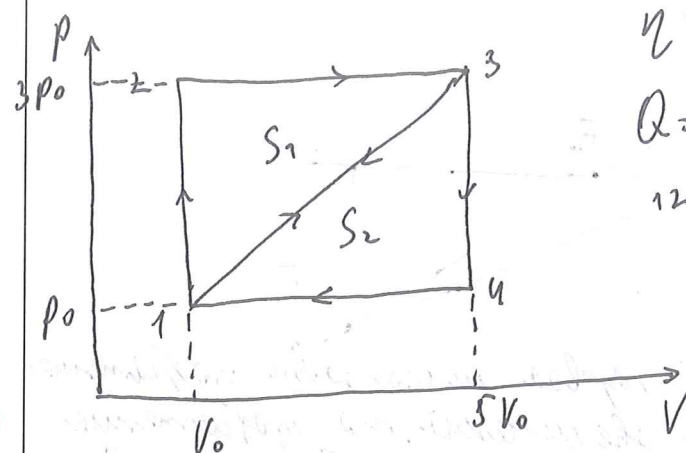
$\ddot{x} + \omega^2 x = 0$ $\ddot{x} + \Delta x \omega^2 = 0$

$U = \frac{1}{2}kx^2$ $mgh = \frac{k\Delta x^2}{2}$

$x = x_m \sin \omega t$ $\frac{U^2}{R} = P$

$E = \frac{F^2 d^2}{R}$

Задача 2.2.1



$A_{23} = (5V_0 - V_0)(3p_0 - p_0) = 12V_0 p_0$

$\Delta U_{23} = \frac{3}{2}(5V_0 \cdot 3p_0 - p_0 V_0) = 18p_0 V_0$

$Q_{12} = 18V_0 p_0 + 3p_0 V_0 + 12p_0 V_0 = 33p_0 V_0$

$\eta_{1231} = \frac{4p_0 V_0}{33p_0 V_0} = \frac{4}{33}$

1341:

$Q_{13} = Q_{12} > 0$

$Q_{341} = Q_{34} < 0$

$\Delta U_{13} = \frac{3}{2}(5V_0 \cdot 3p_0 - p_0 V_0) = 21p_0 V_0$

$A_{13} = (5V_0 - V_0) \frac{p_0 + 3p_0}{2} = 8p_0 V_0$

$Q_{13} = 21V_0 p_0 + 8p_0 V_0 = 29p_0 V_0$

$\eta_{1341} = \frac{8}{29}$

$\frac{\eta_{1231}}{\eta_{1341}} = \frac{29}{33}$

Ответ: $\frac{29}{33}$

Имитация

$\eta = \frac{A}{Q_{12}}$

$Q = A + \Delta U$

$1231: Q_{123} = Q_{12} > 0$

$Q_{31} = Q_{31} < 0$

$\Delta U_{12} = Q_{12}$ $m.u. V = \text{const}$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \int R \Delta T$

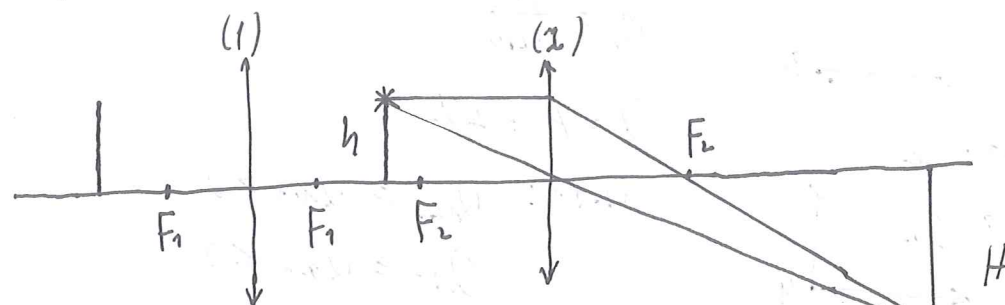
$\int R \Delta T = pV$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}(3p_0 V_0 - p_0 V_0) = 3p_0 V_0$

$A_{123} = S_1 = (5V_0 - V_0) \times (3p_0 - p_0) \times \frac{1}{2} = 4p_0 V_0 = S_2 = A_{1341}$

Задача 4.8.1

Читовик



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

$$d = 25 \text{ см} = 0,25 \text{ м}$$

$$\Gamma = 3$$

т.к. первая линза даёт изображение без увеличения, то изображение получается на $f = 2F_2 \Rightarrow F_1 = \frac{d}{2}$

Чтобы увеличение было равно нулю отдалить стержень от второй линзы

$$\begin{cases} \frac{1}{d+x} + \frac{1}{\Gamma_2(d+x)} = \frac{1}{F_2} \\ \frac{1}{d-x} + \frac{1}{\Gamma_2(d-x)} = \frac{1}{F_1} \end{cases}$$

$$F_2 = \frac{\Gamma d}{1+\Gamma}$$

$$F_1 = \frac{d}{2}$$

$$(1) \frac{1}{d} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F_1}$$

$$\frac{2}{d} = \frac{1}{F_1} \Rightarrow F_1 = \frac{d}{2}$$

$$(2) \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_2}$$

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

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{\Gamma d} = \frac{1}{F_2}$$

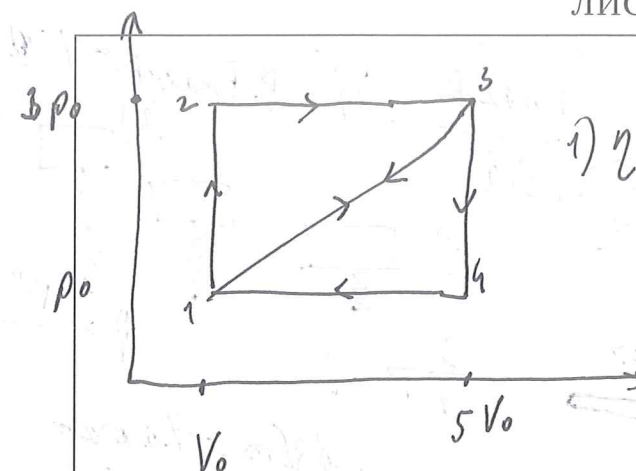
$$\frac{\Gamma d}{d(1+\Gamma)} = F_2$$

$$F_2 = \frac{\Gamma d}{1+\Gamma}$$

$$F_2 = \frac{\Gamma d}{1+\Gamma}$$

$$x = 18 \text{ см}$$

Ответ: 18 см



$$1) \eta = \frac{A}{Q_{12}} \quad \text{Чертовик}$$

$$A = 4V_0 \cdot 2p_0 \cdot \frac{1}{2} = 4p_0V_0$$

$$\Delta = A + \Delta U$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12}$$

$$pV = \frac{1}{2} RT$$

$$\Delta U_{12}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} 3p_0V_0 - \frac{3}{2} p_0V_0 =$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} 5V_0 \cdot 3p_0 - \frac{3}{2} \cdot 3p_0 \cdot V_0 =$$

$$= \frac{6}{2} p_0V_0 = 3p_0V_0$$

$$= 18 V_0 p_0$$

$$A_{23} = 4V_0 \cdot 3p_0 = 12V_0 p_0$$

$$Q_{12,23} = 3p_0V_0 + 18V_0 p_0 + 12V_0 p_0 =$$

$$= 33p_0V_0$$

$$\frac{4p_0V_0}{33p_0V_0} = \frac{4}{33}$$

$$2) A = 4p_0V_0$$

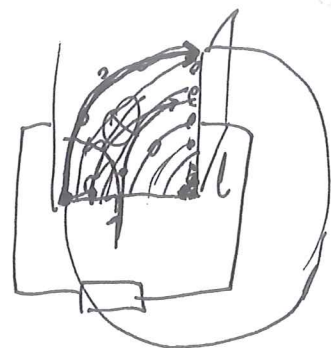
$$\Delta U_{13} = \frac{3}{2} (3p_0 \cdot 5V_0 - p_0V_0) = 21V_0 p_0$$

$$A_{13} = \frac{3p_0 + p_0}{2} \cdot 4V_0 = 2p_0 \cdot 4V_0 = 8p_0V_0$$

$$\frac{4p_0V_0}{29V_0 p_0} = \frac{4}{29}$$

$$\left(\frac{1}{2}\right) \cdot \frac{4 \cdot 29}{33 \cdot 4} = \boxed{\frac{29}{33}}$$

Черновик Черновик



$$q_e V B = F_1$$

$$p = UI$$

$$p = I^2 R$$

$$q = N \cdot q_e$$

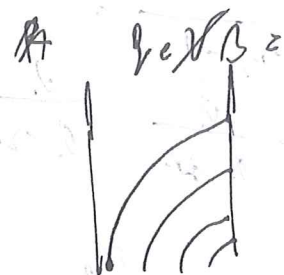
$$I = \frac{q}{t} = \frac{N \cdot q_e}{t}$$

$$t = \frac{S}{v} \quad (N = d \cdot l \cdot N_c)$$

$$p = \left(\frac{N q_e}{\Delta t} \right)^2 R$$

$$r = \frac{m_e v^2}{k} \Rightarrow R = \frac{\frac{m_e v^2}{k}}{\frac{1}{4} T} = \frac{1}{4} \frac{2 \pi r}{v}$$

$$p = \left(\frac{N q_e v}{2 \pi r} \right)^2 R = p$$



$$p = \left(\frac{N q_e}{t} \right)^2 R$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{p} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{f}{d} = \Gamma \quad p = d \Gamma$$

$$F_1 = \frac{d^2 \Gamma_1}{d(1+\Gamma_1)} = \frac{d \Gamma}{1+\Gamma}$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d \Gamma} = \frac{1}{F_1}$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F_2}$$

$$\frac{2}{d} = \frac{1}{F_2}$$

$$F_2 = \frac{d}{2}$$

$$\frac{1}{d+x} + \frac{1}{\Gamma(d+x)} = \frac{1}{F_1} = \frac{d \Gamma_1}{1+\Gamma_1}$$

$$\frac{1}{d-x} + \frac{1}{\Gamma(d-x)} = \frac{1}{F_2} = \frac{2}{d}$$

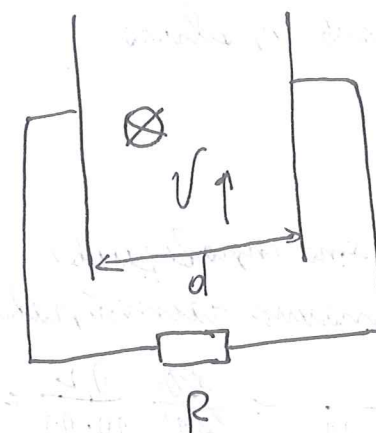
$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d}$$

$$Q = \frac{C P}{I}$$

$$h(x-h) = \sqrt{\left(\frac{(l-h)^2}{(h+x)^2} + h^2 \right)}$$

Чистовик

Задача 3.3.1



$$q_e V B = F_1$$

В поле магнитного поля находятся свободные электроны, которые притягиваются к правой пластине

$$p = UI = I^2 R$$

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \quad \Delta q = N q_e$$

$$p = \left(\frac{N q_e}{\Delta t} \right)^2 R$$

~~$$q_e V B = m_e \frac{v^2}{k}$$

$$q_e B = m_e \frac{v}{r}$$

$$r = \frac{m_e v}{q_e B}$$

Для максимального момента каждый электрон должен попасть на правую пластину

Пусть $r = d$

$$T = \frac{2 \pi r}{v}$$

но нам нужна $\frac{1}{4} T$

$$\Delta t = \frac{1}{4} T$$

$$p = \left(\frac{N q_e \cdot \frac{1}{4} T}{\frac{1}{4} T} \right)^2 R$$

Создаваемое напряжение равно $U = E d$

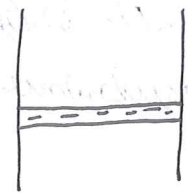
$$p = \frac{U^2}{R}$$

$$E = E_0 \cdot N \quad E_0 = \frac{k q_e}{d^2}$$

$$E = \frac{k q_e N}{d^2} \quad U = \frac{k q_e N d}{d^2}$$

$$p = \frac{U^2}{R} = \frac{N^2 q_e^2}{d^2 R}$$~~

Через щель проходит поток электронов, почти выходящий
всё время ~~железнодорожной~~ малой толщине, тогда в
этой части будет работать правило



$$\varepsilon_i = B V l \text{ где } l = d$$

$$P = \frac{\varepsilon_i^2}{R} = \frac{B^2 V^2 d^2}{R}$$

т.е. напряжение между каждой из тонких частей равно

$$d = \sqrt{\frac{P R}{B^2 V^2}} = \sqrt{\frac{1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,4}{1}} \cdot \frac{1}{1 \cdot 0,1} = \frac{0,2}{10 \cdot 0,1} =$$

$$= 0,2 \text{ м}$$

Ответ: 20 см

2-?

~~d+x~~

$$\frac{1}{d+x} + \frac{1}{\Gamma_2(d+x)} = \frac{1+\Gamma}{\Gamma d}$$

$$0,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\frac{1}{d-x} + \frac{1}{\Gamma_2(d-x)} = \frac{2}{d}$$

~~\Gamma_2(d-x)~~

$$\frac{\Gamma_2(d-x)}{1+\Gamma_2} = \frac{d}{2}$$

$$\frac{\Gamma_2(d+x)}{1+\Gamma_2} = \frac{\Gamma d}{1+\Gamma}$$

~~d(d+x)~~
~~\Gamma_2~~

$$\frac{0,35}{4}$$

$$\frac{d^2+dx}{2d-2x} = \frac{\Gamma d}{1+\Gamma}$$

$$\frac{d(d+x)}{(1+\frac{d}{d-2x})d-2x} = \frac{\Gamma d}{1+\Gamma}$$

$$\frac{d^2+dx}{d-2x+d} = \frac{\Gamma d}{1+\Gamma}$$

$$\Gamma d(d-2x+d) = (1+\Gamma)(d^2+dx)$$

$$\Gamma d^2 - \Gamma_2 x + \Gamma d^2 = d^2 + dx + \Gamma d^2 + \Gamma dx$$

$$\Gamma d^2 - d^2 = \Gamma dx + \Gamma_2 x + dx$$

$$x = \frac{(\Gamma-1)d^2}{(\Gamma d + 2\Gamma + d)}$$

$$\frac{2 \cdot 0,25^2}{6 + 0,25 + 0,35}$$

$$\frac{7,25}{7}$$

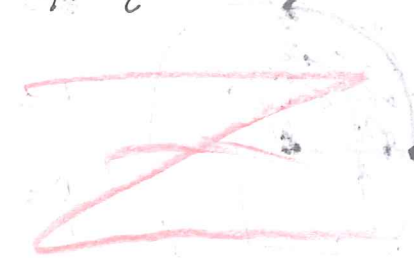
$$\frac{0,04 \cdot 10^3}{400}$$

$$\frac{0,2}{10 \cdot 0,1}$$

$$\frac{0,625 \cdot 2}{7}$$

$$0,17 \text{ м}$$

$$0,4$$



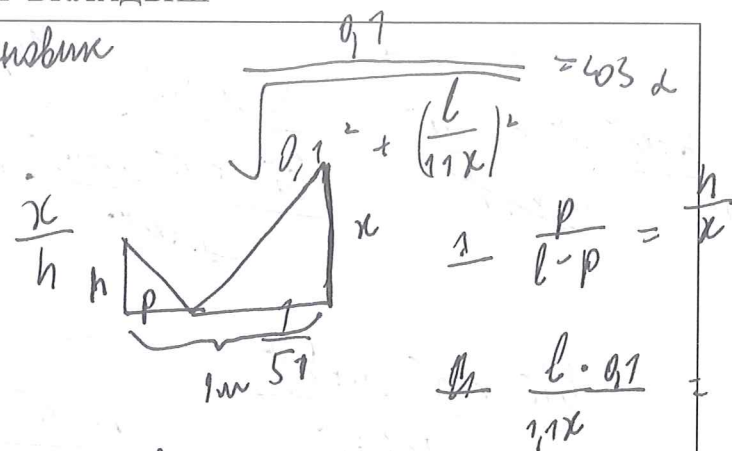
Черновик

$$\Delta p = F \Delta t$$

$$dp = F dt$$

$$\ddot{x} + \omega^2 x = 0$$

$$\omega = \sqrt{\frac{-\ddot{x}}{x}}$$



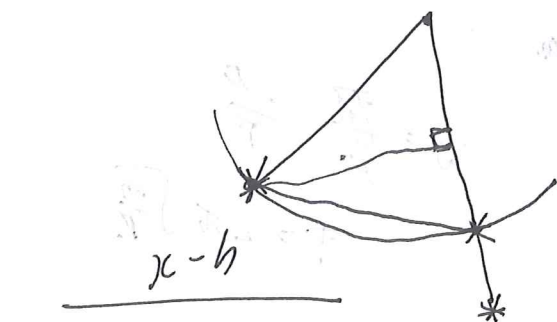
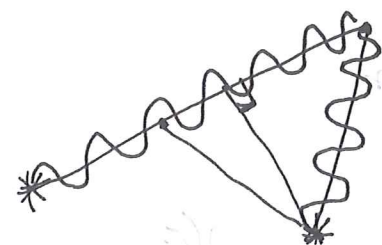
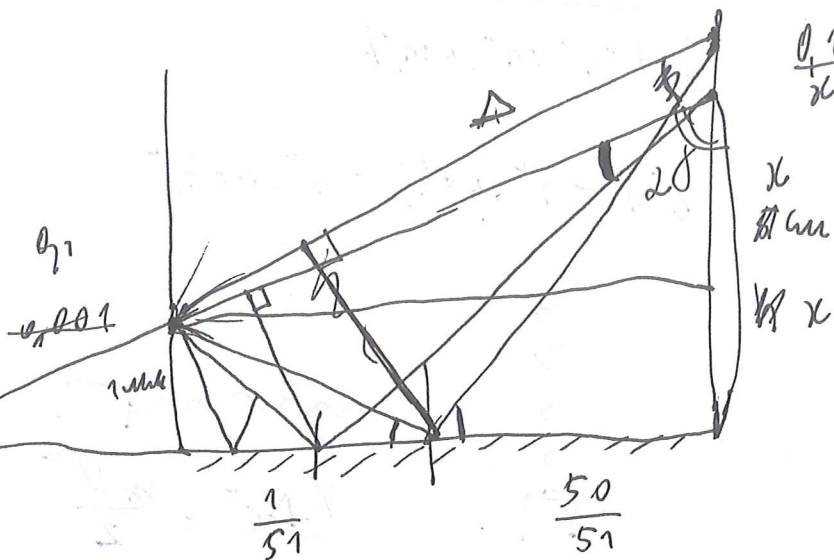
$$\frac{p}{l-p} = \frac{h}{x}$$

$$\frac{l \cdot 0.1}{1.1x} = \frac{l}{11x}$$

$$lh - ph = px$$

$$p = \frac{lh}{h+x}$$

$$\Delta = \frac{K}{K}$$



$$\frac{\sqrt{(x-h)^2 + l^2}}{x-h} = \cos \gamma$$

$$\frac{x-h}{\sqrt{(x-h)^2 + l^2}}$$

$$\cos(\gamma - \alpha)$$

$$\cos \gamma \cos \alpha + \sin \gamma \sin \alpha$$

$$\sqrt{\left(\frac{lh}{h+x}\right)^2 + h^2}$$

100

95-87-99-66
(1.11)

Черновик

Задача 1.1.1



После соударения по 3СН:

$$mV = 2mV' \Rightarrow V' = \frac{V}{2}$$

$$mgh = \frac{mV^2}{2} \Rightarrow V = \sqrt{2gh}$$

$$V' = \frac{\sqrt{2gh}}{2}$$

После соударения масса находится в равновесии и становится кинематической:

$$mg = K\Delta x_1 - \text{первое положение равновесия}$$

$$2mg = K\Delta x_2 - \text{второе положение равновесия}$$

$$\Delta x_2 = 2\Delta x_1$$

Максимальная высота достигнется при после прохождения нового положения равновесия через $\frac{3}{4}T = \frac{3}{4} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{2m}{K}} =$

$$= \frac{3}{4} \cdot \frac{2\pi}{\omega} = \frac{3\pi}{2\omega}$$

НЕ, не так

Δt - время достижения нового положения равновесия после соударения

$$K\Delta x_0^2 = \frac{m(\sqrt{2gh})^2}{2} + \frac{K\Delta x_1^2}{2}$$

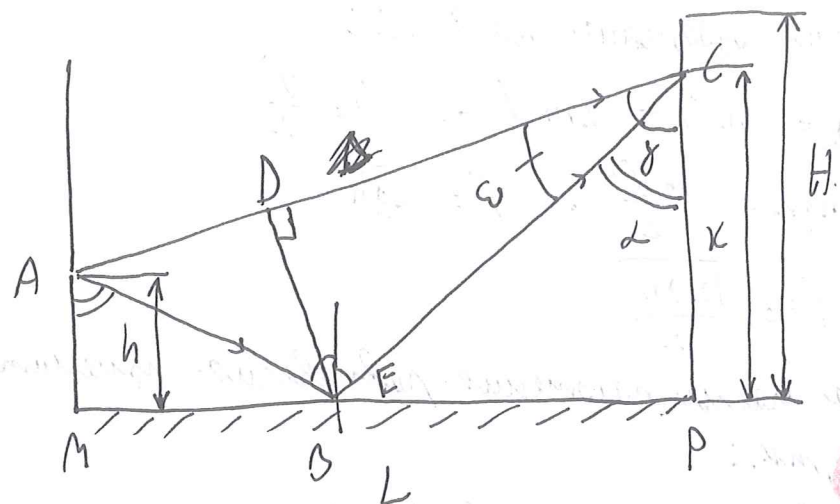
$$\Delta x_1 = \frac{mg}{K}$$

$$\Delta x_0 = \sqrt{2ghm + K\Delta x_1^2}$$

Ответ: $\frac{3\pi}{2\omega} + t$ а насколько?

100

Чурилов



$C_P = x$, тогда найдем зависимость угла $\varphi - \alpha$

$$\cos \alpha = \frac{h}{\sqrt{\left(\frac{lh}{h+x}\right)^2 + h^2}}$$

$$s_1 h_L = \sqrt{1 - \frac{h^2}{\left(\frac{lh}{h+x}\right)^2 + h^2}}$$

$$\cos \gamma = \frac{x-h}{\sqrt{(x-h)^2 + l^2}}$$

$$\sin \gamma = \sqrt{1 - \frac{(x-h)^2}{(x-h)^2 + l^2}}$$

$$\cos \omega = \cos(\gamma - \delta) = \cos \gamma \cos \delta + \sin \gamma \sin \delta$$

$$DL = \sqrt{x^2 + \left(\frac{lx}{x+h}\right)^2} \cos \omega = Kx$$

$$Kd = \sqrt{x^2 + \left(\frac{lx}{x+h}\right)^2} \frac{h(x-h)}{\sqrt{(x-h)^2 + l^2} \sqrt{\left(\frac{lh}{h+x}\right)^2 + h^2}} + \sqrt{1 - \frac{(x-h)^2}{(x-h)^2 + l^2}} \sqrt{1 - \frac{h^2}{\left(\frac{lh}{h+x}\right)^2 + h^2}}$$

Необходимо найти такие x которые удовлетворяют уравнению при том $k \in \mathbb{Z}$

$$\frac{(b+x)^2 x^2 + b x^2}{(x+b)^2}$$

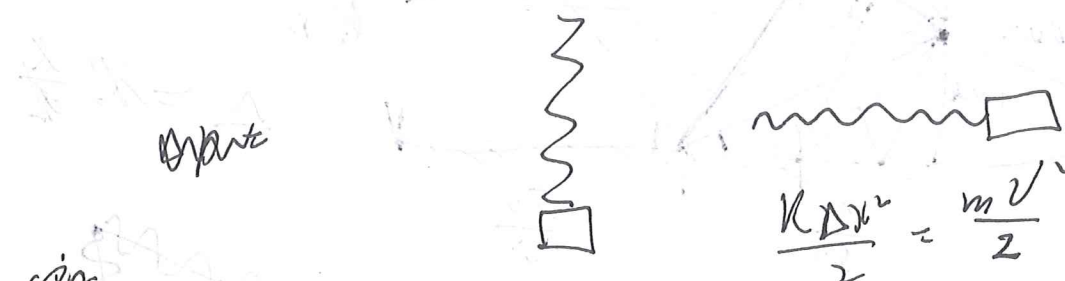
$$\frac{h(x-h)}{b^2 + h^2(x+h)^2} \sqrt{(x-h)^2 + 1}$$

$$\frac{b^2h^2 + h^2(x+h)^2}{(x+h)^2}$$

$$\lim_{h \rightarrow 0} \frac{h^2 (x+h)^2}{h^2 + h^2 (x+h)^2}$$

$$\ddot{x} + \omega^2 x = 0$$

$$1^2 h^2 + h^2 (x+h) - h^2 (x+h)^2$$



$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$x = x_0 \sin(\omega t)$$

$$\Delta x = \sin(\frac{1}{2} \omega t)$$

$$\frac{K \Delta x^2}{2} = \frac{m \sqrt{2gh}}{2f}$$