0 133201 270009

13-32-01-27
(2.9)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по Физике
профиль олимпиады

Гороховой Анастасии Олеговны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«14» Февраля 2025 года

Подпись участника

~~Черновик~~ Продолжение 1.1.2 Черновик

$x_0 = \frac{mg}{k} = \frac{0{,}1 \cdot 10}{100}$

$x_0 = 1$ см

$\frac{9(mg)^3}{k^2(mg+kh)} = h^2 - \frac{2hmg}{k} + \left(\frac{mg}{k}\right)^2$

$\frac{9(mg)^3}{k^2} = mgh^2 + kh^3 - \frac{2m^2g^2 \cdot h}{k} - 2h^2mg + \frac{(mg)^3}{k^2} + h\frac{(mg)^2}{k}$

$kh^3 + h^2(mg - 2mg) + h\left(\frac{m^2g^2}{k} - \frac{2m^2g^2}{k}\right) - \frac{8(mg)^3}{k^2} = 0$

$h^3 - h^2 \cdot \frac{mg}{k} - h \cdot \frac{m^2g^2}{k^2} - 8\left(\frac{mg}{k}\right)^3 = 0$

$h^3 - h^2x_0 - hx_0^2 - 8x_0^3 = 0$

$x_0^3 << h$

$h^3 - h^2x_0 - hx_0^2 = 0$

$h^2 - hx_0 - x_0^2 = 0$

$h = \left(\frac{1 \pm \sqrt{5}}{2}\right)x_0$

$D = x_0^2 + 4x_0^2 = 5x_0^2$

$h > 0 \Rightarrow h = \frac{1+\sqrt{5}}{2}$ см $= \frac{1{,}7}{2} = 0{,}85$ см $\sqrt{5} \simeq 0{,}7$

Ответ: $h_{max} \simeq \frac{1+\sqrt{5}}{2}$ см $\simeq 0{,}85$

$9(mg)^3 = (kh+mg)(kh-mg)^2 = (kh+mg)\left[(kh)^2 - (mg)^2\right]$

$9 = \left(\frac{kh}{mg}+1\right)\left(\left(\frac{kh}{mg}\right)^2 - 1\right]$ если $\frac{kh}{mg} = 2$

Ответ: $h = 2$ см

13-32-01-27 (2.9)

1	2	3	4	5	Σ
10	20	12	18	18	78

Симкина, Таирова, Камилов, Гизатуллина, Манкова, Смирнова, Лосева, А. Эльдорадо

Черновик

№2

① $\eta_1 = \frac{A_1}{Q_{H_1}} = \frac{3p_0 \cdot 2V_0}{\cancel{2} \cdot \frac{49}{\cancel{2}} p_0V_0} = \frac{6}{49}$

$Q_{H_1} = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2}(12p_0V_0 - p_0V_0) + 4p_0 \cdot 2V_0 =$

$= \left(\frac{33}{2} + 8\right)p_0V_0 = \frac{49}{2}p_0V_0$

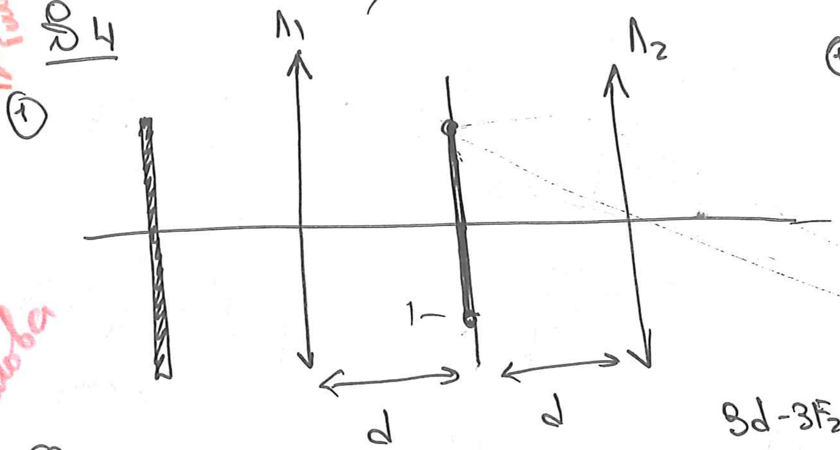
$\frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{49}{43}$

② $\eta_2 = \frac{A_2}{Q_H} = \frac{6p_0V_0}{43p_0V_0} = \frac{6}{43}$

$Q_{H_2} = Q_{13} = \frac{1}{\cancel{2}} \cdot \cancel{2}V_0 \cdot 5p_0 + \frac{33}{2}p_0V_0 = \frac{43}{2}V_0p_0$

№4

①



① Для $Л_1$ $d = 2F_1$

Для $Л_2$: $3 = \frac{F_2}{d - F_2}$

$\frac{1}{F_2} = \frac{1}{d} + \frac{1}{b_1}$

$b_1 = \frac{F_2d}{d - F_2}$

$3d - 3F_2 = F_2$

$F_2 = \frac{3d}{4}$

② Пусть сместили влево:

$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{2F_1 - x} + \frac{1}{a} \longrightarrow a = \frac{(2F_1 - x)F_1}{F_1 - x}$

$= \frac{(d-x)d}{2\left(\frac{d}{2} - x\right)} = \frac{(d-x)d}{d - 2x}$

$4d + 4x - 3d = d + 4x$

$\frac{4}{3d} = \frac{1}{d+x} + \frac{1}{b_2} \rightarrow b_2 = \frac{(d+x) \cdot 3d}{d + 4x}$

$\frac{(d-x)d}{(d-2x)(d-x)} = \frac{(d+x)3d}{(d+4x)(d+x)}$

$2d^2 - 6dx - 4d = 0$

$d^2 - 3dx -$

$d(d+4) = 3d(d-2x)$

$d^2 + 4d = 3d^2 - 6dx$

$d + 4 = 3d - 6x$

$2d = 10x$ $d = 5x$

Черновик

Если вправо

$\frac{2}{d} = \frac{1}{d+x} + \frac{1}{a} \longrightarrow a = \frac{d(d+x)}{d+2x}$

$\frac{4}{3d} = \frac{1}{d-x} + \frac{1}{b_2} \longrightarrow b_2 = \frac{3d(d-x)}{(d-4x)}$

$4d - 4x - 3d = d - 4x$

$\frac{3\cancel{d}}{d-4x} = \frac{\cancel{d}}{d+2x}$

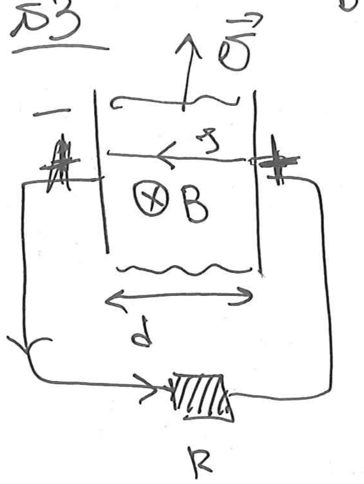
$3d + 6x = d - 4x$

$2d = -10x$

$d = -5x$ ~~нет~~

~~Изображения мн~~

В3 B-?



① $U_c + \mathcal{I}R = 0$

$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{\partial B}{\partial t}S - B\frac{\partial S}{\partial t} = -Bvd$

$-Bvd + \mathcal{I}R = 0$

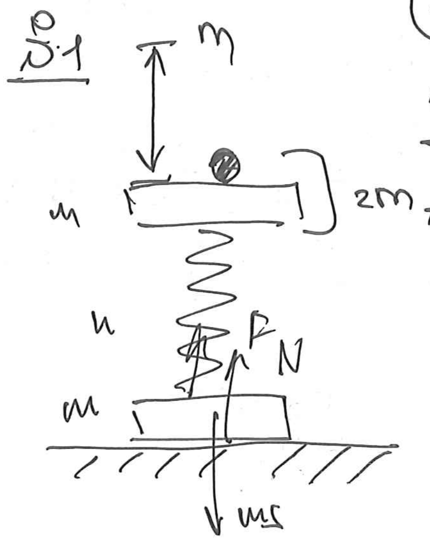
$B = \frac{\mathcal{I}R}{vd}$

$\frac{h}{2} + \frac{mg}{h} \le \frac{mg}{k}$

$h = 2mg/k$

$\left(\frac{1}{2}+1\right)\left(\frac{1}{4}-1\right)$

В1



① ЗСИ: $mv = 2mu$

$u = \frac{v}{2}$

$v = \sqrt{2gh}$

X

② $F_{у\,max} \le mg$

Гарм. не отрывается нижний брусок

$2mg - k(x + x_0) = 2m\ddot{x}$

$\ddot{x} + x\cdot\frac{k}{2m} - \cancel{2mg} = 0$

~~$x(t) = A\cos\omega t + \frac{mg}{k}$~~

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Чистовик

Продолжение задачи 1.1.2

$x(t) = \frac{mg}{k}(2 - 3\cos\omega t) - \sqrt{\frac{mgh}{k}}\sin\omega t$

когда $F_{упр}$ MAX $\dot{x} = 0$ и $x > 0$ (направлена вверх)

$\dot{x}(t_1) = -A\omega\sin\omega t_1 + B\omega\cos\omega t_1$

$\operatorname{tg}\omega t_1 = -\frac{B}{A} = -\sqrt{\frac{mgh}{k}}\cdot\frac{k}{mg} = -\sqrt{\frac{kh}{mg}}$

$\operatorname{tg}\omega t_1 = \frac{\sin\omega t_1}{\cos\omega t_1}$

$\sin\omega t_1 = \pm\frac{\sqrt{kh}}{\sqrt{mg+kh}}$

$\cos\omega t_1 = \pm\frac{\sqrt{mg}}{\sqrt{mg+kh}}$

Проверим для $\cos\omega t_1 > 0$, $\sin\omega t_1 < 0$

$x(t_1) = \frac{mg}{k}\left(2 - 3\sqrt{\frac{mg}{mg+kh}}\right) + \sqrt{\frac{mgh^2}{mg}} = \frac{2mg}{k} + h - \frac{3(mg)^{3/2}}{k\sqrt{mg+kh}}$

$\frac{2mg}{k} + h - \frac{3(mg)^{3/2}}{k\sqrt{mg+kh}} \le \frac{mg}{k}$

$\frac{3(mg)^{3/2}}{k\sqrt{mg+kh}} = \frac{mg}{k} - h$ (1)

Проверим для $\cos\omega t_1 < 0$, $\sin\omega t_1 > 0$

$\frac{2mg}{k} + \frac{3(mg)^{3/2}}{k\sqrt{mg+kh}} - h = \frac{mg}{k}$

$\frac{3(mg)^{3/2}}{k\sqrt{mg+kh}} = h - \frac{mg}{k}$ (2)

(1) и (2) равносильны при возведении в квадрат. Решим ур-ие: $h^3 - h^2\frac{mg}{k} - h\left(\frac{mg}{k}\right)^2 - 8\left(\frac{mg}{k}\right)^3 = 0$

Подберем корень

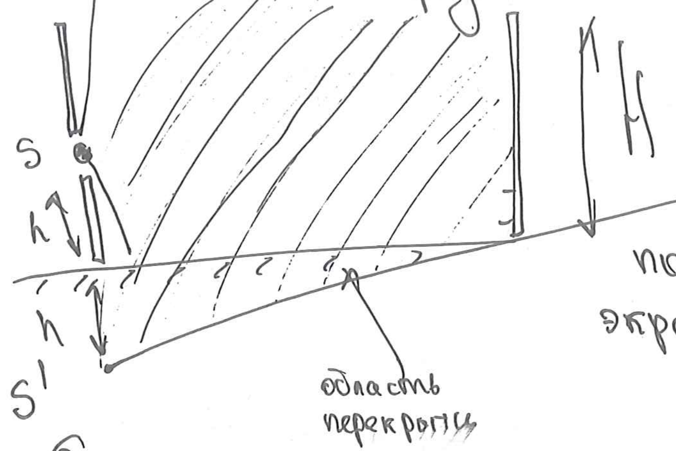
$h = 2\frac{mg}{k} = 2\cdot\frac{0{,}1\cdot 10}{100}$

$= 2$см

Ответ: 2см.

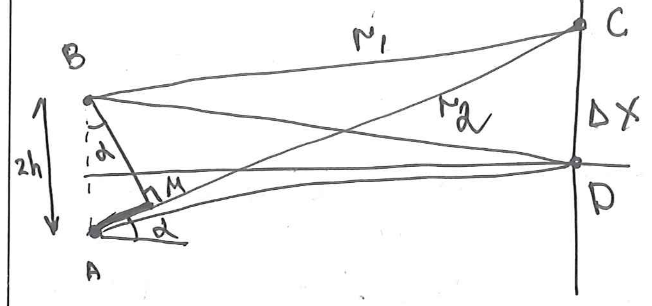
Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

Чистовик Продолжение задачи 5.8.2



② область перекрытия охватывает ~~весь~~ экран ⟹ полосы будут по всему экрану

③ Найдем Δx



$r_2 - r_1 = \lambda = 2h\sin\alpha$ – светлые полосы

$$\sin\alpha = \frac{\Delta x + h}{\sqrt{L^2 + (\Delta x + h)^2}} \approx \frac{\Delta x + h}{L}$$

$\Delta x, h \ll L$

$$\frac{2h\cdot(\Delta x + h)}{L} = \cancel{2}\lambda \longrightarrow \Delta x = \frac{L\lambda}{2h}$$ +

④ Из пункта 1: $\frac{L\lambda}{2h} = \frac{H}{N} \longrightarrow L = \frac{2h\cdot H}{N\lambda}$ +

$$L = \frac{2\cdot\cancel{10^{-3}}\cdot\cancel{10^{-2}}}{200\cdot 0{,}5\cdot\cancel{10^{-6}}}\cdot 10^{-1} = \frac{2}{5\cdot 2\cdot 10^{-2}\cdot 100} = \frac{1}{5}\text{ м} = 0{,}2\text{ м}$$ −

Ответ: 0,2 м

Продолжение задачи № 1.1.2

$x(t) = A\cos\omega t + B\sin\omega t + \frac{2mg}{k}$

$x(0) = A + \frac{2mg}{k} \longrightarrow A = -\frac{3mg}{k}$

$\dot x(0) = B\omega = -\sqrt{\frac{gh}{2}} \Rightarrow B = -\sqrt{\frac{mgh}{k}}$

$\dot x(0) = -\sqrt{\frac{gh}{2}}$

$x(0) = -\frac{mg}{k}$

$\omega = \sqrt{\frac{k}{2m}}$

13-32-01-27 (2.9)

Черновик

~~$\ddot x + x\cdot\frac{k}{2m} - 2g + \frac{kx_0}{2m} = 0$~~ $= \frac{g}{2}$ ~~$kx_0 = mg$~~

~~$\ddot x + x\frac{k}{2m} - \frac{3g}{2} = 0$~~ ~~$x(t) = A\cos\omega t + \frac{3mg}{k}$~~

~~$x(t)$~~

$\ddot x + x\cdot\frac{k}{2m} - 2g = 0$ $x(0) = \frac{mg}{k}$

$x(t) = A\cos\omega t + \frac{4mg}{k} + B\sin\omega t$

$x(0) = \cancel{\cos\omega t}\ A + \frac{4mg}{k} = \frac{mg}{k}$

~~$x(t) = \frac{mg}{k}(4 - 3\cos\omega t)$~~

~~$x_{MAX} = \frac{7mg}{k}$~~ ~~$\sqrt{2gh\cdot 2m/k}$~~ $\omega = \sqrt{\frac{k}{2m}}$

$\dot x(t) = -A\omega\sin\omega t + B\omega\cos\omega t$ $\dot x(0) = \frac{v}{2} = B\omega$

$x(t) = \frac{mg}{k}(4 - 3\cos\omega t) + \frac{v}{2}\sqrt{\frac{2m}{k}}\sin\omega t$

x_{max} $\dot x(t) = 0$ $B\omega\cos\omega t - A\omega\sin\omega t = 0$

$\operatorname{tg}\omega t = \frac{B}{A} = \frac{k\cdot v}{-3mg\cdot 2}\sqrt{\frac{2m}{k}} = -\frac{v}{6g}\sqrt{\frac{2k}{m}}$

$\operatorname{tg}\omega t = -\frac{\sqrt{2gh}}{6g}\sqrt{\frac{2k}{m}} = -\sqrt{\frac{4hk}{4gm\cdot 9}} = -\sqrt{\frac{hk}{9gm}}$

$\frac{\sin^2\alpha}{1 - \sin^2\alpha} = \frac{hk}{9gm}$ $\sin^2\alpha = \frac{hk}{hk + 9gm}$ $\cos^2\alpha = \frac{9gm}{hk + 9gm}$

$x(t) = \frac{mg}{k}(4 - 3\cos\omega t) + \sqrt{\frac{mgh}{k}}\sin\omega t$

Черновик

$\sin^2\alpha = \frac{\cancel{9m}\,hk}{9gm+hk}$

$x(t) = \frac{mg}{k}\left(4 - \cancel{5}\cos\omega t\right) + \sqrt{\frac{mgh}{k}}\ \sin\omega t$

$= \frac{mg}{k}\left(4 + \cancel{5}\sqrt{\frac{9gm}{9gm+hk}}\right) + \sqrt{\frac{mgh}{k}} \cdot \sqrt{\frac{hk}{9mg+hk}} =$

$= \frac{4mg}{k} \cancel{+} \frac{15mg}{k}\sqrt{\frac{9gm}{9gm-k}} + h\sqrt{\frac{mg}{9mg+kk}} = \frac{mg}{k}$

$\cancel{x(t)}$

$h\sqrt{mg} \qquad \frac{h\sqrt{mg} + \frac{15mg}{k}\cdot\sqrt{mg}}{\sqrt{9mg+hk}} = -\frac{3mg}{k}$

$h - \frac{15mg}{k} = -\sqrt{9mg+hk}\cdot\frac{3\sqrt{mg}}{k} = -\frac{3}{k}\sqrt{9m^2g^2+hkmg}$

$h^2 - \frac{30mgh}{k} + \left(\frac{15mg}{k}\right)^2 = \frac{9}{k^2}\left(9m^2g^2+hkmg\right)$

$h^2 - h\left(\frac{30mg}{k} - \frac{9mg}{k}\right) + \frac{m^2g^2}{k^2}\left(15^2-9^2\right) = 0$

$27mg/k \qquad 24\cdot 6$

$D = 27^2 - 4\cdot 4\cdot 6\cdot 6 = 27^2 - 24^2 = 3\cdot 51 = 3\cdot 3\cdot 7$

$h = \frac{27 \pm 3\sqrt{7}}{2} \qquad h_1 = \frac{27-3\sqrt{7}}{2}$

$\frac{\sin^2\omega t}{1-\sin^2\omega t} = \frac{9mg}{kh}$

$h_2 = \frac{3\left(9+\sqrt{7}\right)}{2}$

$\sin^2\omega t = \frac{9mg}{9mg+kh}$

$\cancel{-16}\ \cancel{+8\cdot 16}$ 28 12 16

$4^3 - 4^2 - 4 - 8$

$-8 \ +4\ -2\ +8$

18

$\frac{6+33}{2}$

чистовик продолжение п. 8.2

Если сдвинули вправо: то увеличение Λ_1 уменьшится, а увеличение Λ_2 увеличится, значит такой случай невозможен. Также приведем формулы:

$\frac{2}{d} = \frac{1}{d+x} + \frac{1}{a} \longrightarrow a = \frac{d(d+x)}{d+2x}$

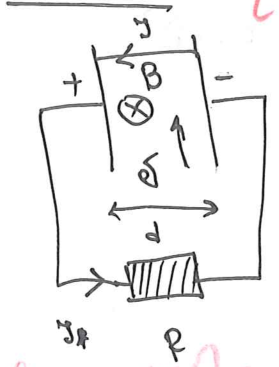
$\frac{4}{3d} = \frac{1}{d-x} + \frac{1}{b_2} \qquad b_2 = \frac{3d(d-x)}{d-4x} \qquad \frac{3d}{d-4x} = \frac{d}{d+2x}$

Получим: $d = -5x$, но линзы собирающие, то есть $F_1, F_2 > 0 \Rightarrow$ невозможен этот случай.

Ответ: 25 см (+) нет буквенного ответа

№ 3.3.2 2-2

12



вн. сопр.

① $P = \mathscr{I}^2R \longrightarrow \mathscr{I}_{max}$, Для жидкости

$\mathcal{E}_{in} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{\partial B}{\partial t}\cdot S - B\frac{dS}{dt} = -B\upsilon d$

② Ур-ие Кирхгофа:

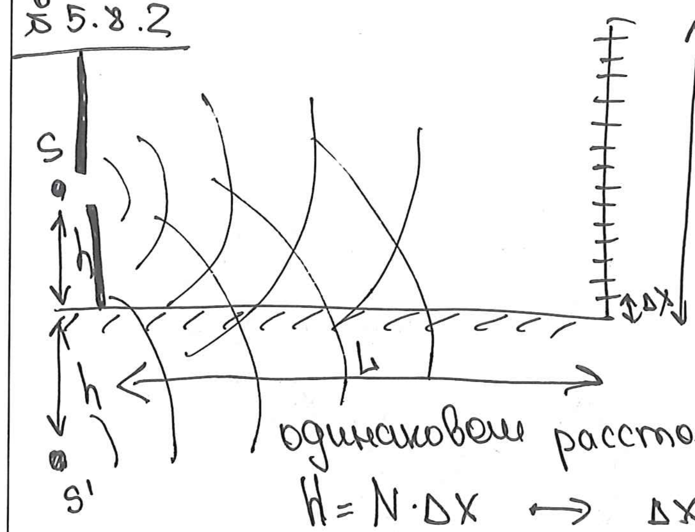
$\mathcal{E}_{in} + \mathscr{I}R = 0 \qquad \mathscr{I} = \frac{B\upsilon d}{R}$

$P = \frac{B^2\upsilon^2d^2}{R} \longrightarrow B = \frac{\sqrt{PR}}{\upsilon d} = \frac{\sqrt{0{,}4\cdot 10^{-3}}}{0{,}4\text{м}\cdot 0{,}1\text{м/с}}$

$= \frac{10^{-2}\cdot 2}{10^{-2}\cdot 4} = \frac{1}{2}$ Тл

Ответ: 0,5 Тл

№ 5.8.2



① S' - изображение S в зеркале

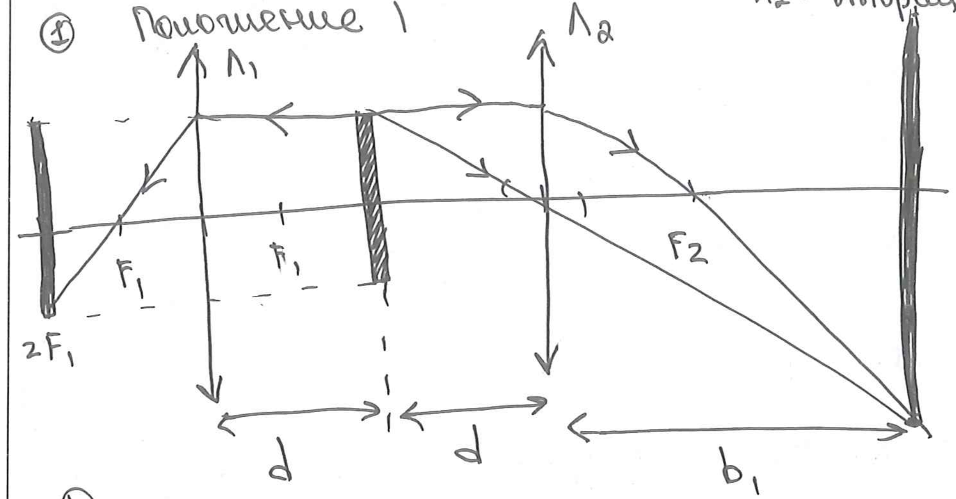
S и S' - источники с одинаковой ~~ч~~ частотой. В результате возникают интерферен. полосы которые расположены на одинаковом расстоянии Δx друг от друга

$H = N\cdot\Delta x \longleftrightarrow \Delta x = \frac{H}{N}$ +

Чистовик. №4.8.2

① Пусть Л₁ – первая линза, Л₂ – вторая линза

① Положение 1



Для Л₁: $\Gamma_1 = 1$

Значит предмет находится в двойном фокусе

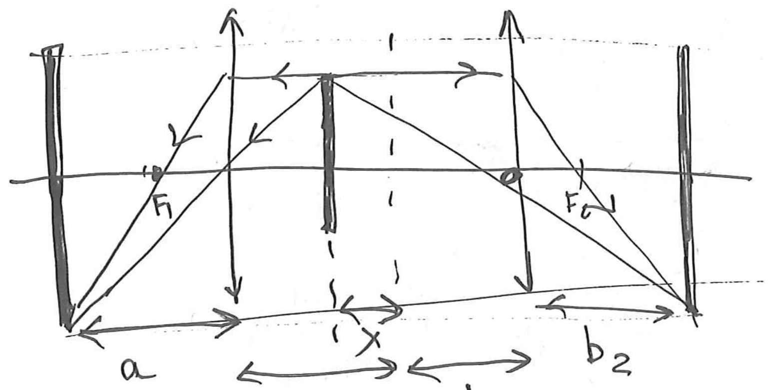
$d = 2F_1$

Для Л₂: $\Gamma = \frac{b_1}{d} = 3$ (Из подобных треугольников)

По Формуле линзы: $\frac{1}{b_1} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F_2} \rightarrow b_1 = \frac{F_2 d}{d - F_2}$

$\Gamma = \frac{F_2}{d - F_2} = 3 \qquad F_2 = 3d - 3F_2 \rightarrow F_2 = \frac{3}{4}d$

② Положение 2.



① Пусть сдвинули на x влево: Формула линзы для Л₁ и Л₂ и Увеличение

$$\begin{cases} \frac{1}{F_1} = \frac{1}{d-x} + \frac{1}{a} \\ \frac{1}{F_2} = \frac{1}{d+x} + \frac{1}{b_2} \\ \frac{b_2}{d+x} = \frac{a}{d-x} \end{cases}$$

Из ур-й в 1 пункте

$$\begin{cases} \frac{2}{d} = \frac{1}{d-x} + \frac{1}{a} \\ \frac{4}{3d} = \frac{1}{d+x} + \frac{1}{b_2} \end{cases} \rightarrow \begin{cases} a = \frac{(d-x)d}{d-2x} \\ b_2 = \frac{(d+x)\cdot 3d}{d+4x} \end{cases}$$

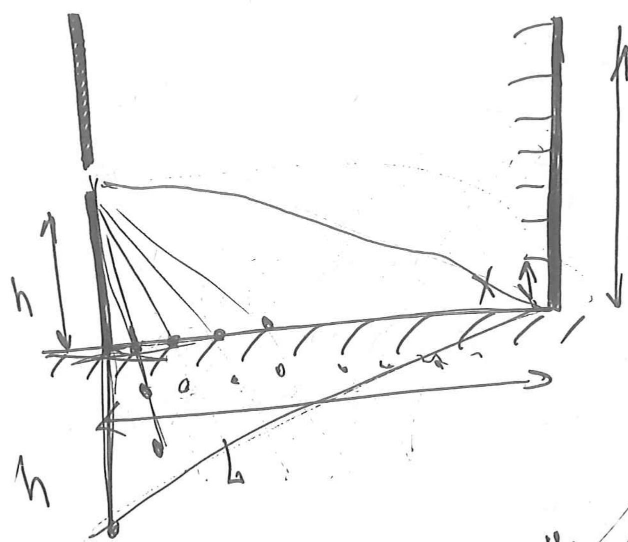
$$\frac{3\cancel{d}}{d+4x} = \frac{\cancel{d}}{d-2x} \rightarrow 3d - 6x = d + 4x$$

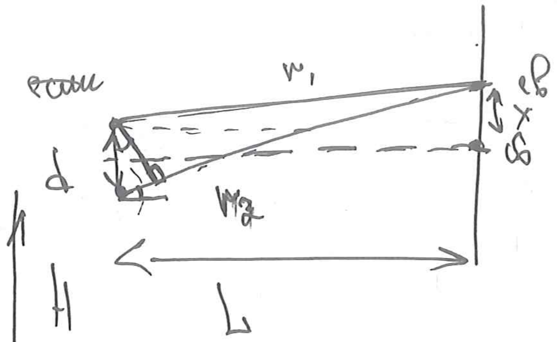
$$d = 5x = 25\text{ см}$$

13-32-01-27 (2.9)

Черновик

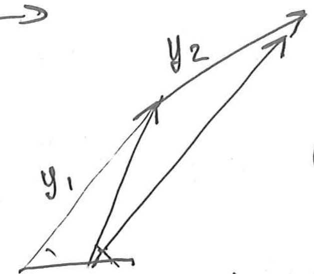
№5 $h \ll L$





совпадают с

$y(t) = A\cos(\omega t - kr + \varphi_0)$



$(x^2-1)(x+1) = g$

$\frac{k^2h^2}{mg}$

2

$A_1^2\cos^2(\omega t - kr_1 + \varphi_0) + A_2^2\cos^2(\omega t - kr_2 + \varphi_{02}) +$

$h = kx_0$

$+2A_1A_2\cos(\omega t - kr_2 + \varphi_0)\cos(\omega t - kr_2\,\varphi_0)\cos(\varphi_{01} + \varphi_{02})$

~~dcosα~~ $d\sin\alpha = \lambda$

$\frac{2h(x+h)}{\sqrt{L^2 + (x+h)^2}} = \lambda$

$\sin\alpha = \frac{x+h}{\sqrt{L^2+(x+h)^2}}$

$\frac{x+h}{L}\cdot 2h = \lambda \rightarrow x = \frac{\lambda L}{2h}$

$\frac{x+h}{\sqrt{L^2+x^2}}$

$\cancel{(x+h)^2}$

$(kh - mg)^2(kh + mg) = g(mg)^3$

$(k^2h^2 - (mg)^2)(k^2h^2 + (mg)^2) = g(mg)^2$

$h^2 - hx_0 - x_0^2 = 0$

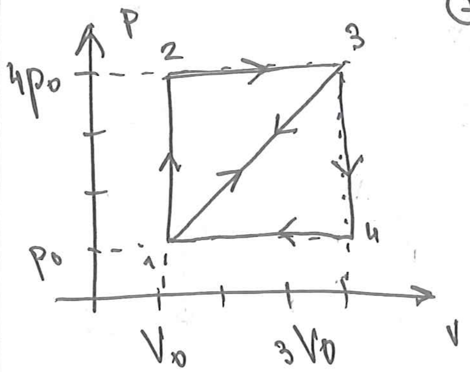
$g =$

$D = x_0^2 + 4x_0^2 = 0$

$\left[\left(\frac{k^2h^2}{m^2g^2}\right) - 1\right]\left(\frac{kh}{mg} + 1\right) = g$

Чистовик

№2.2.2



(1) Процесс 1-2-3-1

КПД цикла: $\eta_1 = \frac{A_1}{Q_{н1}} = \frac{3p_0V_0}{\frac{49}{2}p_0V_0} = \frac{6}{49}$

A_1 - работа газа, площадь треуг. 1-2-3-1

$A_1 = \frac{1}{2}\cdot 3p_0\cdot 2V_0 = 3p_0V_0$ +

$Q_{н1}$ - нагрев. теплота 1-2-3-1

$Q_{н1} = Q_{12} + Q_{23} = A_{123} + \Delta U_{13} = 3p_0\cdot 2V_0 + \frac{3}{2}(12p_0V_0 - p_0V_0)$

$Q_{н1} = p_0V_0\left(6 + \frac{33}{2}\right) = \frac{49\,p_0V_0}{2}$ +

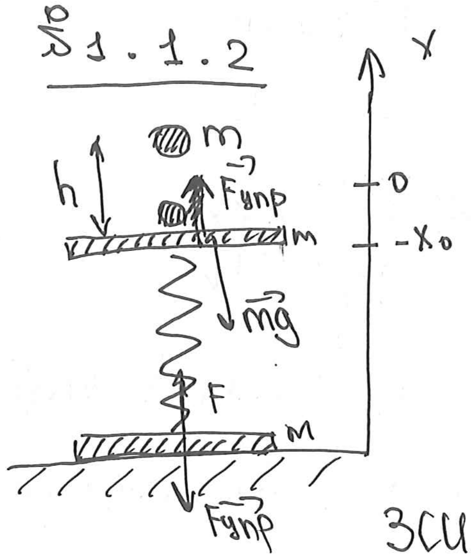
(2) Процесс 1-3-4-1: КПД цикла: $\eta_2 = \frac{A_2}{Q_{н2}} = \frac{6}{43}$

Аналогично $A_2 = 3p_0V_0$

$Q_{н2} = Q_{13} = A_{13} + \Delta U_{13} = \frac{1}{\cancel{2}}\cdot\cancel{2}V_0\cdot 5p_0 + \frac{3}{2}(12p_0V_0 - p_0V_0) = \frac{43}{2}p_0V_0$ (+)

(3) $\frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{6}{43}\cdot\frac{49}{6} = \frac{49}{43}$ Ответ: $\frac{49}{43}$

№1.1.2



(1) Колебания будут гармоническими если нижний брусок не будет отрываться от стола.

$F_{упр} \le mg$

(2) Момент падения бруска:

ЗСЭ: $mgh = \frac{m\upsilon^2}{2} \longrightarrow \upsilon = \sqrt{2gh}$

ЗСИ: $m\upsilon = 2mu \longrightarrow u = \sqrt{\frac{gh}{2}}$ (+)

(3) II Закон Ньютона для "шарика + верхний брусок":

$2m\ddot{x} = -kx + 2mg$ (+) $\ddot{x} + x\cdot\frac{k}{2m} - g = 0$ - уравнение гармонических колебаний

$x(t) = x_1 + \frac{2mg}{k}$ $\ddot{x}_1 + x_1\cdot\frac{k}{2m} = 0$ $\dot{x}(t) = \dot{x}_1(t)$ $\ddot{x}(t) = \ddot{x}_1(t)$ колебаний (продолжение)

смотреть продолжение на другом листе

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Продолжение задачи 1.1.2 Чистовик

$x_1(t) = A\cos\omega t + B\sin\omega t$, где $\omega = \sqrt{\frac{k}{2m}}$ $x(0) = -x_0 = -\frac{mg}{k}$

$\dot{x}(0) = \sqrt{\frac{gh}{2}}$

$x(t) = A\cos\omega t + B\sin\omega t + \frac{2mg}{k}$

$x(0) = A + \frac{2mg}{k} = -\frac{mg}{k} \longrightarrow A = -\frac{3mg}{k}$

$\dot{x}(t) = -A\omega\sin\omega t + B\omega\cos\omega t$; $\dot{x}(0) = B\omega = \sqrt{\frac{gh}{2}}$

$x(t) = \frac{mg}{k}(2 - 3\cos\omega t) + \sqrt{\frac{mgh}{k}}\cdot\sin\omega t$ $B = \sqrt{\frac{gh}{2}}\cdot\sqrt{\frac{2m}{k}} = \sqrt{\frac{mgh}{k}}$

(3) Найдем $|F_{упр}|$ max, $|F_{упр}| = |k\cdot x| \Rightarrow \dot{x} = 0$ если x_{max} $\cancel{x>0}$

$\dot{x}(t_1) = 0$

$\frac{3mg}{k}\cdot\omega\cdot\sin\omega t_1 + B\omega\cos\omega t_1 = 0$

$tg\,\omega t_1 = -\frac{|A|}{B} = -\frac{3mg}{k}\cdot\cancel{\sqrt{\frac{mgh}{k}}}\ \sqrt{\frac{k}{mgh}} = -3\sqrt{\frac{mg}{kh}}$

$tg\,\omega t_1 = \frac{\sin\omega t_1}{\cos\omega t_1}$; так как $\cancel{x>0}$ то $\cancel{\sin\omega t > 0}$

$\sin\omega t_1 = \frac{-3\sqrt{mg}}{\sqrt{9mg+kh}}$ $\cos\omega t_1 = +\sqrt{\frac{kh}{9mg+kh}}$

$x(t_1) = \frac{mg}{k}\left(2 + 3\sqrt{\frac{kh}{9mg+kh}}\right) + \frac{3\cdot mg}{\sqrt{9mg+kh}}\sqrt{\frac{h}{k}} =$

$= \frac{2mg}{k} + 3mg\sqrt{\frac{h}{k}}\cdot\frac{1}{\sqrt{9mg+kh}} + \frac{3mg}{\sqrt{9mg+kh}}\sqrt{\frac{h}{k}}$

Из Пункта 1.

$\left|\frac{2mg}{k} + 6\frac{mg}{\sqrt{k}}\sqrt{\frac{h}{9mg+kh}}\right| \le \frac{mg}{k}$

$2\,\frac{\cancel{6mg}}{\sqrt{k}}\sqrt{\frac{h}{9mg+kh}} = \frac{\cancel{3mg}}{k}$

$\frac{kh}{9mg+kh} = \frac{1}{4}$ $4kh = 9mg + kh$

$h = \frac{9mg}{3k} = \frac{3mg}{k}$

Ответ: $\frac{3mg}{k} = h_{max}$

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!