0 114018 760006

11-40-18-76
(I.11)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Саныкпаева Бажыта Курмановича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

сдал в 14:33

Дата

«14» февраля 2025 года

Подпись участника

Сау

Z

11-40-18-76
(1.11)

№1	№2	№3	№4	№5	Σ
19	20	12	20	20	91

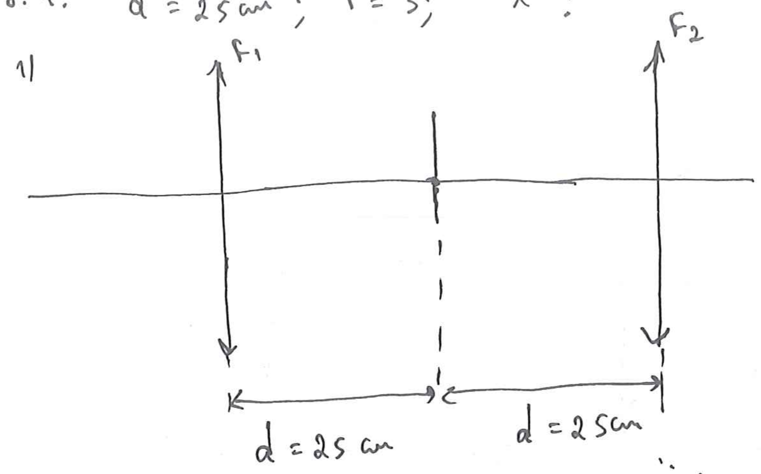
ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

4.8.1. $d = 25$ см ; $\Gamma = 3$; $x - ?$

F_1 - фокус. расстояние 1-й линзы

F_2 - фокус. расстояние 2-й линзы

1)



$\Gamma_1 = 1$

$\Gamma_2 = \Gamma = 3$

1.1.) т.к 1-я линза даёт изображение без увеличения, то предмет находится на расстоянии двойного фокуса - $2F_1$

$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f_1}$; $f_1 = d$ (т.к $\Gamma_1 = 1 = \frac{f}{d}$)

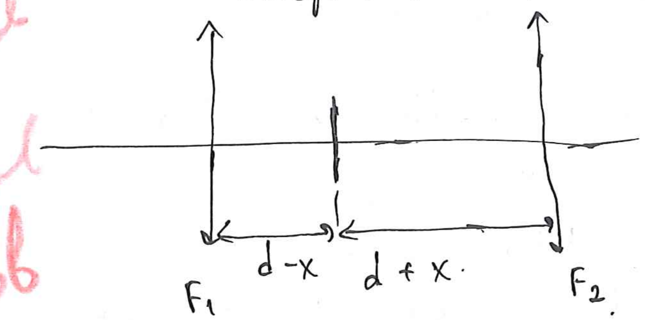
$\frac{1}{F_1} = \frac{2}{d} \Rightarrow d = 2F_1$

$F_1 = \frac{d}{2} = 12,5$ см.

1.2) ф-ла тонкой линзы для второго изображения: $\frac{1}{F_2} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f_2}$; $\Gamma_2 = \Gamma = 3 = \frac{f_2}{d} \Rightarrow f_2 = 3d$

$\frac{1}{F_2} = \frac{1}{d} + \frac{1}{3d} = \frac{4}{3d} \Rightarrow 3d = 4F_2$ $F_2 = \frac{3}{4}d$

2) Сместим стержень на x влево:



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

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

$fd = Ff + Fd$

$fd - fF = Fd$

$f(d - F) = Fd$

$f = \frac{Fd}{d-F}$

$\Gamma = \frac{\frac{Fd}{(d-F)}}{d} = \frac{F}{d-F}$; ~~$3 = F$~~ ~~$3d - 3F = F$~~

~~$3d = 4F$~~ ~~$F = \frac{3}{4}d$~~

$\Gamma_1' = \Gamma_2'$: $\frac{F_1}{(d-x) - F_1} = \frac{F_2}{(d+x) - F_2}$; $F_1(d+x) - \cancel{F_1F_2} = F_2(d-x) - \cancel{F_1F_2}$

$F_1(d+x) - \cancel{F_1F_2} = F_2(d-x) - \cancel{F_1F_2}$

$\frac{d+x}{d-x} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{\frac{3}{4}d}{d/2} = \frac{\frac{3}{4}d \cdot 2}{d} = \frac{3}{2}$

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

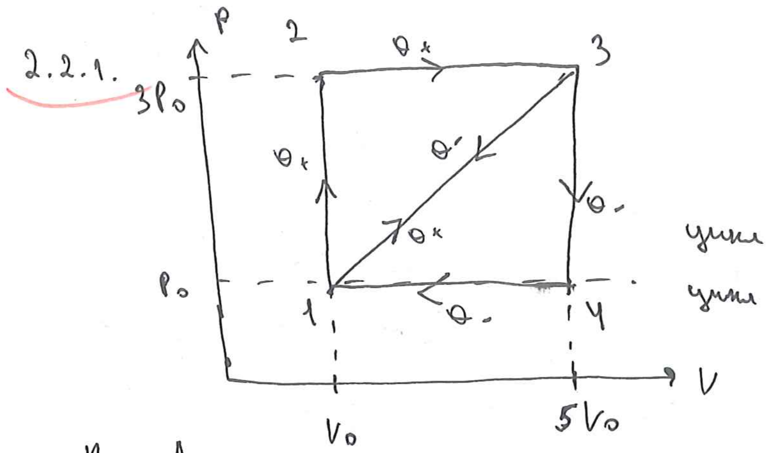
$\cancel{2x} + 2x = \cancel{3}d - 3x$

$5x = d \Rightarrow x = \frac{d}{5} = \frac{25}{5}$ см

$x = 5$ см.

Ответ: 5 см. (+)

2.2.1.



$i = 3$; $\frac{\eta_1}{\eta_2}$ – ?

цикл 1: 1 – 2 – 3 – 1

цикл 2: 1 – 3 – 4 – 1

(+) 20 баллов

$\eta = \frac{A}{Q_+}$; 1 – 2: $Q_{+1} = \Delta U_{21} = \frac{3}{2}(3P_0V_0 - P_0V_0) = \frac{3}{2}\cdot\cancel{2}P_0V_0 = 3P_0V_0$

$V = const \Rightarrow A = 0$

тепло подводится во время всего процесса.

2 – 3: $Q_{+2} = \frac{5}{2}\cdot 3P_0(5V_0 - V_0) = \frac{15P_0}{2}\cdot 4V_0 = 30P_0V_0$

в процессе 3 – 1: $P(V) = kV + a$.

$$\begin{cases} 3P_0 = k\cdot 5V_0 + a & (2) \\ P_0 = kV_0 + a & (1) \end{cases}$$

(2) – (1) = $3P_0 - P_0 = 5kV_0 - kV_0 = 2P_0 = 4kV_0$

$k = \frac{2P_0}{4V_0} = \frac{P_0}{2V_0}$

$P_0 = \frac{P_0}{2V_0}V_0 + a \Rightarrow a = \frac{P_0}{2}$; $3P_0 = \frac{P_0}{2V_0}\cdot 5V_0 + \frac{P_0}{2} = 3P_0$

$p(V) = \frac{P_0}{2V_0}V + \frac{P_0}{2}$

$dQ = \delta A + dU = pdV + \frac{3}{2}(pdV + Vdp)$.

$dU = \frac{3}{2}\nu R dT = \frac{3}{2}(pdV + Vdp)$

$dQ = pdV + \frac{3}{2}pdV + \frac{3}{2}Vdp = \frac{5}{2}pdV + \frac{3}{2}Vdp$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

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

черновик.

1.1.1. $w = 5$ рад./с; $h = 0{,}2$ м; $g = 10$ м/с²; $\frac{2mg}{k} = x_1$

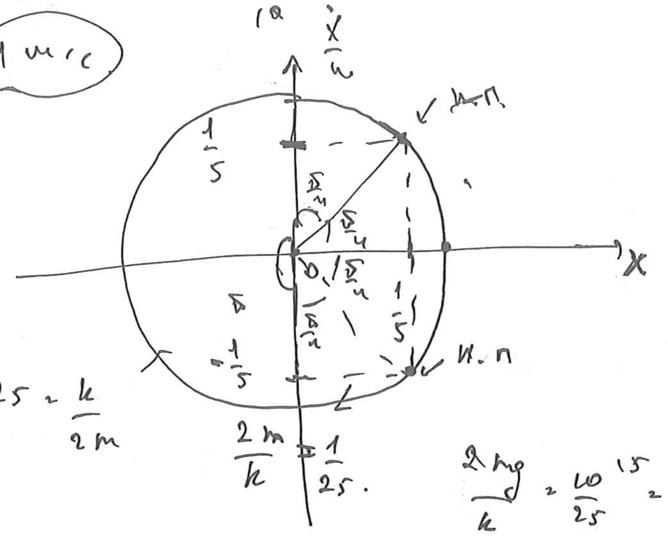
$V = \sqrt{2gh} = \sqrt{20 \cdot 0{,}2} = \sqrt{20 \cdot \frac{2}{10}} = \sqrt{4} = 2$ м/с; $w = \sqrt{\frac{m}{k}}$; $w = \sqrt{\frac{k}{2m}} = 5$

$u = \frac{V}{2} = 1$ м/с

$\frac{x}{w} = \frac{1}{5}$

$25 = \frac{k}{m}$; $\frac{m}{k} = \frac{1}{25}$; $25 = \frac{k}{2m}$; $\frac{2m}{k} = \frac{1}{25}$

$\frac{mg}{k}$



$\frac{2mg}{k} = \frac{10}{25} = \frac{2}{5}$

$\frac{mg}{k} = \frac{1}{5}$

$\Delta\varphi = \frac{\pi}{4} + \pi + \frac{\pi}{4} \cdot 2 = \frac{\pi}{4} + \frac{\pi}{2} + \pi =$

$\Delta\varphi = \frac{\pi + 2\pi + 4\pi}{4} = \frac{\pi + 2\pi + 4\pi}{4} = \frac{7\pi}{4}$

$t = \frac{7\pi}{20} = 0{,}35\pi$

$\frac{35}{100}\pi$

11-40-18-76
(1.11)

1-3: $P(V) = \frac{P_0}{2V_0}V + \frac{P_0}{2}$; $dQ = \frac{5}{2}PdV + \frac{3}{2}VdP$

$\frac{dQ}{dV} = \frac{5}{2}P + \frac{3}{2}V\frac{dP}{dV} = \frac{5}{2}\left(\frac{P_0 V}{2V_0} + \frac{P_0}{2}\right) + \frac{3}{2}V \cdot \frac{P_0}{2V_0} =$

$= \frac{5}{4}\frac{P_0 V}{V_0} + \frac{5}{4}P_0 + \frac{3P_0}{4V_0}V = \frac{8}{4}\frac{P_0}{V_0}V + \frac{5}{4}P_0 =$

$= 2\frac{P_0}{V_0}V + \frac{5}{4}P_0$ ← всегда > 0 => Знак dQ зависит от dV!

$dV < 0 \Rightarrow dQ < 0$

$dV > 0 \Rightarrow dQ > 0$

$dQ = \frac{2P_0}{V_0}VdV + \frac{5}{4}P_0 dV = \frac{2P_0}{V_0}\frac{dV^2}{2} + \frac{5}{4}P_0 dV =$

$= \frac{P_0}{V_0}dV^2 + \frac{5}{4}P_0 dV = \frac{P_0}{V_0}dV^2 + \frac{5}{4}P_0 dV$

Q_{13}: $\Delta V > 0 \Rightarrow Q_{13} > 0$: $Q_{13} = \frac{P_0}{V_0}(25V_0^2 - V_0^2) +$

$+ \frac{5}{4}P_0(5V_0 - V_0) = \frac{P_0}{V_0} \cdot 24V_0^2 + \frac{5}{4}P_0 \cdot 4V_0 =$

$= 24P_0V_0 + 5P_0V_0 = 29P_0V_0 = 29P_0V_0$

$Q_{31} < 0$; $Q_{31} = -Q_{13} = -29P_0V_0$

$A_1 = A_2 = \frac{(3P_0 - P_0) \cdot (5V_0 - V_0)}{2} = \frac{2P_0 \cdot 4V_0}{2} = 4P_0V_0$

~~$\eta_1 = \frac{4P_0V_0}{Q_{+1} + Q_{22} + Q_{31}} = \frac{4P_0V_0}{3P_0V_0 + 30P_0V_0 - 29P_0V_0} = \frac{4}{3 + 30 - 29} = \frac{4}{3}$ $Q_{31} - Q$~~ в процессе 3-1 тепло отводится. $\eta_1 = \frac{4P_0V_0}{30P_0V_0 + 3P_0V_0} = \frac{4}{33}$, а в 1-3 подводится: 2-й процесс:

$Q_{43} = Q_{-1} = \frac{3}{2} \cdot 5V_0 \cdot (P_0 - 3P_0) = \frac{3 \cdot 5V_0}{2} \cdot (-2P_0) = -15P_0V_0$

$Q_{41} = Q_{-2} = \frac{5}{2}P_0(V_0 - 5V_0) = \frac{5}{2}P_0(-4V_0) =$

$= -\frac{5}{2}P_0V_0 \cdot 4 = -10P_0V_0$; $-4 \cdot \frac{5}{2} = -10$

$Q_{13} = 29P_0V_0$; $\eta_2 = \frac{4P_0V_0}{29P_0V_0} = \frac{4}{29}$; $\frac{\frac{4}{33}}{\frac{4}{29}} = \frac{29}{33}$

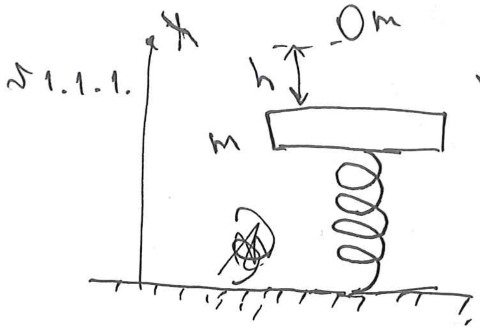
$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{\frac{4}{33}}{\frac{4}{29}} = \frac{29}{33}$

$$29 \,|\, 33 = 0,8787\ldots = 0,(87) \approx 0,879$$

$290 - 264 = 26$, $260 - 231 = 29$, $290 - 264 = 26$ …

Ответ: $\frac{29}{33}$ ~~≈ 0,88~~ $\approx 0,879$

№1.1.1.

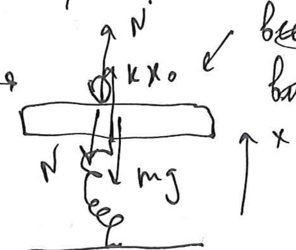


m; $h = 20\text{ см} = 0,2\text{ м}$; $\omega = 5$ рад/с. $g = 10$ м/с². τ — ?

V — скорость шарика перед ударом с бруском:

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

т.к. удар неупругий, то:



Сила реакции опоры — ~~все силы внутренние~~ внутренние; mg от бруска скомпенсирована начальным сжатием пружины, а т.к. ~~mg со стороны~~

$\Rightarrow$ можно записать ЗСИ на Ox:

$$mV_x = -mV = +2mU_x \Rightarrow U_x = -\frac{V}{2} = -\frac{\sqrt{2gh}}{2}$$

$$U_x = -\frac{\sqrt{2gh}}{2}; \quad U = \frac{\sqrt{2gh}}{2}$$

Δx_0 — начальное ~~растяжение~~ сжатие пружины

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

$\Delta x_2 = \frac{2mg}{k}$ — новое положение равновесия

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

$$\frac{2hH}{N\lambda} = \sqrt{H^2+L^2}$$

$$\frac{4h^2H^2}{N^2\lambda^2} = H^2 + L^2 = L^2\left(1+\frac{H^2}{L^2}\right) \approx L^2$$

$$\frac{2hH}{N\lambda} = L$$

$$N = \frac{2hH}{\lambda L} = \frac{2\cdot 10^{-3}\cdot 5\cdot 10^{-2}\cdot 10}{0,5\cdot 10^{-6}\cdot 1} = \frac{100}{\frac{1}{2}} = 200$$

~~черновик~~ Ответ: $N = 200$

$$N = \frac{2\cdot 10^{-3}\cdot 5\cdot 10^{-2}\cdot 10}{0,5\cdot 10^{-6}} = \frac{2\cdot 5\cdot 10}{\frac{1}{2}} = \frac{100}{\frac{1}{2}} = 200$$

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

$(H-h)^2 + L^2 = l^2$

$(H+h)^2 + L^2 = (l + (N-1)\lambda)^2$

$2Hh = 2N\lambda \cdot \frac{\lambda}{4}$

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

$\frac{2 \cdot 4hH}{N\lambda} = \sqrt{H^2+L^2}$

$\left(\frac{4hH}{N\lambda}\right)^2 = H^2 + L^2$

$L^2 = H^2\left(\frac{4h}{N\lambda}\right)^2 - H^2$

$L^2 = H^2\left(\left(\frac{4h}{N\lambda}\right)^2 - 1\right)$

$1 = \left(\frac{5}{100}\right)^2 \left(\left(\frac{16 \cdot 10^{-6}}{N^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 10^{-12}}\right) - 1\right)$

$1 = \frac{25}{10^4} \cdot \left(\frac{16 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{12}}{\frac{N^2}{2}} - 1\right)$

$1 = \frac{25}{10^4}\left(\frac{32 \cdot 10^6}{N^2} - 1\right)$

$\frac{10^4}{25} = \frac{10000}{25} = 400 \quad \frac{100 \cdot 100^4}{25} = 400$

$400 = \frac{32 \cdot 10^6}{N^2} - 1 \qquad 401 = \frac{32 \cdot 10^6}{N^2}$

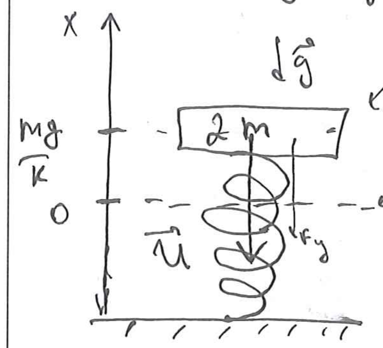
$401 N^2 = 32 \cdot 10^6 \qquad 401 < 400 \Rightarrow 401 \approx 400$

$400 N^2 = 32 \cdot 10^6 = 32$

$20N = 10^3 \cdot \sqrt{32}$

11-40-18-76
(1.11)

Поставим начало координат O ($x=0$) в ~~ту~~ ~~точку~~, при том положении, при котором сила упругости компенсирует силу тяжести:



$\Delta x_2 = \frac{2mg}{k}$

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

$\frac{\Delta x_2}{\Delta x_1} = \frac{mg}{k}$

$\Delta x_2 - \Delta x_1 = \frac{mg}{k}$

Этот приём ($x=0$ когда $k\Delta l = 2mg$) позволит нам не учитывать силу тяжести, т. к. она уже учтена в растяжении пружины. (в II з. Н)

$2m\ddot{x} = -kx. \qquad 2m\ddot{x} + kx = 0 \quad | : 2m$

$\ddot{x} + \frac{k}{2m}x = 0 \qquad \frac{k}{2m} = \omega^2 = 25 \ c^{-2}.$

$x(t) = A\sin(\omega t)$ ← начнём отсчитывать время от положения равновесия.

$\dot{x}(t) = A\omega\cos(\omega t)$

Движение бруска: 1) от н.п. до положения равновесия $= t_1$

2) от положения равновесия до макс. сжатия пружины $= t_2$

3) от ~~макс~~ макс. сжатия до макс. растяжения $= t_3$

~~$-u = A\omega\cos\omega t \cdot (\omega t_1) =$~~

$u = A\omega\cos\omega t_1$ ← т. к. брусок будет двигаться одинаковое время, что от 0 до $\frac{mg}{k}$, так и от $\frac{mg}{k}$ до 0.

$\frac{\sqrt{2gh}}{2} = A\omega\cos\omega t_1 = \frac{\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0{,}2}}{2} = \frac{\sqrt{4}}{2} = \frac{2}{2} = 1$ м/с

$A \cdot 5\cos\omega t_1 = 1$

$\frac{k}{2m} = 25 = \omega^2 \Rightarrow \frac{2m}{k} = \frac{1}{\omega^2} = \frac{1}{25} \Rightarrow \frac{m}{k} = \frac{1}{50}; \quad \frac{mg}{k} = \frac{10}{50} = \frac{1}{5}.$

$\frac{1}{5} = A\sin\omega t_1 ; \quad A\cos\omega t_1 = \frac{1}{5}.$

$A^2(\sin^2\omega t_1 + \cos^2\omega t_1) = \frac{1}{25} + \frac{1}{25} = \frac{2}{25}. = A^2$

$A = \frac{\sqrt{2}}{5}$ м. $\Rightarrow \frac{1}{5} = \frac{\sqrt{2}}{5}\sin\omega t_1 \Rightarrow \omega t_1 = \frac{\pi}{4} = \frac{180}{4} = \frac{90}{2} = 45°$

$t_1 = \frac{\pi}{4\omega}$; $t_2 = \frac{T}{4} = \frac{\frac{2\pi}{\omega}}{4\ 2} = \frac{\pi}{2\omega}$

$t_3 = 2 \cdot \frac{T}{4} = \frac{T}{2} = \frac{\frac{2\pi}{\omega}}{2} = \frac{\pi}{\omega}$

$\tau = t_1 + t_2 + t_3 = \frac{\pi}{4\omega} + \frac{\pi}{2\omega} + \frac{\pi}{\omega} = \frac{\pi + 2\pi + 4\pi}{4\omega}$

$\tau = \frac{7\pi}{4\omega} = \frac{7 \cdot 25}{100}\pi = \frac{35}{100}\pi$; $\frac{\pi + 2\pi + 4\pi}{4\omega} = \frac{7\pi}{4\omega}$

Нем обид ф-лы

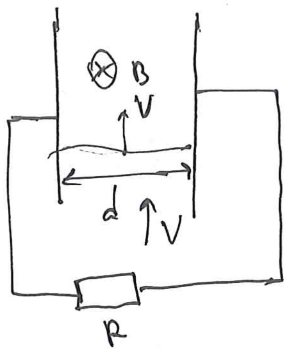
19

$\tau = \frac{7}{4}\frac{\pi}{5} = \frac{7}{20}\pi = \frac{35}{100}\pi = 0{,}35\pi$ $\frac{7}{20}\pi$

+

Ответ: $\tau = \frac{7}{4}\frac{\pi}{\omega} = 0{,}35\pi$ секунд.

53.3.1.



$R = 0{,}4$ Ом; $V = 0{,}1$ м/с

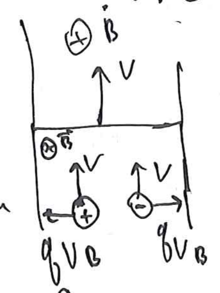
$B = 1$ Тл; $P_m = 1 \cdot 10^{-3}$ Вт.

r-?

$P_m = 1$ мВт $= 1 \cdot 10^{-3}$ Вт;

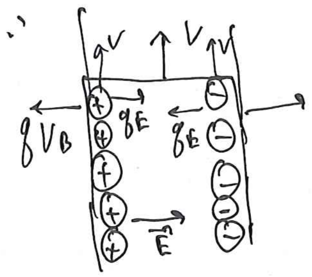
d-?

жидкость проводящая => в ней есть свободные заряды; ~~рассмотрим~~ в положении равновесия в жидкости устанавливается такая картина:



$F_{Лоренца}$

ви сопр



$qE = qVB$ => $\cancel{E}$ $E = VB$;

$U = Ed = VBd$

=> жидкость создает разность потенциалов $U = VBd$,

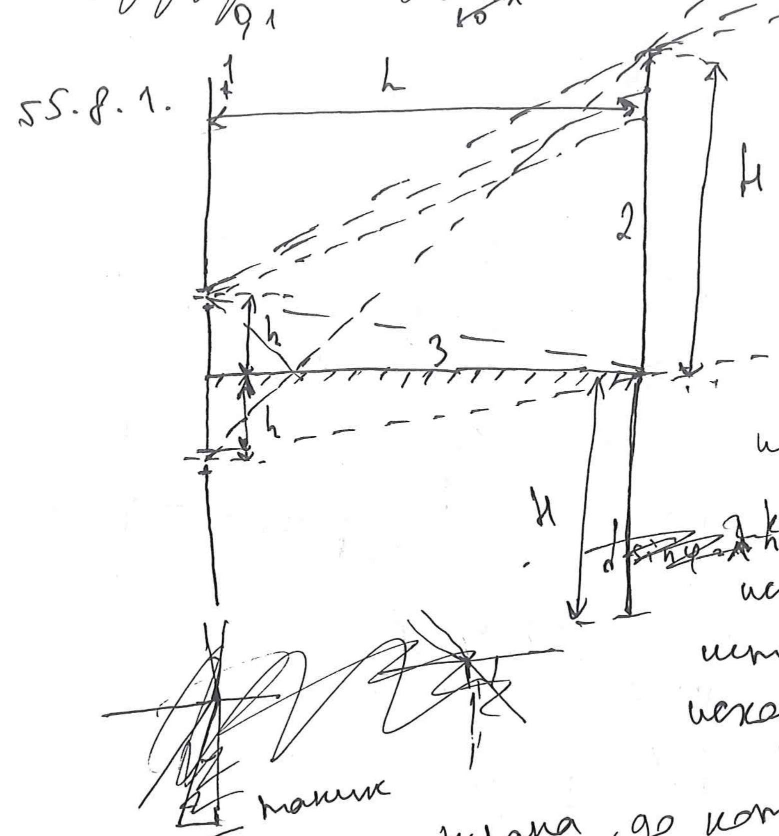
$P_m = \frac{U^2}{R} = \frac{V^2B^2d^2}{R}$.

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

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

Ответ: 0,2 м = d.

55.8.1.



$\lambda = 0{,}5 \cdot 10^{-6}$ м

$L = 1$ м;

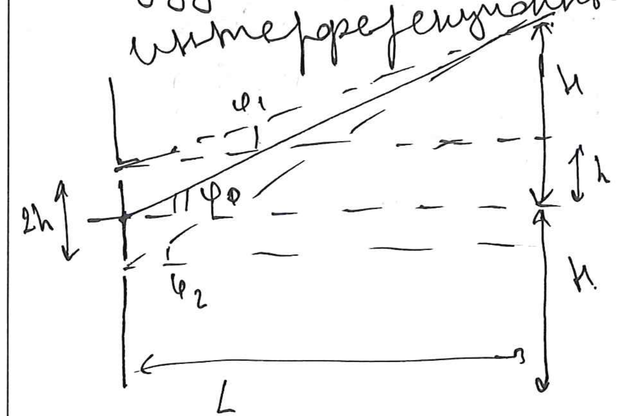
$h = 1 \cdot 10^{-3}$ м;

$h = 5 \cdot 10^{-2}$ м

N-?

Построим отражение источника в зеркале. Лучи от зеркала исходят от ~~мнимого~~ мнимого источника, симметричного исходному ~~зеркалу~~

В ~~тех~~ точках экрана, до которых ~~доходит~~ ~~свет от реального и мнимого источника~~ расстояние от мнимого и реального источника будут отличаться на $n\lambda$; $n \in Z$ ~~будут~~ будут интерференционные полосы.



$\{(H-h)^2 + L^2$

$\sin\varphi_0 \approx \varphi_2 \approx \varphi_1 \approx \varphi_0$; т.к. $h \ll L$

$2h\sin\varphi_0 = N\lambda$

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