



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Маштаковой Марии Сергеевны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Выход из аудитории: 13:24
Возврат в аудиторию: 13:25
Работа сдана: 14:51

Дата

«14» февраля 2025 года

Подпись участника

Машт

$m = 200 \text{ г}, k = 200 \text{ Н/м}$ Черновик.

$F_{\text{упр}} = mg$
 $k \Delta x_0 = mg$
 $\Delta x_0 = \frac{mg}{k}$

$mgh + \frac{k \Delta x_0^2}{2} = 2mg \cdot \Delta x_0 + \frac{k (2\Delta x_0)^2}{2}$

$2mg \Delta x_0 + \frac{k \Delta x_0^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = 2mg \Delta x_0 + \frac{k (2\Delta x_0)^2}{2}$

$\frac{mv^2}{2} = \frac{k \Delta x_0^2}{2} + 2mg \Delta x_0$

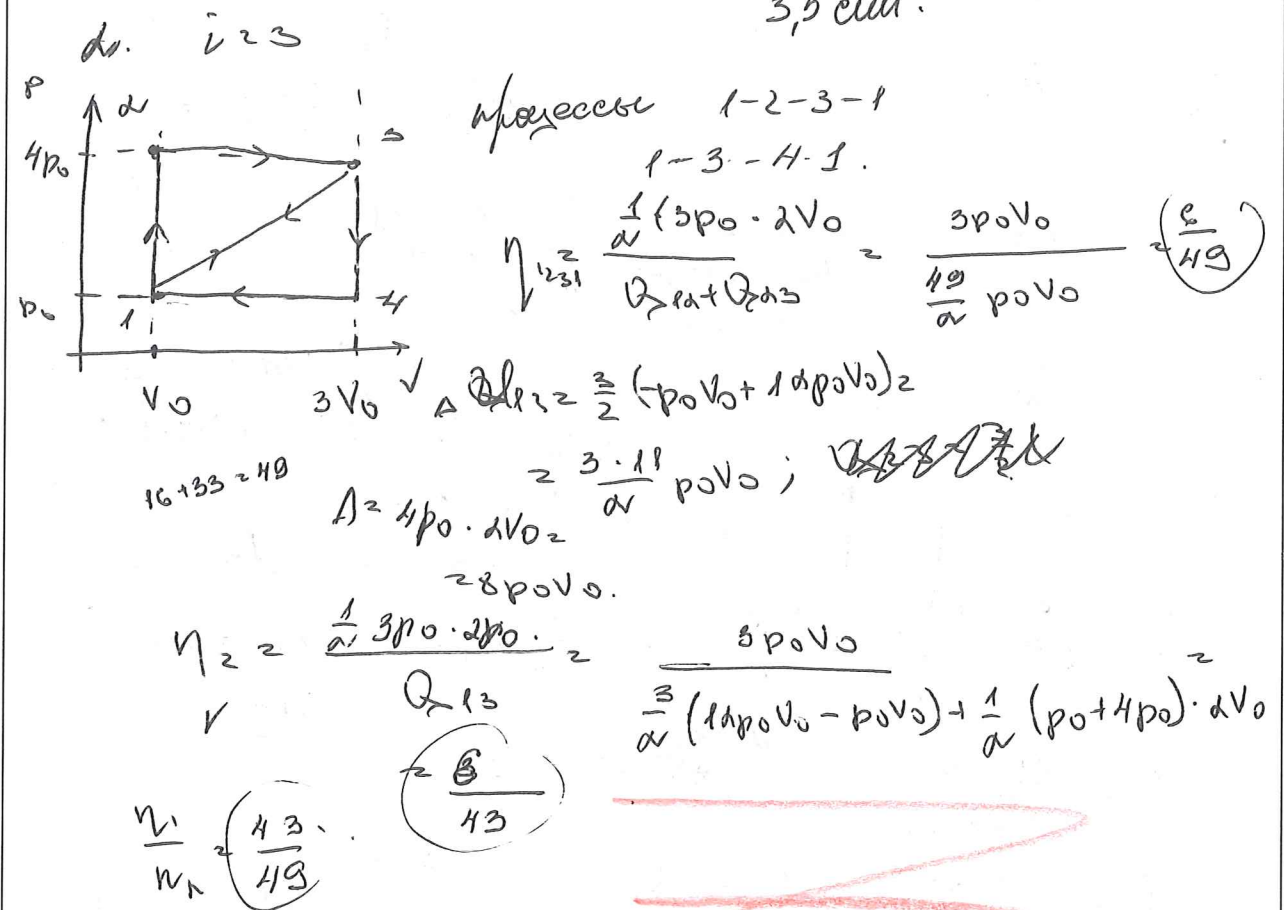
$v = \sqrt{\frac{2k \Delta x_0^2}{m} + 4g \Delta x_0} = \sqrt{\frac{2 \cdot 200 \cdot (\frac{200 \cdot 0.01}{200})^2}{0.2} + 4 \cdot 10 \cdot \frac{200 \cdot 0.01}{200}}$

$v = \sqrt{0.2 + 0.8} = \sqrt{1} = 1 \text{ м/с}$

$\Delta x_1 = \frac{2mg}{k} = 2\Delta x_0$

$\Delta x_1 = \frac{2 \cdot 0.2 \cdot 10}{200} = 0.02 \text{ м} = 2 \text{ см}$

3.5 см



№1. $m = 200 \text{ г}, k = 200 \text{ Н/м}, g = 10 \text{ м/с}^2, h_{\text{max}} = ?$

Рассмотрим положение равновесия системы из двух брусков и пружины по II Закону Ньютона:

$mg - F_{\text{упр}} = 0; F_{\text{упр}} = k \Delta x$

$\Delta x_0 = \frac{mg}{k}$

Рассмотрим падение металлического шарика. Избранная им скорость будет равна им Закона сохранения энергии: $mgh = \frac{mv^2}{2}$

$v = \sqrt{2gh}$ по после падения на брусок и процесс абсолютно неупругого соударения им Закона сохранения импульса:

$mv = 2mv_m; v_m = \frac{v}{2} = \sqrt{\frac{gh}{2}}$

Для того чтобы колебания были гармоническими нужно, чтобы нижний брусок возвращался на место и не "подпрыгивал", т.е. сила упругости при растяжении пружины не должна превышать силу тяжести нижнего бруска (в время того, как система брусок + шарик посылает в крайнее верхнее состояние).

в крайнем верхнем состоянии:

Положение равновесия задается:

$2mg = F_{\text{упр}}; 2mg = k \Delta x$

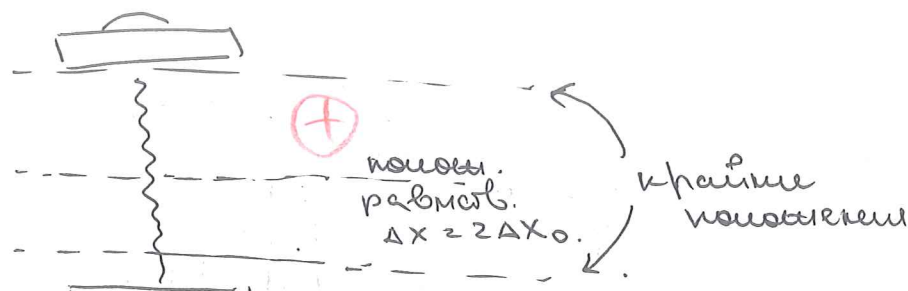
$\Delta x = \frac{2mg}{k} = 2\Delta x_0$

79-96-90-99 (2.8)

Сумма чисел

1	2	3	4	5	6
20	90	12	18	45	45
Сумма чисел	Сумма чисел	Сумма чисел	Сумма чисел	Сумма чисел	Сумма чисел

Сумма чисел



Найдём амплитуду движения
математ. и.у. Закона сохранения энергии.

$$2mg \cdot \Delta x_0 + \frac{k \Delta x_0^2}{2} = \frac{k (2\Delta x_0 + A)^2}{2} + 2mg \cdot A$$

~~подсказки по теме ДХО и УМ.~~

$$\frac{2(mg)^2}{k} + \frac{kmq}{2k} + \frac{2m \cdot qh}{2} = k \left(\frac{2 \cdot \frac{mg}{k} + A \right)^2 + 2mgA$$

Т.к. $F_{\text{упр}} \leq m g$, то максимальное смещение
отнутого ~~сдв~~ положения равновесия
должно быть равно. Значо.

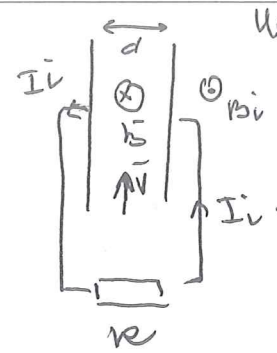
тогда представим это выражение как
аккумулятивное и запишем в:

$$\frac{2(mg)^2}{k} + \frac{(mg)^2}{2 \cdot k} + \frac{m \cdot gh}{2} = \frac{25(mg)^2}{2k} + \frac{(mg)^2}{k} \quad | : mg$$

$$\frac{h}{2} = 12 \frac{mg}{k} - \frac{8mg}{k} = \frac{4mg}{k} \cdot 2$$

$$h_{max} = \frac{8mg}{k} = \frac{8 \cdot 0,1 \cdot 10}{100} = 0,08m = 8cm. \quad (+)$$

Oiler: 8 cur.



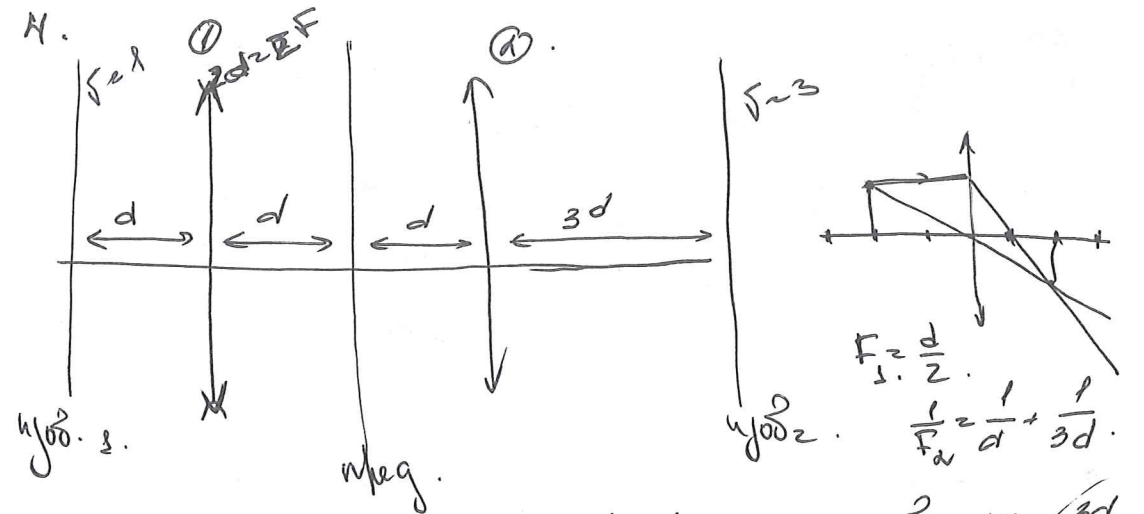
$$P = I \cdot U = I_i \cdot E_i = \frac{E_i^2}{R}$$

$$\varepsilon_v = - \frac{dP}{dt} = P \cdot \frac{dS}{dt}$$

$$-B \cdot d \cdot \frac{dx}{dt} = -B dV.$$

$$p_2 = \frac{(B \cdot d \cdot v)^2}{R} \quad B = \frac{\sqrt{pR}}{dv}$$

$$2 \frac{\sqrt{10^{-3} \cdot 0,4}}{0,4 \cdot 0,1} = \frac{\sqrt{0,81 \cdot 0,04}}{0,4 \cdot 0,1} = \frac{0,9 \cdot 0,2}{0,4 \cdot 0,1} = \left(\frac{1}{0,1} \right)$$



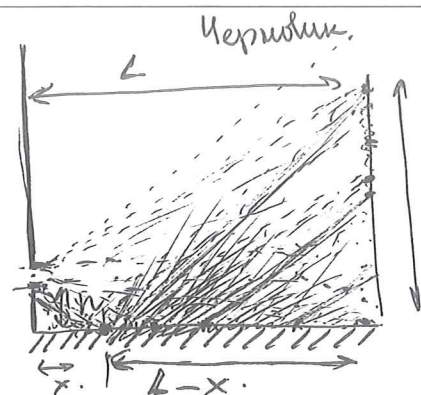
Если считать было, то угод. на $\left(\frac{3d}{4} = F_d\right)$,
на правой руке. (X) .
 $\Rightarrow$ верно.

$$\frac{f_1}{d+x} = \frac{f_2}{d-x}$$

$$d-x = d+x. \quad d-4x = 3d+6x$$

$$f_1 = \frac{d(d+x)}{d+2x} \quad \frac{d(d+x) - d}{d(d+x)} = \frac{1}{f_1}$$

$$f_2 = \frac{3d(d-x)}{d^2 - 4x^2} \quad \frac{H'}{3d} = \frac{1}{d-x} + \frac{f}{f_2} \quad \frac{4d-4x-3d}{3d(d-x)} = \frac{f}{f_2}$$



$h = 1 \text{ мм}$
 $N = 200$
 $M = 50 \text{ см}$
 $\lambda = 0,5 \text{ мкм}$
 $\frac{h}{x} = \frac{M}{L-x}$
 $hL - hx = xM$
 $hL = x(M+h)$
 $\frac{L}{x} = \frac{M+h}{h}$

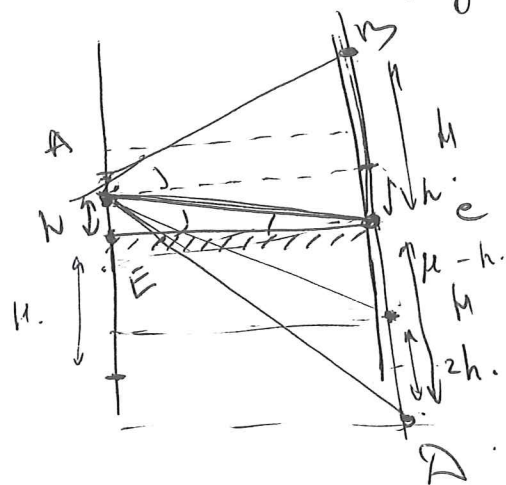
$\frac{M}{N} = 0,025 \text{ см} \rightarrow \frac{5}{200} = 0,025 = 0,025 \text{ см}$

Создание интерференционных полос ← зеркало.

$\frac{L-x}{x} \cdot \lambda = \frac{M}{N} \cdot \lambda$
 $L-x = M$
 $\frac{M+x}{x} = \frac{M+h}{h} \approx \frac{M}{h}$

$L = h + M$

⇒ условия путей накрывающих на экран. 400. (N. n). типа смуг сверху.



$AE \approx EC$
 $\frac{(M-h)^2}{2N} \approx \frac{M^2}{2N}$
 $\frac{M^2 - 2Mh + h^2}{2N} \approx \frac{M^2}{2N}$
 $\frac{M^2}{2N} - \frac{Mh}{N} + \frac{h^2}{2N} \approx \frac{M^2}{2N}$
 $\frac{Mh}{N} \approx \frac{h^2}{2N}$
 $\frac{M}{N} \approx \frac{h}{2}$
 $\frac{5 \cdot 10^{-5}}{200} \approx \frac{h}{2}$
 $h \approx 5 \cdot 10^{-5} \cdot 2 = 10^{-4} \text{ м}$

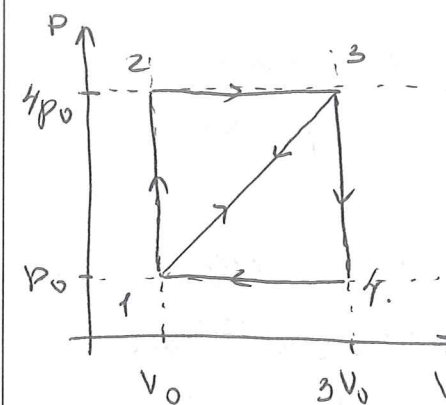


$\frac{Mh}{N} \approx \frac{h^2}{2N}$
 $\frac{5 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-4}}{200} \approx \frac{h^2}{200}$
 $h^2 \approx \frac{5 \cdot 10^{-9}}{200} = 2,5 \cdot 10^{-11}$
 $h \approx 5 \cdot 10^{-6} \text{ м}$

$\frac{M^2 - Mh}{N} \approx \frac{4 \cdot 5 \cdot 10^{-10} - 4 \cdot 5 \cdot 10^{-10} \cdot 10^{-4}}{200} \approx \frac{40 - 40}{200} = 0$

79-96-90-99
(2.8)

№ 2



Рассмотрим процесс 1-2-3-1:

1-2: изохора
 2-3: изобара
 3-1: процесс при постоянной пропорции со сжатием.

$\eta = \frac{A}{Q_{\text{н}}}$

В свою очередь A - площадь под графиком

$A = \frac{1}{2} (p_0 - p_0) (3V_0 - V_0) = 3p_0V_0$

Рассмотрим каждый процесс, т.к.

1-2 и 2-3 процессы с увеличением температуры и положительной работой, то в отличие от 3-1, является нагреванием.

$Q_{\text{н}} = Q_{12} + Q_{23} = \Delta U_{1-3} + A_{23} = \frac{1}{2} (p_0 \cdot 3V_0 - p_0V_0) +$
 $+ p_0 (3V_0 - V_0) =$

$Q_{\text{н}} = \frac{4}{2} p_0V_0$

$\Rightarrow \eta_1 = \frac{6}{4} = 1,5$

Рассмотрим процесс 1-3-1-1:

3-1-изохора
 1-3-изобара
 1-1-процесс при постоянной пропорции.

Аналогично как и в 1) смуга:

$A = \frac{1}{2} (p_0 - p_0) (3V_0 - V_0) = 3p_0V_0$

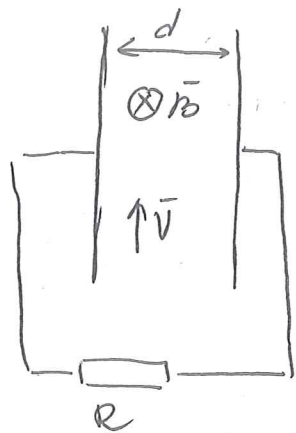
$Q_{\text{н}} = Q_{13} = \Delta U_{13} + A_{13} = \frac{1}{2} (p_0 \cdot 3V_0 - p_0V_0) + \frac{1}{2} (p_0 + p_0) \cdot$
 $\cdot (3V_0 - V_0) =$

$Q_{\text{н}} = \frac{4}{2} p_0V_0$; $\eta_2 = \frac{6}{4}$

$\Rightarrow \frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{4}{3}$

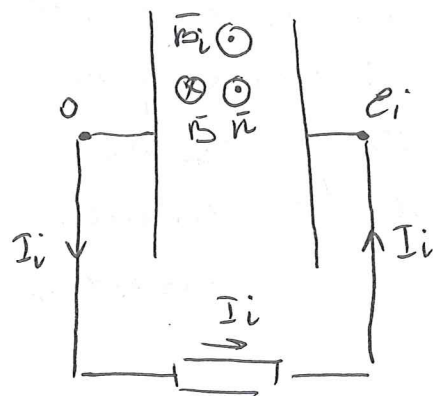
Отв. $\frac{4}{3}$

№3 $R = 0,4 \text{ Ом}$; $d = 40 \text{ см}$; $v = 10 \text{ см/с}$; $B_m = 1 \text{ МТл}$



Рассмотрим поток жидкости, которая является проводником $\rightarrow$ она будет принимать поток вектора магнитной индукции и порождать индукционным магнитное поле, ток и ЭДС индукции. Так как поток будет увеличиваться с прохождением потока вверх, то $B_i \uparrow \downarrow B$, $I_i \rightarrow$ (против часовой стрелки) $\Rightarrow$ "полюс" ход $\mathcal{E}_i$ против часовой стрелки (по правилу Ленца).

Зададим с помощью метода уровней потенциалов потенциалы между двумя пластинами. При этом систему из пластин можно представить как конденсатор и по мере его зарядки I_i и $\mathcal{E}_i$ начнут уменьшаться $\Rightarrow I_0 = I_i$; $\mathcal{E}_0 = \mathcal{E}_i$ максимальные значения:



$$\Rightarrow P = UI = \mathcal{E}_i I_i; \quad I_i = \frac{\mathcal{E}_i}{R}$$

$$P = \frac{\mathcal{E}_i^2}{R}; \quad \mathcal{E}_i = -\frac{d\Phi}{dt}; \quad \Phi = B_m S = B_m \cdot d \cdot x$$

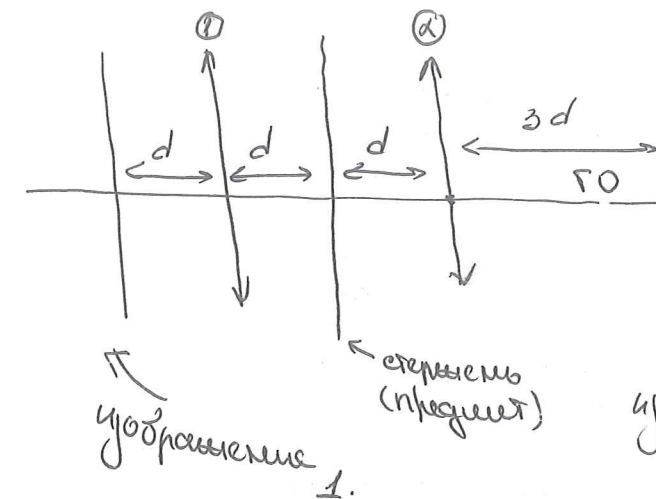
$$\Rightarrow \mathcal{E}_i = -B_m d \cdot \frac{dx}{dt}; \quad \frac{dx}{dt} = v$$

$$\Rightarrow \mathcal{E}_i = -B_m d \cdot v \Rightarrow P = \frac{(B_m d v)^2}{R}$$

$$B_m = \frac{\sqrt{PR}}{dv} = \frac{\sqrt{10^{-3} \cdot 0,4}}{0,4 \cdot 0,1} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ Тл} \quad \text{Ответ: } 0,5 \text{ Тл}$$

79-96-90-99
(2.8)

N 4 $\Gamma_1 = 1$; $\Gamma_2 = 3$; $x = 5$ см



Рассмотрим изображение
много в самом
начале, и у нас
известно, что
 $\Gamma_1 = 1$ и $\Gamma_2 = 3$
изображении 2. $\Rightarrow f_1 = d \cdot \Gamma_1 = d$.
 $f_2 = d \cdot \Gamma_2 = 3d$

$\Rightarrow$ рассмотрим изображения и предмет
(или действительное), тогда по формуле

точкой мнуж:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}, \text{ где } F - \text{фокус. расстояние.}$$

d - расстояние от линз. до предмета.

$$\Rightarrow \frac{1}{F_1} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d}.$$

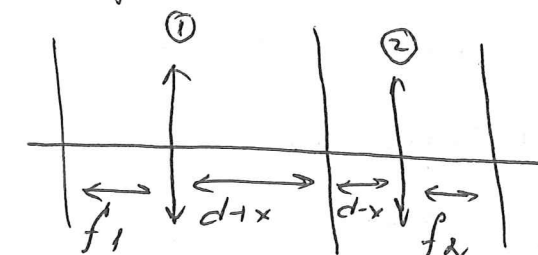
f - расстояние от линзы до изображения.

$$\Rightarrow F_1 = \frac{d}{2} \oplus \text{аналогично: } \frac{1}{F_2} = \frac{1}{d} + \frac{1}{3d} \Rightarrow F_2 = \frac{3d}{4} \oplus$$

Рассмотрим смещение предмета на x
по условию: ~~какая-то величина~~

и свойств собирающей линзы нам
известно, что чем ближе предмет, тем
меньше его изображение, т.е. $\Gamma_1 \geq \Gamma_2$

то $\Gamma_1 \uparrow$, а $\Gamma_2 \downarrow$; $\Rightarrow$ мнуж узнать
выраво:



Найдем f_1 и f_2 .

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{d+x} + \frac{1}{f_1}$$

$$\frac{d+2x}{d(d+x)} = \frac{1}{f_1} \Rightarrow f_1 = \frac{d(d+x)}{d+2x}.$$

поэтому $\frac{1}{3d} \approx \frac{1}{d-x} + \frac{1}{f_2}$

$$\frac{d-4x}{3d(d-x)} = \frac{1}{f_2} \Rightarrow f_2 = \frac{3d(d-x)}{d-4x}$$

из определения увеличения $\Gamma = \frac{f}{d}$

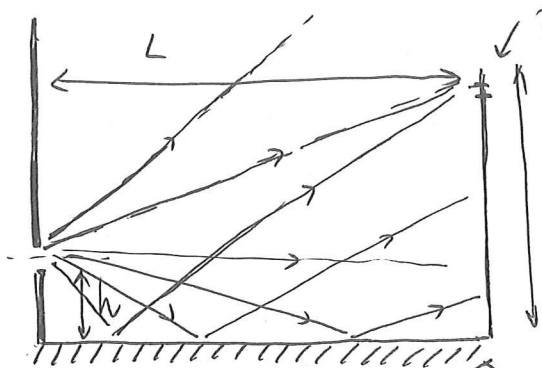
$$\Rightarrow \frac{f_1}{d_1} = \frac{f_2}{d_2} \Leftrightarrow \frac{d}{d+2x} = \frac{3}{d-4x}$$

$$d-4x = 3d+6x \quad ; \quad d=5x = 25 \text{ см.}$$

Ответ: 25 см.

⊕ Нет букв. ответа

N 5



Экран. Рассмотрим ход лучей от щели. Лучи попадают как и прямо на экран, так и после отражения от зеркала, вследствие чего, когда попадают

два таких луча на одно место на экране, то образуется интерференционная полоса.

Рассмотрим лучи вблизи щели; лучи могут идти во всех направлениях, тогда есть такие лучи, которые не попадают прямо на экран, пусть эти лучи ~~не попадают~~ ^{падают на} расстояние x

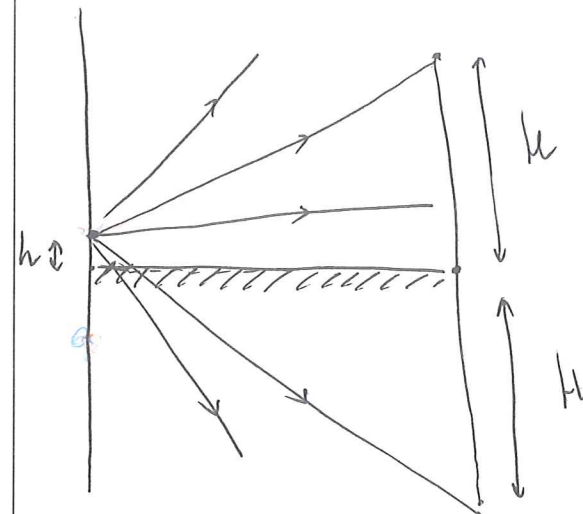
от щели по горизонтали, тогда $\frac{h}{x} \approx \frac{h}{L-x}$

$$\Rightarrow \frac{L}{x} \approx \frac{L+h}{h}, \text{ так как интерференционная}$$

полоса, то $\frac{h}{N} \approx 0,025 \text{ см}$ - расстояние между

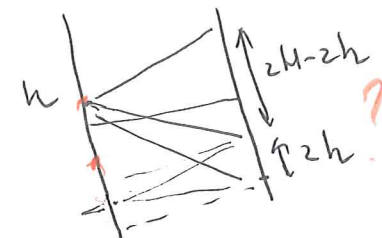
полосами

Развернем наш чертёж так:



То есть лучи расходятся от точки h на ширину dN. тогда мы можем рассмотреть расхождение на максимальный одинаковый угол.

Тогда расхождение лучей можно разбить на 2 части. ~~отсюда~~ $\Rightarrow \frac{(2M-2h) \cdot h}{2N}$



мы можем представить лучами в области 2h.

$$\frac{(2M-2h) \cdot h}{2N} \approx \frac{2M \cdot h}{2N} \approx \frac{2 \cdot 5 \cdot 10^{-2} \cdot 10^3}{0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 200} \approx 1 \text{ м.}$$

Ответ: 1 м.

