0 420088 570002

42-00-88-57
(1.9)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Козловой Дарьи Михайловны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Вышла 13:02 – Вернулась 13:05

+ 1 лист

+ 1 лист

Дата

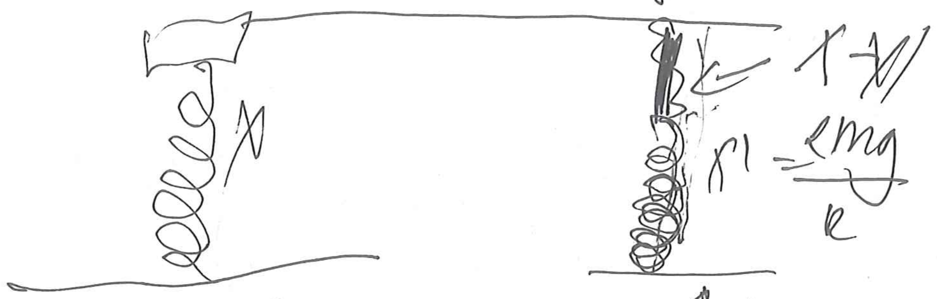
«14» февраля 2025 года

Подпись участника

черновик

$kx = mg$

$x = \frac{mg}{k}$

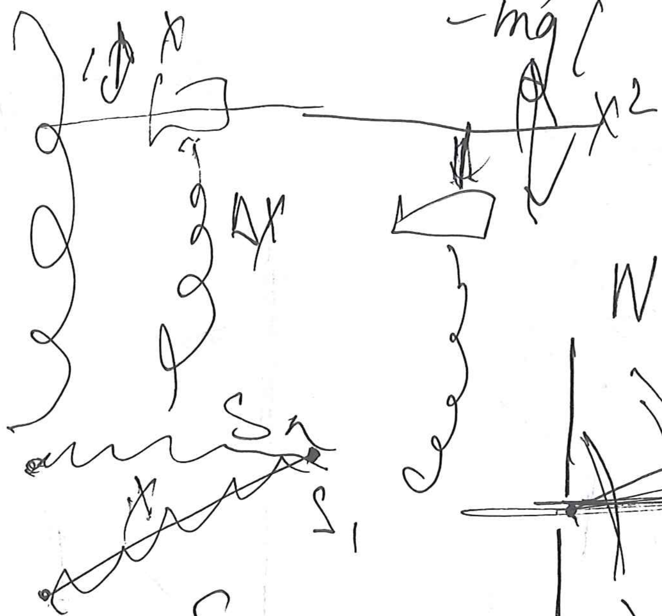


$x' = \frac{2mg}{k}$

$\frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{kx'^2}{2} + \frac{mv_m^2}{2}$

$(x - x')$

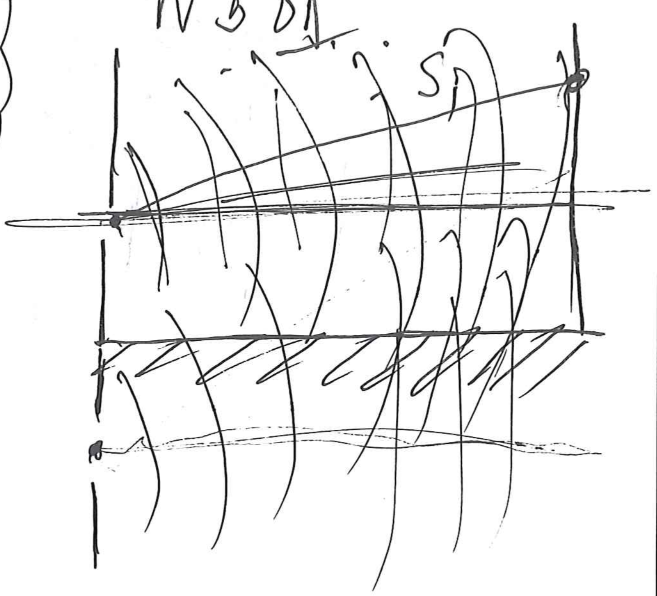
$m(V^2 - V_m^2) = \frac{k}{2}\left(\frac{4m^2g^2}{k^2} - \frac{m^2g^2}{k^2}\right) - mgl$



$S_1 = x \cdot l$

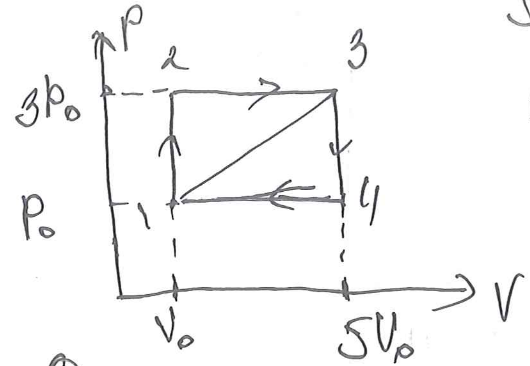
$S_2 = g \cdot l$

№ 581



$\frac{S_1}{A}$

№22.1 чистовик



Процесс 1-2-3-1:

$A_{цикла} = \frac{1}{2} \cdot (3p_0 - p_0) \cdot (5V_0 - V_0) = 4p_0V_0$

~~$Q_{цикла} = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2}(3p_0V_0 - p_0V_0) = 3p_0V_0$~~

$Q_{цикла} = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2}(3p_0V_0 - p_0V_0) + \frac{5}{2}(5V_0 \cdot 3p_0 - 3p_0V_0) = 3p_0V_0 + \frac{5}{2} \cdot 12p_0V_0 = 3p_0V_0 + 30p_0V_0 = 33p_0V_0$

$\eta_{123} = \frac{A_{цикла}}{Q_{цикла}} = \frac{4}{33}$

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

$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}$

$Q_{цикла}$ – кол-во теплоты ~~(газом)~~ нагревателя полученное от газом в процессе 1-2-3-1

Процесс 1-3-4-1:

~~$A_{цикла} = \frac{1}{2} \cdot 2p_0 \cdot 4V_0 =$~~

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

$Q'_{цикла}$ – полученное кол-во теплоты

$Q'_{цикла} = Q_{13} = A_{13} + \Delta U_{13} = \frac{3}{2} \cdot (5p_0 \cdot 3V_0 - p_0V_0) + \frac{1}{2}(p_0 + 3p_0) \cdot 4V_0 = \frac{3}{2} \cdot 14p_0V_0 + 2p_0V_0 \cdot 4p_0V_0 = 21p_0V_0 + 8p_0V_0 = 29p_0V_0$

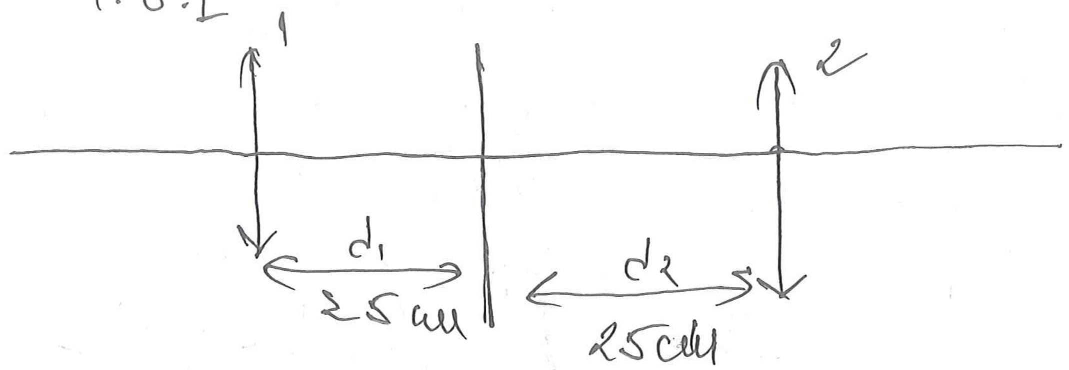
$\eta_{1341} = \frac{A'_{цикла}}{Q'_{цикла}} = \frac{4}{29}$

$\boxed{\frac{\eta_{1231}}{\eta_{1341}} = \frac{4}{33} \cdot \frac{29}{4} = \frac{29}{33}}$

Ответ: ~~$\frac{29}{33}$~~ $\frac{29}{33}$

+

№4.8.1 чистовик



1. Для первой линзы:

$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f_1}$$

$$d_1 = 25 \text{ см}$$

$$f_1 = \frac{F_1 d_1}{d_1 - F_1}$$

$$\Gamma_1 = 1$$

$$\Gamma = \frac{f_1}{d_1} = \frac{F_1}{d_1 - F_1}$$

$$\frac{F_1}{d_1 - F_1} = 1; \quad F_1 = d_1 - F_1;$$

$$2F_1 = d_1$$

$$F_1 = \frac{d_1}{2} = \frac{25}{2} \text{ см}$$

Для второй линзы:

$$\frac{1}{F_2} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2}$$

$$f_2 = \frac{F_2 d_2}{d_2 - F_2}$$

черновик

№3.3.1

$P = IU$

$I = CU + UF$

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

$\frac{3}{2} \cdot 2p_0 \cdot V_0 + \frac{5}{2} \cdot 3p_0 \ldots =$

$= 3p_0V_0 +$

$\frac{3}{2} \cdot (5V_0 \, 3p_0 - \frac{14}{2} p_0 V_0) +$

$+ \frac{p_0 + 3p_0}{2} \ldots V_0 = 21 p_0 V_0 + \ldots$

$B =$

$\omega mr = m\ldots$

$\Gamma = 3 = \frac{F_2}{25 - F_2}$

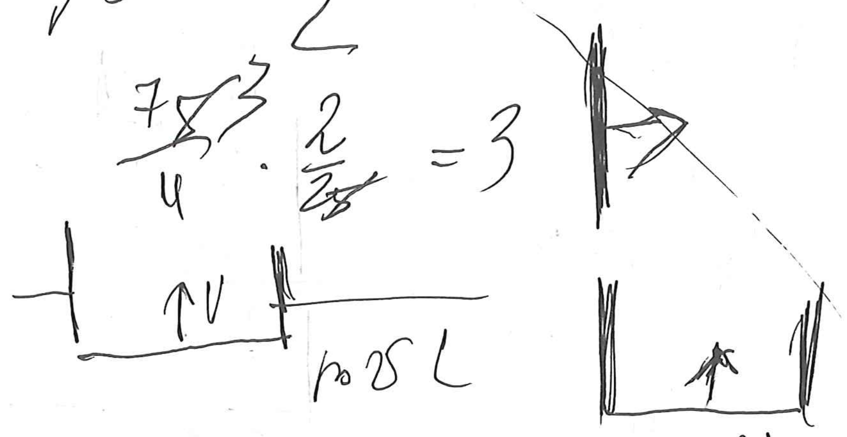
$F_2 = 3 \cdot 25 - 3F_2$

$4F_2 = 3 \cdot 25$

$F_2 = \frac{75}{4}$

$\frac{75}{4} \cdot \frac{2}{25} = \frac{3}{2}$

$\frac{75}{4} \cdot \frac{2}{25} = 3$

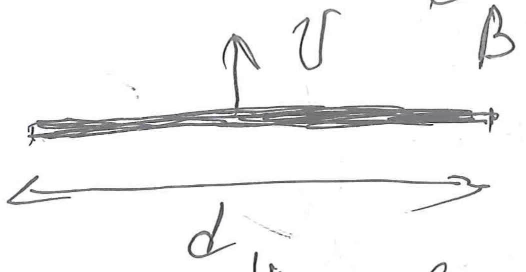


$\mathcal{E} = BVd$

$P = \frac{\mathcal{E}^2}{R}$

чистовик

(4)



$\mathcal{E} = Bvd$, d – длина слоя жидкости (длина проводника)

На двух пластинах возникает напряжение $\mathcal{E}$. Такое же напряжение на резисторе

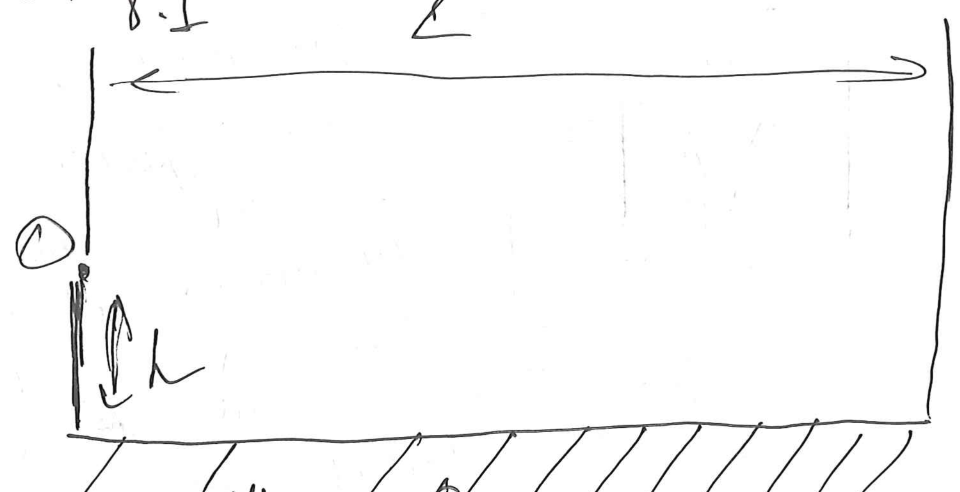
$$P = IU = \frac{\mathcal{E}^2}{R}$$

$$P = \frac{B^2 v^2 d^2}{R}; \quad d^2 = \frac{RP}{B^2 v^2}$$

$$d = \frac{\sqrt{PR}}{Bv} = \frac{\sqrt{0{,}4\cdot 10^{-3}}}{1\cdot 10\cdot 10^{-2}} = \frac{\sqrt{4\cdot 10^{-4}}}{10\cdot 10^{-2}} = \frac{2\cdot 10^{-2}}{10\cdot 10^{-2}} = 0{,}2\ м$$

Ответ: 0,2 м

№5. 8.1



щель O является источником вторичных волн с длиной волны $\lambda = 0{,}5$ мкм

42-00-88-57 (1.9)

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

чистовик

$\cancel{\Gamma_2 = \frac{f_2}{d_2} = \frac{d_2}{d_2 - F_2}}$

$\cancel{\frac{d_2}{d_2 - F_2} = 3;\ d_2 = 3d_2 - 3F_2;\ 3F_2 = 2d_2}$

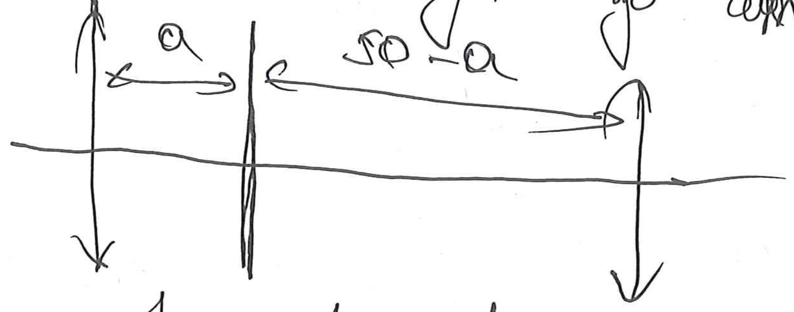
$\cancel{d_2 = \frac{3}{2}F_2}$

$\cancel{F_2 = \frac{2}{3}d_2 = \frac{2}{3}\cdot 25 = \frac{50}{3}\ см}$

$$\Gamma_2 = \frac{f_2}{d_2} = \frac{F_2 d_2}{d_2 - F_2}\cdot\frac{1}{d_2} = \frac{F_2}{d_2 - F_2} = 3$$

$F_2 = 3d_2 - 3F_2$; $4F_2 = 3d_2$; $F_2 = \frac{3}{4}d_2 = \frac{3}{4}\cdot 25 = \frac{75}{4}$ см

Пусть во втором случае расстояние от 1-ой линзы до стержня a; от второй линзы до стержня $50-a$



$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{a} + \frac{1}{f_1'}$$

$$\frac{1}{f_1'} = \frac{1}{F_1} - \frac{1}{a}; \quad f_1' = \frac{F_1 \cdot a}{a - F_1}$$

$$\Gamma_1' = \frac{f_1'}{a} = \frac{F_1}{a - F_1}$$

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

Шестовин

$$\frac{1}{F_2} = \frac{1}{f_2'} + \frac{1}{50-a}$$

$$f_2 = \frac{F_1 \cdot (50-a)}{-F_2 + (50-a)}$$

$$\Gamma_2' = \frac{f_2}{50-a} = \frac{F_2}{(50-a)-F_2}$$

$$\Gamma_2' = \Gamma_1'$$

$$\frac{F_2}{50-a-F_2} = \frac{F_1}{a-F_1}$$

$$\frac{75}{4} \cdot \frac{1}{50-a-\frac{75}{4}} = \frac{25}{2} \cdot \frac{1}{a-\frac{25}{2}}$$

$$\frac{3}{2} \cdot \frac{1}{50-a-\frac{75}{4}} = \frac{1}{a-\frac{25}{2}}$$

$$3a - \frac{75}{2} = 2\left(50 - a - \frac{75}{4}\right)$$

$$3a - \frac{75}{2} = 100 - 2a - \frac{150}{4}$$

$$3a - \frac{75}{2} = 100 - 2a - \frac{75}{2}$$

$$5a = 100$$

$$a = \frac{100}{5} = 20 \text{ см}$$

Тогда отнесень шестиии на расстояние $x = 25 - a = 25 - 20 = 5$ см

Ответ: 5 см

+

Шестовин

$$1 = \sqrt{2} \cos(\omega t)$$

$$\cos \omega t = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{\pi} \qquad \omega t = \frac{\pi}{4}$$

$$\frac{2\pi}{\pi} t = \frac{\pi}{4}$$

$$t = \pi \cdot \frac{\pi}{4 \cdot 2\pi} = \frac{\pi}{8}$$

Итого:

$$\tau = \frac{3}{4}\pi + \frac{\pi}{8} = \frac{6}{8}\pi + \frac{\pi}{8} = \frac{7}{8}\pi$$

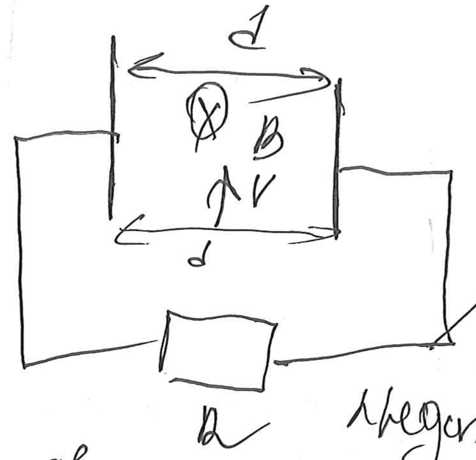
$$= \frac{7}{8} \cdot \frac{2\pi}{\omega} = \frac{7 \pi}{4 \cdot 5} = \frac{7}{20}\pi$$

Ответ: $\frac{7}{20}\pi$ с

+

№4.8.1

τ - ? ви сопр.



Заметим, что жидкость проводящая. В ней есть свободные носители заряда. Каждый отдельный слой жидкости можно представить как движущийся ~~в магнитном~~ в постоянном магнитном поле проводник, на концах которого возникает разность потенциалов.

чистовик

Сначала брусок достигнет положения равновесия за время τ, затем совершит одно полуколебание и затем поднимется на максимальную высоту пройдя за четверть периода

$$T' = 2\pi\sqrt{\frac{2m}{k}}$$

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

$$\omega^2 = \frac{k}{2m} \; ; \; k = \omega^2 \cdot 2m$$

Тогда общее время движения составляет: $\cancel{\tau = \frac{3}{4}T + t}$ $\tau = \frac{3}{4}T + t$

$$\frac{m}{k} = \frac{1}{2\omega^2} = \frac{1}{50}$$

$$\cancel{U_{max} = \sqrt{100 \cdot \frac{1}{50 \cdot 2} + 2 \cdot 10 \cdot 0{,}2} = \sqrt{1+4} = \sqrt{5}}$$

$$\cancel{V = \sqrt{2gh}}$$

$$V = \frac{\sqrt{2gh}}{2} = \frac{\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0{,}2}}{2} = \frac{\sqrt{4}}{2} = 1$$

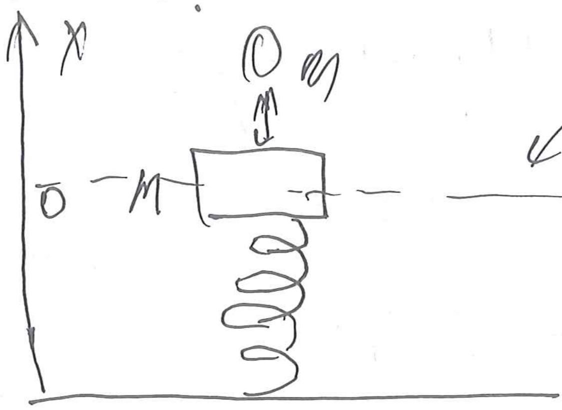
$$U_{max} = \sqrt{\frac{2gh}{4} + \frac{m}{2k} \cdot g^2} = \sqrt{\frac{4}{4} + 100 \cdot \frac{1}{2 \cdot 50}}$$

$$= \sqrt{1+1} = \sqrt{2}$$

42-00-88-57
(1.9)

чистовик

1.1.1.



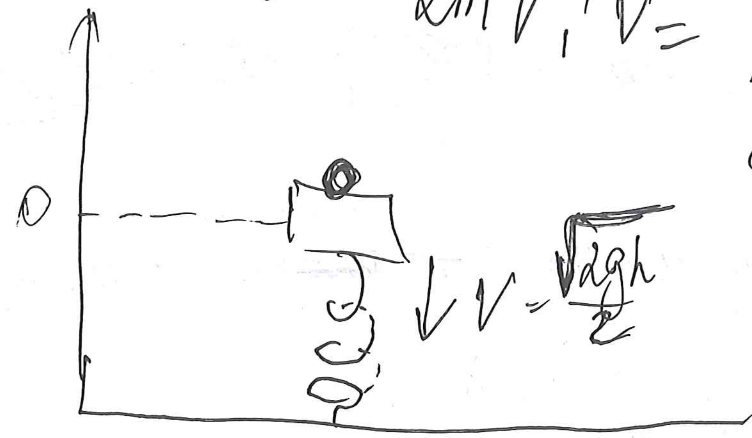
0 потенциальной энергии

Запишем закон сохранения энергии (далее — ЗСЭ) для мячика в начальный момент и в момент, когда он находится перед бруском

$$mgh = \frac{m\vartheta^2}{2} \qquad \vartheta = \sqrt{2gh}$$

Происходит неупругое соударение. Будем считать, что время соударения слишком мало, ударные силы много больше силы упругости и силы тяжести, поэтому можем применить закон сохр. импульса

$$m\vartheta = 2mV \; ; \; V = \frac{\vartheta}{2} = \frac{\sqrt{2gh}}{2}$$



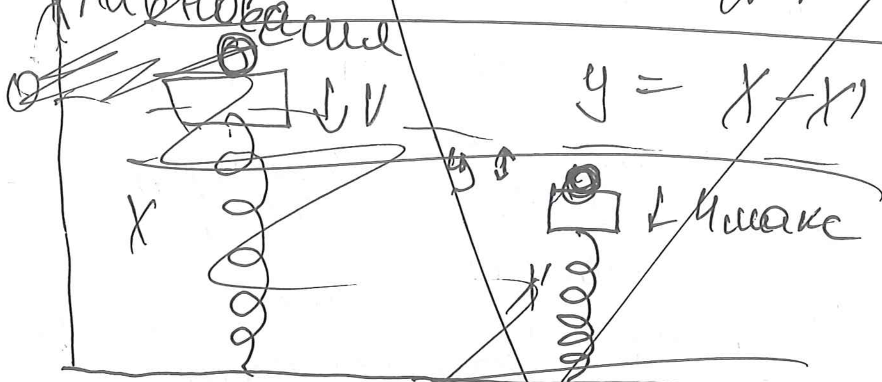
x – первонач. деформация пружины

$kx = mg$

$x = \frac{mg}{k}$

деформация пружины в состоянии равновесия (листовки): $2mg = kx'$; $x' = \frac{2mg}{k}$

~~Максимальная скорость в положении равновесия~~



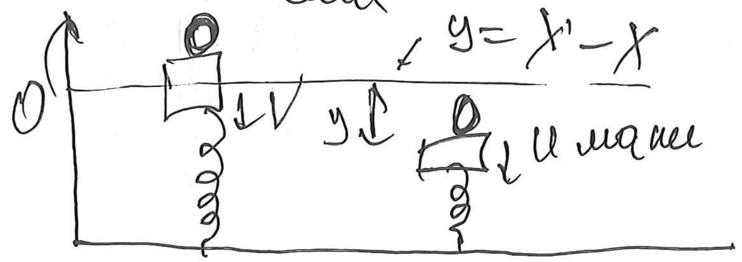
По ЗСЭ:

$$\frac{kx^2}{2} + \frac{2mV^2}{2} = -2mgy + \frac{2mV_{макс}^2}{2} + \frac{kx'^2}{2}$$

$$\frac{k}{2}\frac{m^2g^2}{k^2} + mV^2 = mV_{макс}^2 + \frac{k}{2}\cdot\frac{4m^2g^2}{k^2} - 2mg\left(\frac{2mg}{k} - \frac{mg}{k}\right)$$

$$\frac{m^2g^2}{2k} + mgh = mV_{макс}^2 + \frac{2m^2g^2}{k} - \frac{2mg^2}{k}$$

Максимальная скорость в полож. равновесия



ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

По ЗСЭ (листовки)

$$\frac{kx^2}{2} + \frac{2mV^2}{2} = \frac{kx'^2}{2} + \frac{2mV_{макс}^2}{2} - 2mgy$$

$$\frac{2mV^2}{2} = mV^2 = \frac{m2gh}{4}$$

$kx' = 2mg$; $x' = \frac{2mg}{k}$

$$\frac{k}{2}\frac{m^2g^2}{k^2} + m\cdot 2gh = k\cdot\frac{4m^2g^2}{2k^2} + mV_{макс}^2 - 2mg(x'-x)$$

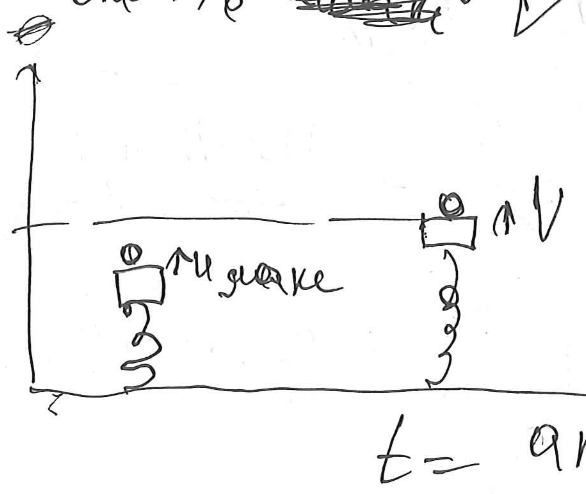
$$\frac{m^2g^2}{2k} + 2mgh = \frac{2m^2g^2}{k} + mV_{макс}^2 - 2mg\left(\frac{2mg}{k} - \frac{mg}{k}\right)$$

$$\frac{m^2g^2}{2k} + \frac{2mgh}{4} = \frac{2m^2g^2}{k} + mV_{макс}^2 - \frac{2m^2g^2}{k}$$

$$mV_{макс}^2 = \frac{m^2g^2}{2k} + \frac{2mgh}{4}$$

$$V_{макс} = \sqrt{\frac{mg^2}{2k} + \frac{2gh}{4}}$$

Рас-ним след. ситуацию. Пусть пружинный маятник совершает колебание из ~~...~~ положения равновесия скорость до положения, где его



$V(t) = V_{макс}\cos(\omega t)$

$V = V_{макс}\cos(\omega t)$

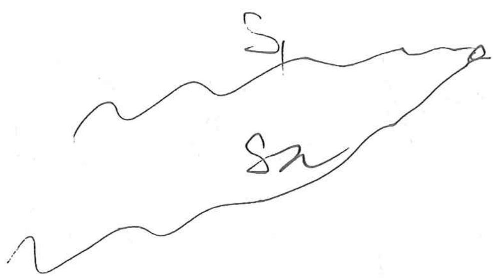
$\cos(\omega t) = \frac{V}{V_{макс}}$

$\omega t = \arccos\frac{V}{V_{макс}}$

$t = \arccos\left(\frac{V}{V_{макс}}\right)\cdot\frac{1}{\omega}$

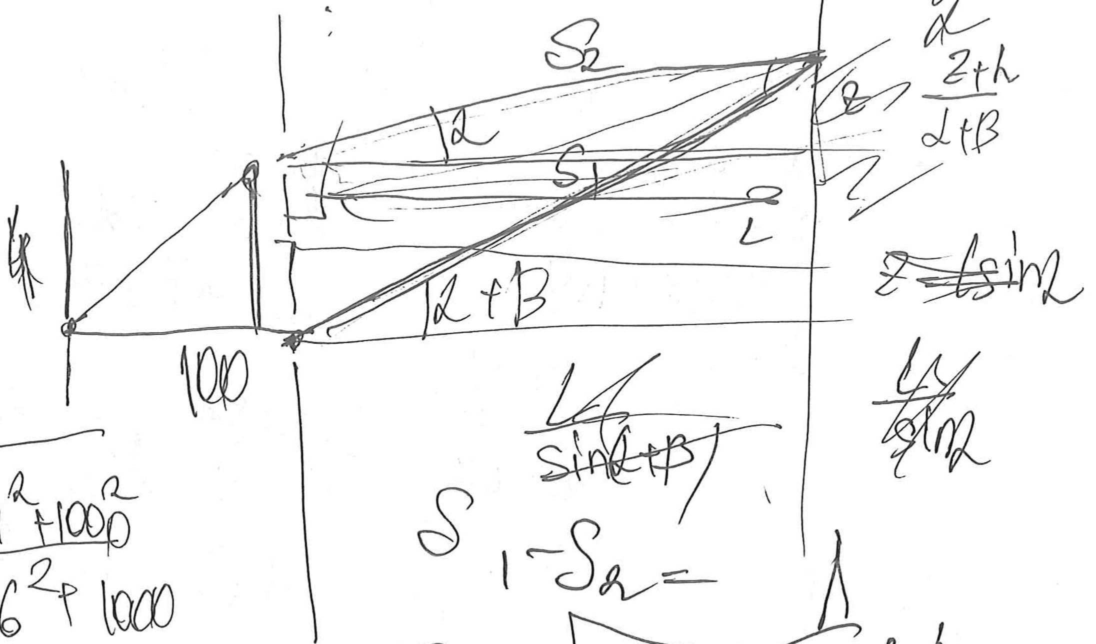
Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

Черновик



$S_1 = \lambda$.

$S_2 - S_1 = \frac{\lambda}{2}$



$\sqrt{4^2+100^2}$

$\sqrt{6^2+1000}$

1016 : 16

$S_1 - S_2 = \frac{\lambda}{2} \cdot k$, $k = 1, 2, 3$

$S_1 = \sqrt{L^2 + z^2}$

$S_2 = \sqrt{L^2 + (z+h)^2}$

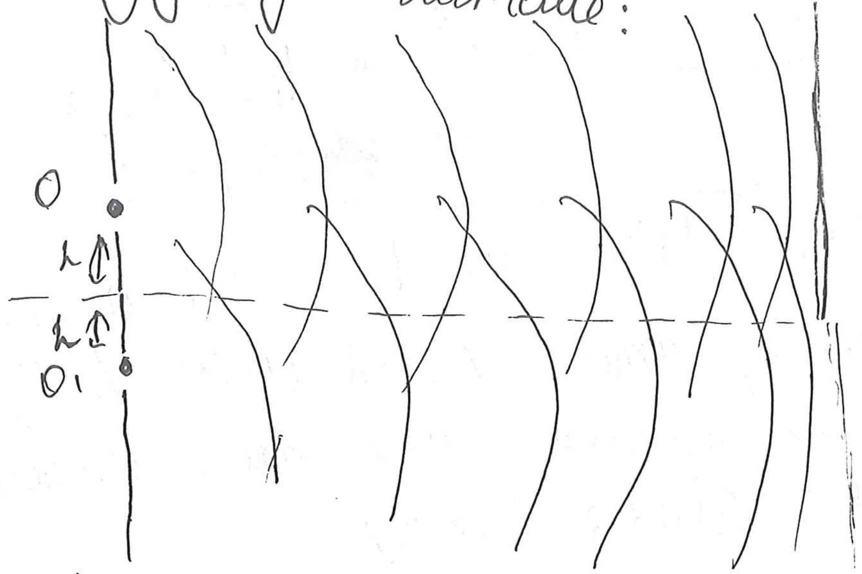
$\sqrt{L^2+z^2} - \sqrt{L^2+(z+h)^2} = \frac{\lambda}{2} k$

42-00-88-57 (1.9)

чистовик

Свет падает на зеркало, отражается. Происходит наложение двух световых волн с длиной волны $\lambda = 0{,}5$ мкм

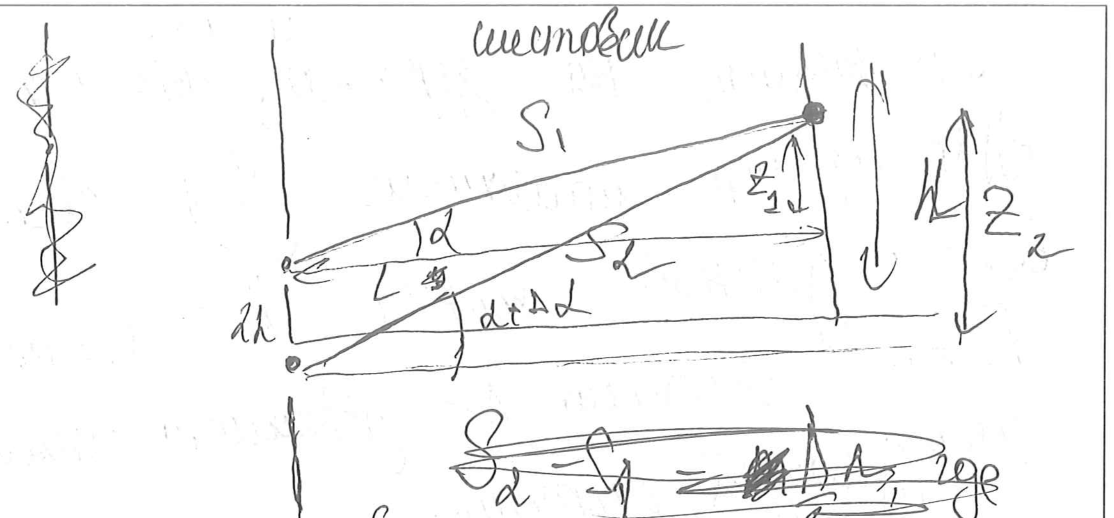
Система с зеркалом аналогична следующей системе:



Два источника света, находящиеся на расстоянии 2h друг от друга. Происходит наложение этих волн. ~~$\sin\alpha = m\lambda$ дифракцию для одного максимума~~

Интерференционный максимум наблюдается, когда в разность хода укладывается целое число длин полуволн

черновик



~~$S_2 - S_1 = \frac{\lambda}{2n}$, где~~

$S_2 - S_1 = n\lambda$, где $n = 1; 2; 3 \dots$

$S_1 = \sqrt{z^2 + L^2}$; $S_2 = \sqrt{L^2 + (z+2h)^2}$

$\sqrt{L^2 + (z+2h)^2} - \sqrt{z^2 + L^2} = \lambda \cdot k$, $k = 1; 2; 3$

Заметим, что $L \gg h$ и $L \gg H$, то это мы можем использовать приближение $\sin\alpha \approx tg\,\alpha \approx \alpha$

~~$z_1 \approx S_1 \sin$~~ $z_1 = S_1 \sin\alpha \approx S_1 \alpha$

$z_2 = S_2 \sin(\alpha + \Delta\alpha) = S_2(\alpha + \Delta\alpha)$

$z_2 - z_1 = 2h$

$$\begin{cases} S_2\alpha + S_2\Delta\alpha - S_1\alpha = 2h \\ S_2 - S_1 = \lambda \cdot n \end{cases}$$

$S_2 = S_1 + \lambda \cdot n$

$S_2(\alpha + \Delta\alpha) - S_1 \cdot \alpha = 2h$

~~$S_2\alpha$~~ $(S_1 + \lambda \cdot n)(\alpha + \Delta\alpha) - S_1\alpha = 2h$

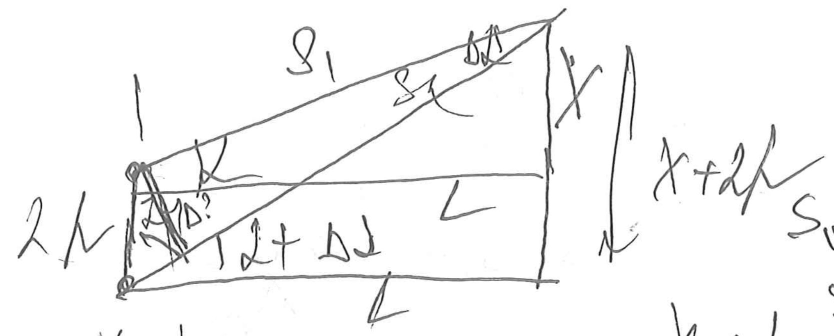
~~$S_1\alpha + S_1\Delta\alpha + \lambda n\alpha + \lambda n\Delta\alpha =$~~

$S_1\alpha + S_1\Delta\alpha + \lambda \cdot n\alpha + \lambda \cdot n\Delta\alpha - S_1\alpha = 2h$

$S_1\Delta\alpha + \lambda n(\alpha + \Delta\alpha) = 2h$

Черновик

$X + 2h$



$\Delta\alpha =$

$S_1\alpha = S_2 \cdot \alpha + S_2$

$S_1\alpha = S_2\alpha + S_2 \cdot \frac{2h}{S_2} \cdot L S_1$

$S_1\alpha = S_2\alpha + S_1$

$X + 2h =$

$\frac{X}{L} = tg\,\alpha$, $\frac{X+2h}{L} = tg(\alpha + \Delta\alpha)$

$tg\,h$

~~$\Delta h = S_1$~~

$\Delta\alpha = \frac{2h}{S_1}$

$\Delta\alpha = \frac{2h \sin h}{S_1}$

$S_1 \Delta\alpha =$

$S_2(\alpha + \Delta\alpha)$

$S_2 = \frac{X + 2h}{\alpha + \Delta\alpha}$

$S_2 \frac{2h}{S_1}$; $\frac{L}{S_2} = \frac{2h}{S_1} L$

$S_1 = \frac{X}{\alpha}$

$S_1(S_1 - S_2)\alpha =$

$\frac{X + 2L}{\alpha + \Delta\alpha} - \frac{X}{\alpha} = \frac{X\alpha + 2h\alpha - X\alpha - \Delta\alpha X}{\alpha(\alpha + \Delta\alpha)} =$

$= \frac{\cancel{\alpha(2h - X)} - 2h\alpha - \Delta\alpha X}{\alpha(\alpha + \Delta\alpha)}$

$\frac{2h\alpha - X\Delta\alpha}{\alpha(\alpha + \Delta\alpha)} =$

$S_2(\alpha + \Delta\alpha) - S_1\alpha = \alpha - \alpha h$

$S_2\alpha + S_2\Delta\alpha - S_1\alpha = h$

$S_2\alpha + \frac{S_2}{S_1}\frac{2h}{S} -$

42-00-88-57
(1.9)

Черновик

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

$Q = \frac{3}{2} \cdot 2p_0 V_0 + \frac{5}{2} \cdot 3p_0 \cdot 4V_0 =$

$= 3p_0V_0 + 5 \cdot 6 p_0V_0 = 33p_0V_0$

$\frac{4V_0}{2} \cdot 4p_0 = 8p_0V_0$

$\frac{3}{2} \cdot (9 \cdot 5p_0V_0 - p_0V_0) = 44 \cdot \frac{3}{2} = 21p_0V_0$

25 | 25 | $\frac{21}{8}$ $\frac{8}{29}$

$F_1 = 50$ см $\frac{25}{2}$ $\frac{50 \cdot 25}{75}$

$\frac{f_2}{f_2 - 50} = 3$ $f_2 = 3f_2 - 3 \cdot 25$

$\frac{75}{4} \cdot \frac{2}{25} = \frac{3}{2}$ $\frac{f_2}{50 - f_2} = 3$ $75 = 2F_2$

$f_2 = 75 - 3f_2$

$\frac{\frac{25}{2}}{a - \frac{25}{2}} = \frac{75}{4} \cdot \frac{1}{50 - a - \frac{75}{4}}$ $F_2 = \frac{75}{4}$

$\frac{1}{a - \frac{25}{2}} = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{50 - a - \frac{75}{4}}$

черновик $3a - \frac{75}{2} = 100 - 2a - \frac{75}{2}$

$5a = 100$

$a = \frac{100}{5} = 10$

$\frac{(\cos\alpha)^2}{k} = P$

$S_i = \frac{2h}{\Delta\alpha} \cos(\alpha + \Delta\alpha)$

$S_i = \frac{2\alpha}{\Delta\alpha} - \frac{L}{S_i}$

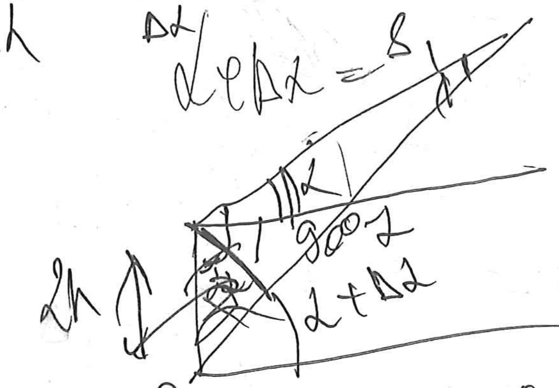
$d = \frac{\sqrt{P\lambda}}{BU} = \frac{\sqrt{0{,}4 \cdot 10^{-3}}}{1 \cdot 10^{-2}}$

$\frac{0{,}01}{10}$ $\frac{\sqrt{0{,}4 \cdot 10^{-3}}}{1}$

$\frac{2h}{\Delta\alpha} = \frac{S}{\Delta\alpha + \alpha}$ $2h\,\Delta\alpha$ $\sqrt{10^{-4}} = 10^{-\frac{4}{2}}$

$\frac{2h}{\Delta\alpha} = \frac{S_1}{\Delta\alpha}$ $S_1 = \frac{2h}{\Delta\alpha}$

$\alpha + \Delta\alpha = 8$



$\alpha + \Delta\alpha = 90° + \alpha + \gamma$

$\frac{2h}{\Delta\alpha} = \frac{S_1}{}$

$180° = 90° + \alpha + \gamma + 90° - \alpha - \Delta\alpha$

$\gamma = -\Delta\alpha$

$\Delta_1 = 2h\alpha$ $\Delta\alpha = \frac{\Delta}{2h\alpha}$

$S_1 = \frac{2h}{\Delta\alpha} \cos(\alpha + \Delta\alpha)$ $2h$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

черновик

$\frac{m^2 g^2}{2k} + \frac{2gh}{4} = \frac{k x^2}{2}$ $\frac{4 m^2 g^2}{2k} +$

ωt

$\frac{3}{4}\pi + \frac{\pi}{8} =$ $y = \frac{2mg}{k}$ $\frac{mg}{k} = \frac{mg}{k}$ $\frac{2\pi}{T} \cdot t = \frac{\pi}{4}$

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

$\frac{m^2 g^2}{2k} + \frac{gh}{2} = \frac{2m^2g^2}{k} + \frac{2m^2g^2}{k} + m$

$\omega^2 = \frac{k}{2m}$ $\frac{m}{u} = \frac{\omega^2}{2} = \frac{1}{80}$

$\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0{,}2} = 2$ $t = \frac{\pi}{8}$

$\frac{2gh}{4} + \frac{mg^2}{2k}$ $\frac{\pi}{8} + \frac{6}{8}\pi = \frac{7}{8}\pi$

$S = \frac{mg}{k}$ $\frac{7}{8} \cdot \frac{2\pi}{5} = \frac{7}{20}$

$\frac{k_1 \cdot x_2^2}{\frac{M}{u}} = u \cdot \frac{M}{u} = \frac{u^2}{c^2}$

$1 + \frac{100}{50} \cdot \frac{2 \cdot 10 \cdot 10}{4} -$