0 191074 160001

19-10-74-16
(2.12)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

ДЕШИФР

Место проведения Москва
город

+1 лист

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Иванова Вадима Сергеевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

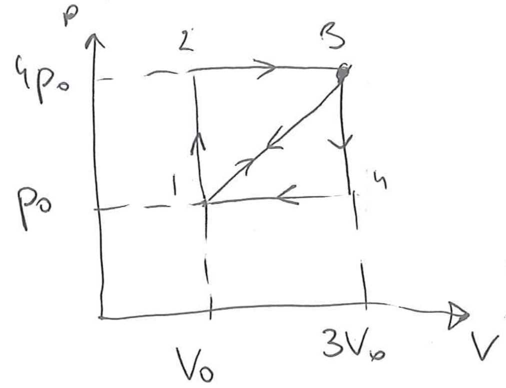
Дата

«14» февраля 2025 года

Подпись участника

Черновик

2.2.2.



$P_0V_0 = \nu R T_0$

$A_1 = A_2 = S_{123} = S_{134}$

$Q_{12} = \frac{3}{2}\nu R \cdot 3T_0$

$Q_{23} = A + \Delta U = 4P_0 \cdot 2V_0 + \frac{3}{2}\nu R \cdot 8 \cdot 2T_0$

$Q_{13} = \frac{5P_0}{2} \cdot 2V_0 + \frac{3}{2} \cdot P_0V_0 \cdot 11$

$$\eta_{1\text{-}2\text{-}3\text{-}1} = \frac{3P_0 \cdot 2V_0}{3 \cdot \frac{3}{2}\nu R T_0 + 3P_0 \cdot 2V_0 + \frac{3}{2}\nu R\, 2T_0} =$$

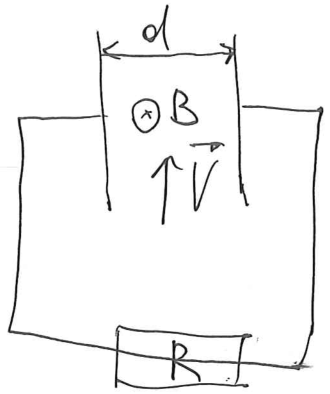
$$= \frac{3P_0V_0}{4{,}5P_0V_0 + 6P_0V_0 + 3P_0V_0} = \frac{3P_0V_0}{13{,}5} = \frac{30}{135} = \frac{2}{9}$$

$$\eta_{1\text{-}3\text{-}4\text{-}1} = \frac{3P_0V_0}{5P_0V_0 + 16{,}5P_0V_0} = \frac{3P_0V_0}{21{,}5P_0V_0} = \frac{6}{43}$$

$$\frac{\eta_{1341}}{\eta_{1231}} = \frac{3}{21{,}5} \cdot \frac{9}{2} = \frac{27}{21{,}5} = \frac{270}{215} = \frac{54}{43}$$

Пересчитать!

3.3.2.



$P_m = IMBT$

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

$F = qB\upsilon$

$qE = qB\upsilon$

$\mathcal{E} = Ed = B\upsilon d$

$$\frac{(B\upsilon d)^2}{R} = P$$

$$B^2\upsilon^2 d^2 = PR$$

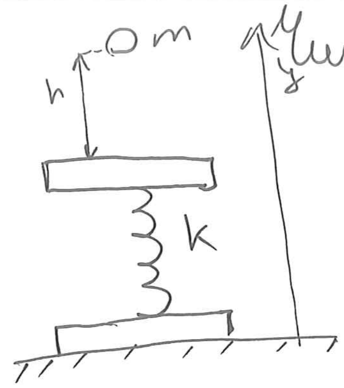
$$B = \frac{\sqrt{PR}}{\upsilon d} = \frac{\sqrt{0{,}001 \cdot 0{,}4}}{0{,}1 \cdot 0{,}4} = \frac{0{,}02}{0{,}04} = \frac{1}{2}$$

19-10-74-16 (2.12)

Σ	48	Симонович	
5	18	Иванов	
4	15	Шибуева	
3	12	Антадзе	
2	16	Журавлева	
1	14	Волченкова	

Чистовик

1.1.2.



Введем Оy

x – положение в котором пружина не растянута

$\Delta x k = mg$ $\quad$ Δx – растяжение пружины

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

~~Из закона~~

$$h - \frac{gt^2}{2} = 0$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$ – время, когда шар коснулся бруска

$$\upsilon_t = g \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{2gh}$$

υ_0 – скорость, с которой они начали двигаться

ЗСИ:

$$m \cdot \sqrt{2gh} = 2m \cdot \upsilon_0$$

$$\upsilon_0 = \sqrt{\frac{gh}{2}}$$

ЗСЭ для момента сразу после столкн.

$$E_{\text{п}1} = \frac{2m\upsilon_0^2}{2} + (x - \Delta x)\,2mg + \frac{k\Delta x^2}{2} =$$

$$= \frac{mgh}{2} + \left(x - \frac{mg}{k}\right)2mg + \frac{km^2g^2}{2k^2} =$$

$$= \frac{mgh}{2} + 2mgx - \frac{2m^2g^2}{k} + \frac{km^2g^2}{2k} =$$

$$= \frac{mgh}{2} + 2mgx - 1{,}5\frac{m^2g^2}{k}$$

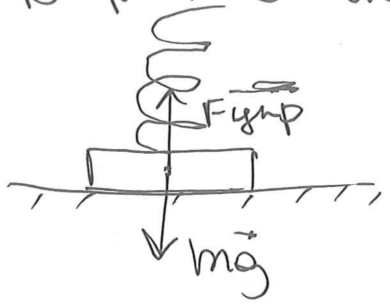
Теперь заметим, что условие гармонических колебаний = условию не отрыва нижнего бруска от земли, т.к если он

1.1.2. (продолжение)

оторвется, то пружина сожмется в воздухе.

Условие не отрыва нижнего бруска:

Второй З Ньюта



$\vec F_{упр} = m\vec g$?

$k\Delta x_1 = mg$

$\Delta x_1 = \frac{mg}{k} = \Delta x$

ЗСЭ для момента отрыва

$E_2 = 2mg(\Delta x + x) - \frac{k\Delta x^2}{2} = \cancel{2mg\Delta}$

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

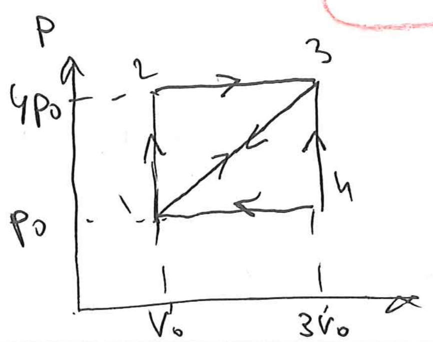
Из условия $E_1 = E_2$

$1{,}5\frac{m^2g^2}{k} + \cancel{2mgx} = \frac{mgh}{2} + \cancel{2mgx} - 1{,}5\frac{m^2g^2}{k}$

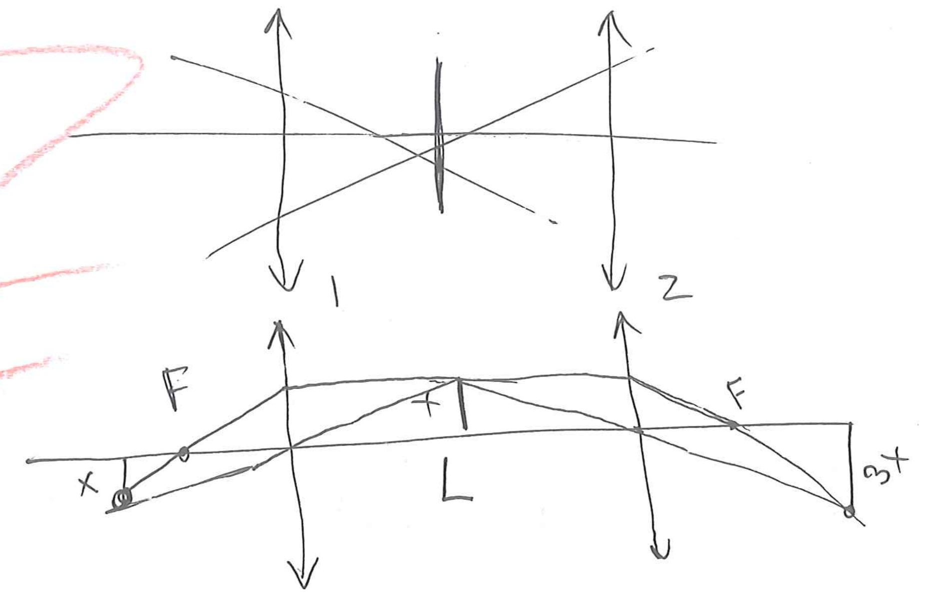
$3\frac{m^2g^2}{k} = \frac{mgh}{2}$

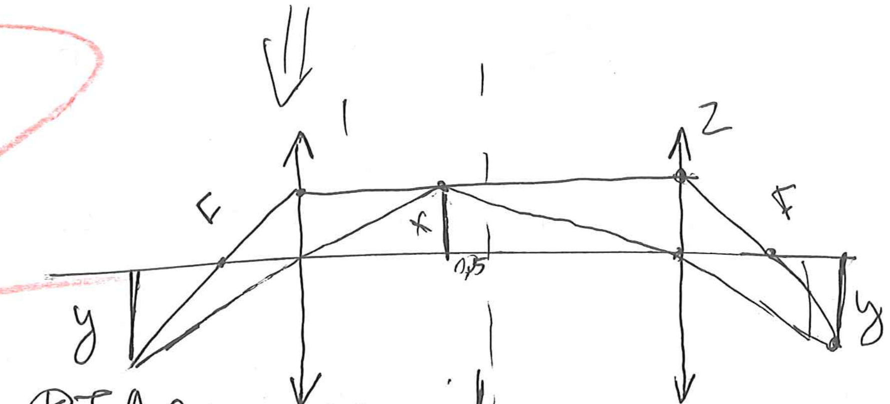
$h = \frac{6mg}{k} = 0{,}06$ м

Задача 2.2.2



Черновик





~~ФТЛ~~ для 1 случая

1) $\frac{1}{F_1} = \frac{2\,1}{\frac{L}{2}}$

$F_1 = \frac{L}{4}$

2) $\frac{1}{F_2} = \frac{1}{\frac{L}{2}} + \frac{1}{\frac{3L}{2}} = \frac{2}{L}\left(1 + \frac{1}{3}\right) = \frac{8}{3L}$

$F_2 = \frac{3L}{8}$

ФТЛ для второго:

1) $\frac{1}{F_1} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2}$ $\frac{1}{F_2} = \frac{1}{d_3} + \frac{1}{f_3}$

Черновик.

$$\frac{1}{\frac{L}{4}} = \frac{1}{\frac{L}{2}-0{,}05} + \frac{1}{\frac{y}{x}\left(\frac{L}{2}-0{,}05\right)}$$

$$\frac{1}{\frac{3L}{8}} = \frac{1}{\frac{L}{2}+0{,}05} + \frac{1}{\frac{y}{x}\left(\frac{L}{2}+0{,}05\right)}$$

$$\frac{1}{\frac{3L}{8}} = \frac{1}{\left(\frac{L}{2}+0{,}05\right)}\left(1+\frac{x}{y}\right)$$

$$\frac{1}{\frac{L}{4}} = \frac{1}{\left(\frac{L}{2}-0{,}05\right)}\left(1+\frac{x}{y}\right)$$

$$\frac{\frac{L}{4}}{\frac{3L}{8}} = \frac{\left(\frac{L}{2}-0{,}05\right)}{\left(\frac{L}{2}+0{,}05\right)}$$

$$\cancel{\frac{L^2}{8} + 0{,}05\frac{L}{4}}$$

$$\cancel{\frac{L \cdot 8}{4 \cdot 3L}} = \frac{2}{3} = \frac{\left(\frac{L}{2}-0{,}05\right)}{\left(\frac{L}{2}+0{,}05\right)}$$

$$L + 0{,}1 = \frac{3L}{2} - 0{,}15$$

$$\frac{L}{2} = 0{,}25$$

$$L = 0{,}5$$

19-10-74-16
(2.12)

Чистовик

Заметим, что $|A_{123}| = |A_{143}|$, т.к. $S_{123} = S_{134}$

$$Q_{1-2} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R 3T_0$$

Уравнение Менделеева-Клапейрона

$$PV = \nu RT \Rightarrow P_0V_0 = \nu R T_0$$

$$\Delta T_{12} = \frac{(P_2V_2 - P_1V_1)}{P_0V_0} T_0 = 3T_0$$

$$Q_{2-3} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{2-3} + A_{2-3} = \frac{3}{2}\nu R\, 2\cdot T_0 + 8P_0V_0 = 11 P_0V_0$$

A любого процесса — S под графиком

$$Q_{1-2} + Q_{2-3} = Q_{н\ 1-2-3-1}$$

$$\eta_1 = \frac{A}{Q_{н\ 12-31}} = \frac{A}{15{,}5 P_0V_0}$$

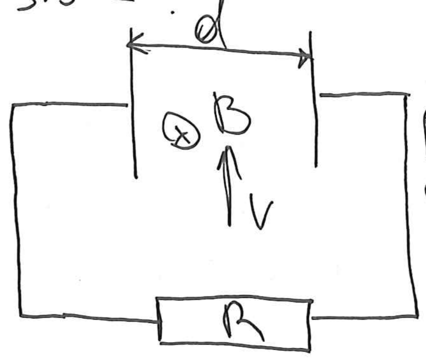
$$\Delta U + A$$

$$Q_{1-3} = Q_{н\ 1-3-4-1} = \frac{5P_0}{2}\cdot 2V_0 + \frac{3}{2}\nu R\Delta T_{13} = 5P_0V_0 + \frac{33}{2}P_0V_0$$

$$\eta_2 = \frac{A}{21{,}5 P_0V_0}$$

$$\frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{A}{21{,}5P_0V_0}\cdot\frac{15{,}5P_0V_0}{A} = \cancel{\frac{11}{21{,}5}}\ \cancel{\frac{22}{43}} = \frac{15{,}5}{21{,}5} = \frac{31}{43}$$

3.3.2



$$P_R = \frac{\varepsilon^2}{R}$$

Понятно, что две пластины || конденсатор

$$\varepsilon = Ed$$

Второй закон Ньютона для заряж частицы например e

$$qBv = qE$$

$$E = Bv$$

Мисловиц

3.3.2. (продолжение)

$$\mathcal{E} = BVd$$

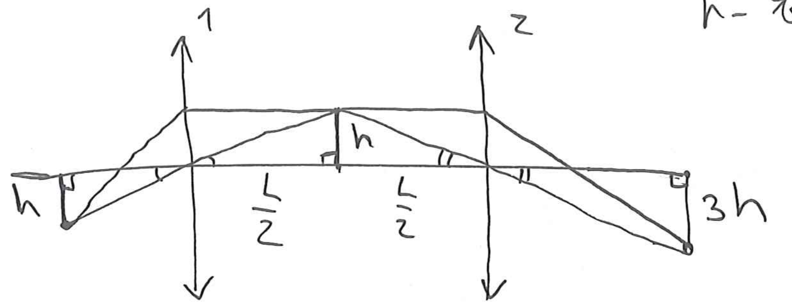
$$P = \frac{B^2V^2d^2}{R}$$

$$B = \frac{\sqrt{PR}}{Vd} = \frac{\sqrt{0{,}001\cdot 0{,}4}}{0{,}1\cdot 0{,}4} = \frac{0{,}02}{0{,}04} = 0{,}5\text{ Тл}$$

не учтено r источника

12б

4.8.2. L - расстояние между линзами, h - высота стержня



Из подобия заметим, что

$$\frac{L}{2} = f_1 = d_1 \qquad 3f_2 = d_2 = 3\frac{L}{2}$$

ФТЛ: $\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$

1) $\frac{1}{F_1} = \frac{2}{\frac{L}{2}} = \frac{4}{L} \qquad F_1 = \frac{L}{4}$

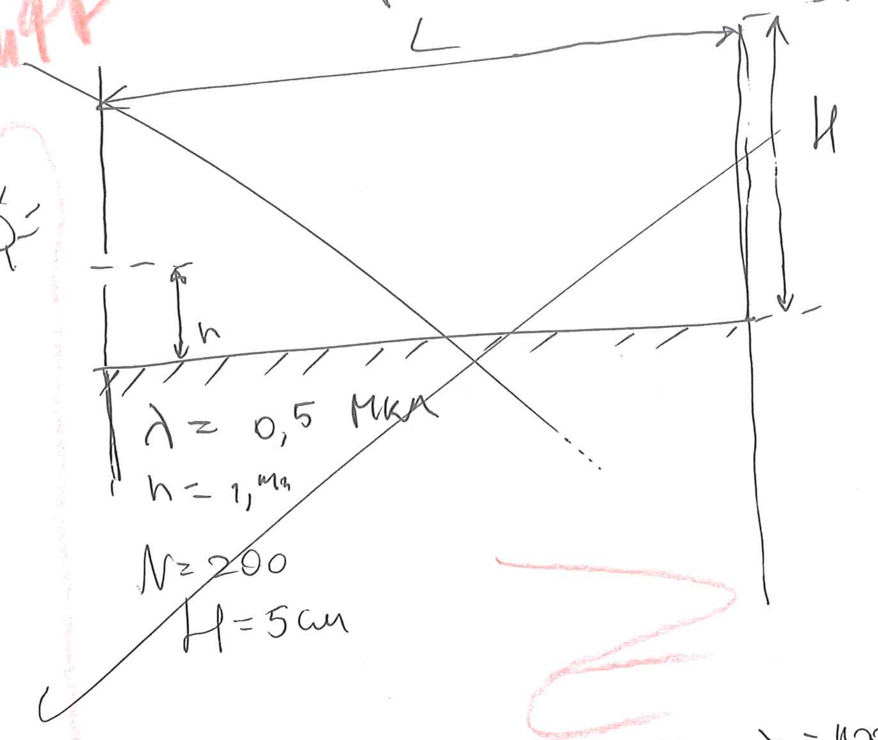
2) $\frac{1}{F_2} = \frac{1}{\frac{L}{2}} + \frac{1}{\frac{3L}{2}} = \frac{8}{3L} \qquad F_2 = \frac{3L}{8}$

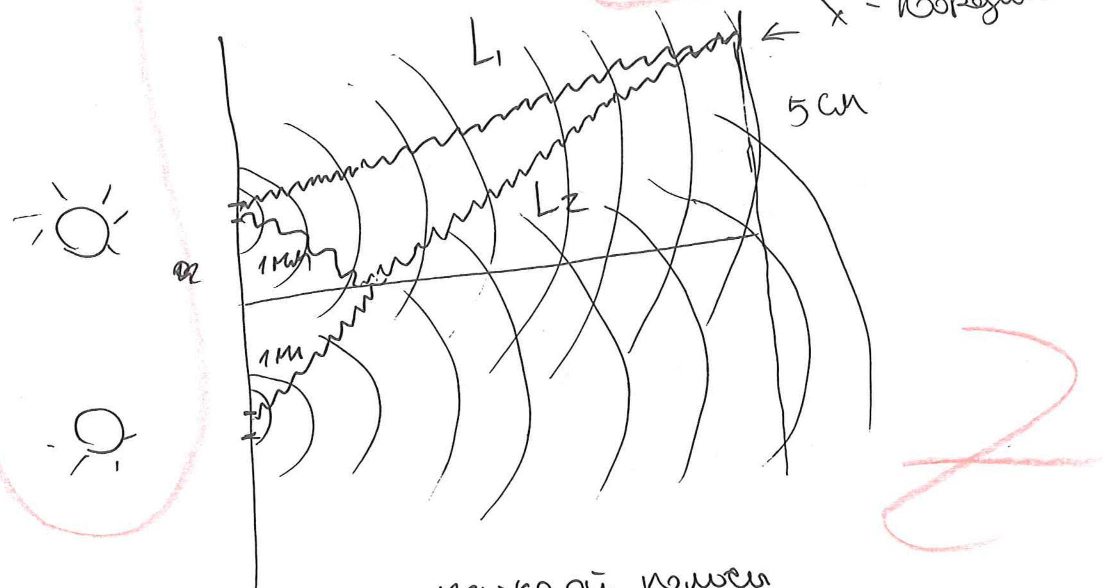
Теперь стержень подвинули: (понятно, что влево, но после дополним)

Пусть получившееся изображение имеет высоту y $\quad y_1 = y_2$ (усл)

Морович

ДЕШИФР





тогд ширина каждой полосы

$$\frac{H}{N} = \frac{0{,}05}{200} = \frac{0{,}0005}{2} = 0{,}00025$$

$$L_1 = \sqrt{(x-h)^2 + L^2}$$

$$L_2 = \sqrt{(x+h)^2 + L^2}$$

$4{,}9 \times 4{,}9$: 441, 196, 2401

$5{,}1 \times 5{,}1$: 51, 255, 2601

$n \in \mathbb{Z}$

$$L_2 - L_1 = \cancel{N}\cdot\lambda\cdot n$$

$$\sqrt{(H+h)^2 + L^2} - \sqrt{(H+h)^2 + L^2} = N\cdot\lambda$$

Черновик

$$\cancel{\sqrt{(5+0,1)^2+L^2}+\sqrt{(5-0,1)^2+L^2}}=\cancel{200}\cdot 0,5$$

$$\sqrt{H^2+2hH+h^2+L^2}-\sqrt{H^2-2h\cdot H+h^2+L^2}=N\lambda$$

второй порядок малости

$$\sqrt{H^2+2hH+L^2}-\sqrt{H^2-2h\cdot H+L^2}=N\lambda$$

$$\cancel{H^2+2hH+L^2+\sqrt{H^2-2hH+L^2}+2\ldots}$$

$$\cancel{2H^2+L}$$

$$\cancel{2H^2+2L^2+2\sqrt{H^2-2hH+L^2}\sqrt{H^2+2hH+L^2}=(N\lambda)^2}$$

$$\cancel{4hH+2\sqrt{H^2-2hH+L^2}\sqrt{H^2+2hH+L^2}=N^2\lambda^2}$$

$$\cancel{(N^2\lambda^2-4hH)^2=4(H^2-2hH+L^2)\cdot(H^2-2hH+L^2)}$$

$$\cancel{N^4\lambda^4-8N^2\lambda^2hH+16h^2H^2}$$

$$\sqrt{25+1+L^2}-\sqrt{25-1+L^2}=5\cdot 10^{-6}\cdot 2\cdot 10^{2}=10^{-3}\text{м}=0,1\text{см}$$

$$\sqrt{26+L^2}-\sqrt{24+L^2}=0,01$$

$L=100$

$$\cancel{26+L^2}\quad \cancel{26^2+52L^2+L^4}$$

$$26+L^2+24+L^2$$

$$\sqrt{26}-\sqrt{24}=50-2\sqrt{26\cdot 24}=\sqrt{50-2\sqrt{2\cdot 13\cdot 2\cdot 12}}$$

$$-8\sqrt{39}$$

$$26+L^2+24+L^2-2\sqrt{26+L^2}\cdot\sqrt{24+L^2}=50+L^2-2\sqrt{26+L^2}\cdot\sqrt{24-L^2}$$

19-10-74-16
(2.12)

[redacted] ФТЛ:

$$\frac{1}{\frac{L}{4}}=\frac{1}{\left(\frac{L}{2}-x\right)}+\frac{1}{\frac{y}{h}\left(\frac{L}{2}-x\right)}$$

$$\frac{1}{\frac{3L}{8}}=\frac{1}{\left(\frac{L}{2}+x\right)}+\frac{1}{\frac{y}{h}\left(\frac{L}{2}+x\right)}$$

$$\frac{2}{3}=\frac{\left(\frac{L}{2}-x\right)}{\left(\frac{L}{2}+x\right)}$$

Не сложно заметить, что если бы стержень подвинули вправо уравнение имело вид

$$\frac{2}{3}=\frac{\left(\frac{L}{2}+x\right)}{\left(\frac{L}{2}-x\right)}$$

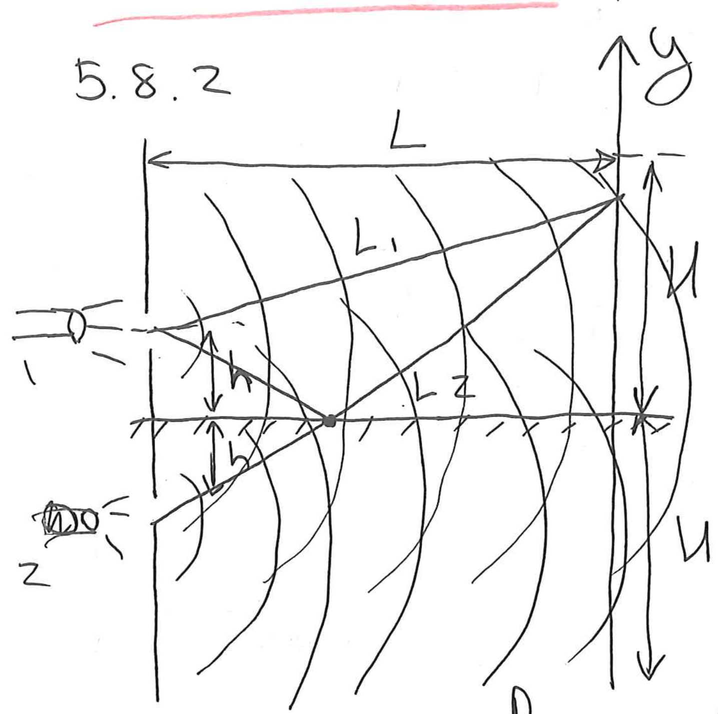
что невозм при $L>0$

$$L+0,1\text{м}=\frac{3}{2}(L-0,15\text{м})$$

$$L=0,5\text{ м}=50\text{ см}$$

где ответ?

5.8.2



Зеркало придает системе симметрии, значит изначальная картинка аналогична следующей: т.к. 2 источник = отражению первого ⇓ источники когерентны

не зачеркнуто (это важно)

Пусть L_1 - путь от 1 источни
L_2 - путь от второго

Чистовик

5.8.2.

Пусть y_0 - координата максимума

$L_1 = \sqrt{(y_0 - h)^2 + L^2}$ +

$L_2 = \sqrt{(y_0 + h)^2 + L^2}$ +

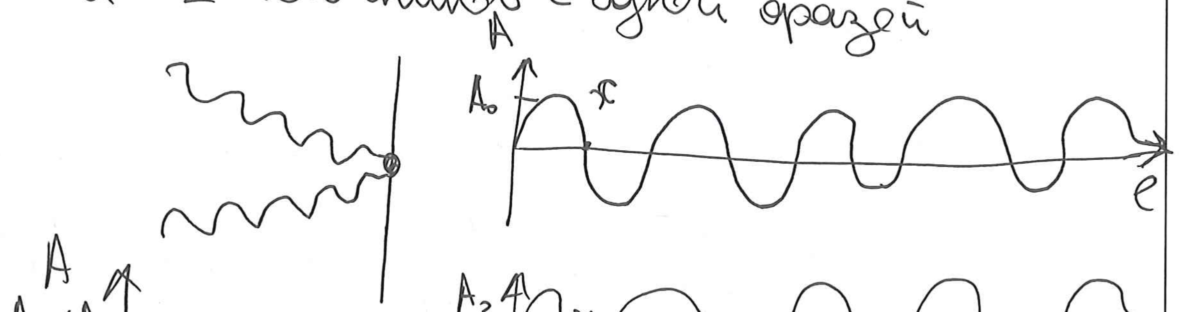
y_0

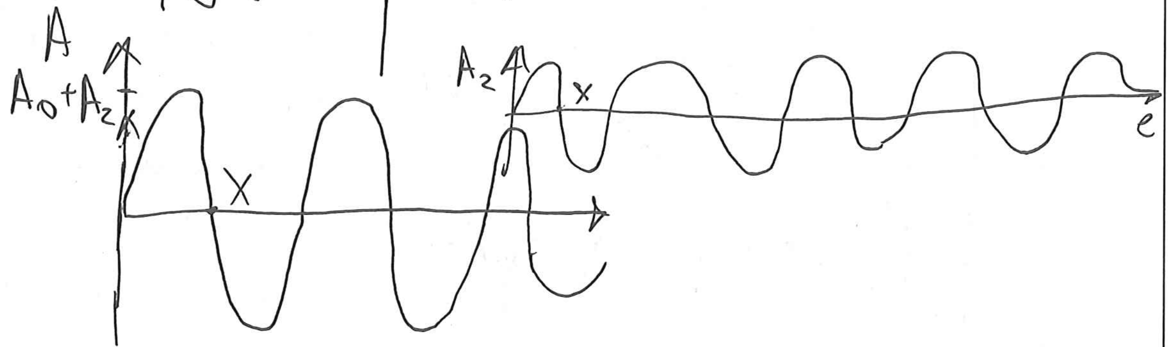
тогда

$L_2 - L_1 = n_y \cdot \lambda$ + $\quad n \in N$

Пояснение:

Максимум наступает когда волна от 1 и 2 источников с одной фазой





Тогда рассмотрим самую высокую точку.

Понятно, что в этой точке $L_2 - L_1 = \Delta L_{max} = N\lambda$ +

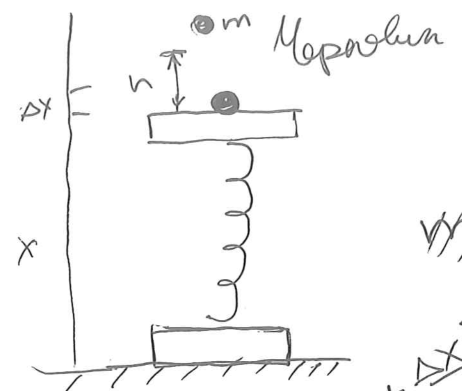
$\sqrt{(H+h)^2+L^2} - \sqrt{(H-h)^2+L^2} = N\lambda$

$\sqrt{H^2+2Hh+h^2+L^2} - \sqrt{H^2-2Hh+h^2+L^2} = N\lambda$ ← второй порядок малости

$\sqrt{H^2+2Hh+L^2} - \sqrt{H^2-2Hh+L^2} = N\lambda$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Черновик



Изнач энергия системы:

$\frac{mgh}{2} + 2mgx + \frac{\Delta x^2 k}{2} = 2mgx - \frac{\Delta x^2 k}{2}$

$\frac{mgh}{2} = \frac{m^2g^2}{k}$

$E_1 = (x - \Delta x + h)\, mg + \frac{\Delta x^2 k}{2} \Rightarrow$

$m\sqrt{2gh} = 2mv$ $\quad E = mgh$

$\Delta x\, k = mg$

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

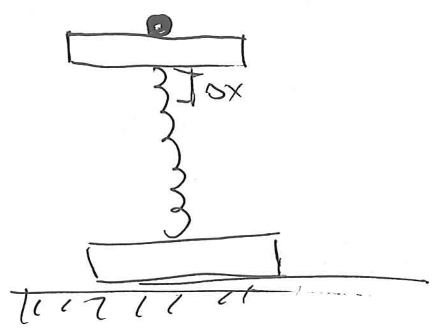
$v = \sqrt{\frac{gh}{2}}$ $\quad E = \frac{2mgh}{2}$

$E = \frac{mgh}{2}$

$E_1 = (x - \frac{mg}{k} + h) mg + \frac{m^2g^2}{2k} + mgx$

есть тело!

~~$E_1 = xmg - \frac{m^2g^2}{2k} + hmg + mgx$~~



$F_{пр} = mg$

$k\Delta x = mg$

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

Пересчитать

$E_2 = 2mg(x + \Delta x) - \frac{m^2g^2}{2k}$

$\cancel{2xmg} + \frac{m^2g^2}{2k} + hmg = \cancel{2mgx} + \frac{2m^2g^2}{k} - \frac{m^2g^2}{2k}$

$h_{max} = \frac{2mg}{k}$

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

19-10-74-16 (2.12)

Чистовик

5.8.2. Тогда уравнение имеет вид

$$\sqrt{0{,}05^2 + 2\cdot 0{,}05\cdot 0{,}001 + L^2} - \sqrt{0{,}05^2 - 2\cdot 0{,}05\cdot 0{,}001 + L^2} = 200\cdot 0{,}5\cdot 10^{-6}$$

$$\sqrt{0{,}0026 + L^2} - \sqrt{0{,}0024 + L^2} = \cancel{200}\, 10^{-4}$$

Заметим, что степени аналогичны

Тогда с хорошим приближением можно считать:

$$2L^2 = \frac{0{,}0026 - 0{,}0024}{10^{-4}}$$

$$L^2 = 1$$

$$L = 1$$

Ответ: $L = 1$ м +

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

11

Оценка не изменена

Председателю апелляционной комиссии

олимпиады школьников «Ломоносов»

Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова

академику В.А. Садовничему

от участника заключительного этапа по

профилю «Физика»

Иванова Вадима Сергеевича

апелляция.

Прошу пересмотреть мой индивидуальный предварительный результат заключительного этапа, а именно 75 баллов, поскольку считаю, что в задании номер 4 необоснованно сняли 5 баллов. В этом задании верно найдено L (пояснение в работе), а на рисунке показано, что расстояние между предметом и линзами L/2 = 25см (фактически в задании просто не написан ответ). В связи с этим, считаю, что задачу должно стоять 19 баллов. В задании номер 1 верно записаны все физические законы кроме одного (Если не было бы ошибки в этом законе - получился бы верный ответ), что соответствует, в свою очередь, критерию от 16 до 19. В задании номер 2 верно найдено ΔT_{12} (стоит минус), ответ неверный из-за повторяющейся ошибки в нахождении ΔT_{23}. Я считаю, что задача заслуживает больший балл. Также не понятно, почему стоит дешифровка и, одновременно с ней, баллы. Такое обозначение источников света встречается в учебниках.

Подтверждаю, что я ознакомлен с Положением об апелляциях на результаты олимпиады школьников «Ломоносов» и осознаю, что мой индивидуальный предварительный результат может быть изменён, в том числе в сторону уменьшения количества баллов.

07. 03. 2025 (ДАТА) (подпись)