0 169829 030008

16-98-29-03
(1.12)

1755

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Сергеева Владимира Сергеевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

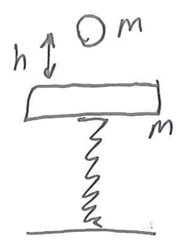
вышел в 14^{27}
вернулся в 14^{29}
выдан 1 доп. лист.

Дата
«14» февраля 2025 года

Подпись участника

Черновик

(2)



$$\frac{2m\upsilon^2}{2} + 2mgh = const \;\Big|\; \frac{d}{dt}$$

$$m\ddot{x}\dot{x} + mg\dot{x} + kx\dot{x} = 0$$

$$m\ddot{x} + \frac{k}{m}x = -mg$$

$$\omega^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow k = m\omega^2$$

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

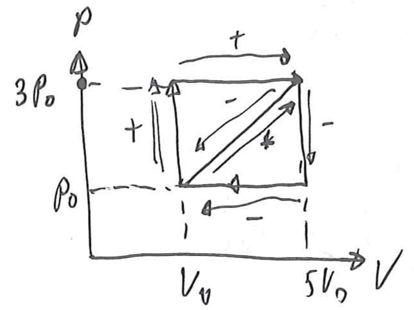
полож. равнов:

$kx_0 = mg$

$kx_1 = 2mg =$

$x_1 = 2x_0$

~~$E = mgh + \frac{kx_0^2}{2}$~~



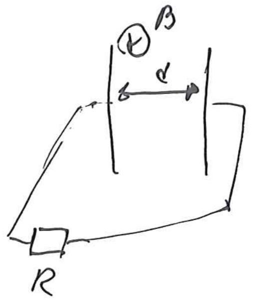
$$\eta = \frac{A}{Q_+}$$

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{Q_{2+}}{Q_{1+}}$$

$C_v =$

$$Q_{1+} = \frac{3}{2}\cdot 2P_0V_0 + \frac{5}{2}\cdot 3P_0 \cdot 4V_0$$

$$Q_{2+}: 2P_0 \cdot 4V_0 + \frac{3}{2}\cdot 14P_0V_0$$



$$q\upsilon B = \frac{U}{d}q$$

$$U = B\upsilon d$$

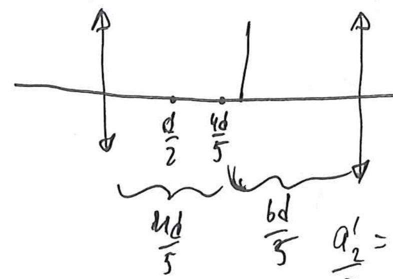
$$\delta U = IR$$

$$T = \frac{2\upsilon}{Du} = \frac{1}{D}$$

$\omega = 2\upsilon D$

$$P = I^2R$$
$\Rightarrow I \to max$

$E =$



$$\frac{1.5}{4d} + \frac{1}{a'} = \frac{2}{d}$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{a'} = \frac{1}{F}$$

$$\frac{a_2'}{a} = \frac{\frac{6}{5}d\cdot\frac{3d}{4}}{\frac{24}{20}d - \frac{15}{20}d}$$

$$a' = \frac{\frac{4d}{5}\cdot\frac{d}{2}}{\frac{8}{10}d - \frac{5}{10}d} = d\cdot\frac{4}{5}\cdot\frac{10}{3}d = \frac{4}{3}d$$

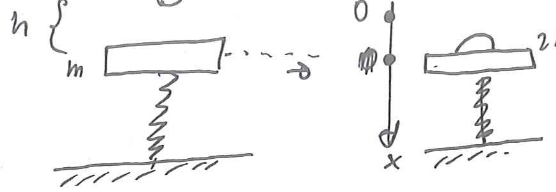
$$\Gamma = \frac{4/3}{4/5} = \frac{10}{3}$$

16-98-29-03 (1:12)

N1	N2	N3	N4	N5	Σ
19	20	12	20	19	90

Чистовик

(1)



1) запишу уравнение колебаний для системы: ($x = 0$ – недеформ. пружина)

$$-2mgx + \frac{2m\upsilon^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = const;$$

продифференцирую ($\upsilon = \dot{x}$)

$$-2mg\dot{x} + 2m\ddot{x}\dot{x} + kx\dot{x} = 0; \Rightarrow \ddot{x} + x\cdot\frac{k}{2m} = g$$

$$\omega^2 = \frac{k}{2m} \Rightarrow \boxed{k = 2m\omega^2}$$

найду начальные отклон. и скорость:

- $mg = kx_0$; $x_0 = \frac{mg}{k} = \frac{mg}{2m\omega^2} = \frac{g}{2\omega^2}$;

- за dt в момент удара: (система пружина + доска + шарик) $dP = Fdt = (2mg + kx_0)dt$ не $\infty \Rightarrow dP \to 0$

тогда $m\cdot\upsilon = 2m\cdot u$; υ – скорость шарика при падении $= \sqrt{2gh}$ ($\frac{m\upsilon^2}{2} = mgh$)

$u \equiv \upsilon_0$ колеб. системы

$$u = \frac{\upsilon}{2} = \sqrt{\frac{gh}{2}}$$

2) вернусь к ур. колебаний: $\ddot{x} + x\cdot\frac{k}{2m} = g$; $x(0) = \frac{g}{2\omega^2}$; $\upsilon(0) = \sqrt{\frac{gh}{2}}$;

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

$$\ddot{x} + x\cdot\frac{k}{2m} = g \Rightarrow \underbrace{\left(x - \frac{2mg}{k}\right)}_{x_1}'' + \left(x - \frac{2mg}{k}\right)\cdot\frac{k}{2m} = 0;$$ урав. колеб.

$$x_1(t) = A\cos(\omega t) + B\sin(\omega t) \Rightarrow x(t) = \frac{2mg}{k} + A\cos(\omega t) + B\sin(\omega t);$$

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

~~опред. нач. условия:~~

~~$$x(0) = \frac{2mg}{k} + A + 0 = \frac{g}{2\omega^2} \Rightarrow A = g\left(\frac{1}{2\omega^2} - \frac{2m}{k}\right) = -\frac{g}{2\omega^2}$$~~

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

~~$$\Rightarrow \dot{x}(t) = -A\omega\sin(\omega t) + B\omega\cos(\omega t) = \omega\left(\sqrt{\frac{mgh}{k}}\cos(\omega t) - g\left(\frac{1}{2\omega^2} - \frac{2m}{k}\right)\sin(\omega t)\right)$$~~

~~в моменты наиб. отклонения $\dot{x} = 0$ ($\upsilon = 0$)~~

~~$$\sqrt{\frac{mgh}{k}}\cos(\omega t) = g\left(\frac{1}{2\omega^2} - \frac{2m}{k}\right)\sin(\omega t) \Rightarrow tg(\omega t) = \frac{\sqrt{\frac{mgh}{k}}}{\frac{1}{2\omega^2} - \frac{2m}{k}}$$~~

~~$$tg(\omega t) = \sqrt{\frac{mgh}{k}}\cdot\frac{2\omega^2 k}{k - 4m\omega^2}; \quad k = 2m\omega^2;$$~~

~~$$tg(\omega t) = \sqrt{\frac{mgh}{2m\omega^2}}\cdot\frac{4m\omega^4}{2m\omega^2 - 4m\omega^2} = \sqrt{\frac{gh}{2\omega^2}}\cdot(-2\omega^2) = -\sqrt{2}\,\omega\sqrt{gh}$$~~

① продолж.

Чистовик

$$\ddot{x} + x\cdot\frac{k}{2m} = g; \quad x(t) = \frac{2mg}{k} + A\cos(\omega t) + B\sin(\omega t)$$ (решение уравнения колебаний

$$\omega^2 = \frac{k}{2m} \Rightarrow k = 2m\omega^2 \quad x(t) = \frac{g}{\omega^2} + A\cos(\omega t) + B\sin(\omega t)$$

$$\ddot{x} + \omega^2 x = a$$
$$(\ddot{x} - \frac{a}{\omega^2}) + (x - \frac{a}{\omega^2})\omega^2 = 0$$
$$\Downarrow$$
$$x - \frac{a}{\omega^2} = A\cos(\omega t) + B\sin(\omega t)$$
$$\Rightarrow x = \frac{a}{\omega^2} + A\cos\omega t + B\sin\omega t$$

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

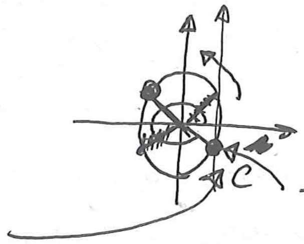
$$x(0) = \frac{g}{2\omega^2} = \frac{g}{\omega^2} + A \Rightarrow A = -\frac{g}{2\omega^2};$$

$$\dot{x}(0) = \sqrt{\frac{gh}{2}} = \omega B \Rightarrow B = \sqrt{\frac{gh}{2}}\cdot\frac{1}{\omega}$$

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

3) в моменты наиб. откл. $\dot{x} = 0$: $\sqrt{\frac{gh}{2}}\cos(\omega t) + \frac{g}{2\omega}\sin(\omega t) = 0$

$$\Rightarrow \operatorname{tg}(\omega t) = -\sqrt{\frac{gh}{2}}\cdot\frac{2\omega}{g} = -\sqrt{2}\sqrt{\frac{h}{g}}\,\omega$$



в первый раз когда $\operatorname{tg}(\omega t)$ такой, что минимальная высота (↓ ↑)

$-\sqrt{\frac{2h}{g}}\,\omega$

значит нужен 2 корень: (т.С на кружке) ~~$\omega t = \operatorname{arctg}\left(-\sqrt{\frac{2h}{g}}\omega\right) = -\operatorname{arctg}\left(\sqrt{\frac{2h}{g}}\omega\right)$~~

$$\omega t = 2\pi - \operatorname{arctg}\left(\sqrt{\frac{2h}{g}}\,\omega\right);$$

$$t = \frac{2\pi - \operatorname{arctg}\left(\sqrt{\frac{2h}{g}}\,\omega\right)}{\omega}$$

$h = 20$ см $= 0{,}2$ м
$\omega = 5\ \frac{\text{рад}}{\text{с}}$
$g = 10\ \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
$\sqrt{0{,}04}\cdot 5 = 1$

~~Ответ: $\frac{2\pi - \operatorname{arctg}\left(\sqrt{\frac{2h}{g}}\omega\right)}{\omega}$.~~

тогда $\operatorname{arctg} = \frac{\pi}{4}$

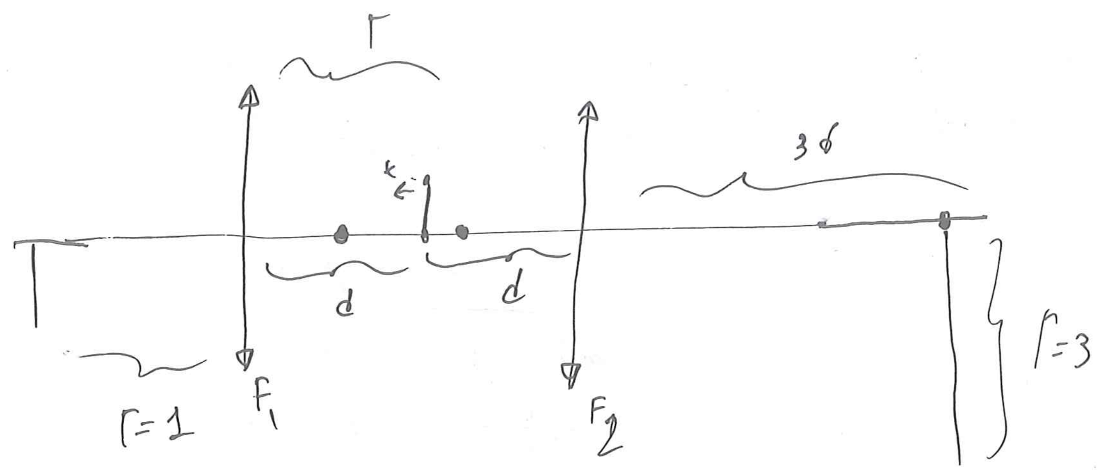
подставим:

$$t = \frac{2\pi - \operatorname{arctg}\left(\sqrt{\frac{0{,}4}{10}}\cdot 5\ \frac{\text{рад}}{\text{с}}\right)}{5\ \frac{\text{рад}}{\text{с}}}$$

$$= \frac{\frac{7}{8}\pi\ \text{рад}}{5\ \frac{\text{рад}}{\text{с}}} = \frac{7\pi}{40}\,\text{с} \approx \frac{21{,}7}{40}\,\text{с} \approx 0{,}55\,\text{с}$$

Ответ: $\frac{7\pi}{40}$ с. ($\approx 0{,}55$ с) $\left(t = \frac{2\pi - \operatorname{arctg}\left(\sqrt{\frac{2h}{g}}\omega\right)}{\omega}\right)$

Черновик



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

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

~~оба действ.: $\frac{1}{d-x} + \frac{1}{}$~~

$$\Gamma_1 = \frac{a_1'}{d-x}; \quad \Gamma_2 = \frac{a_2'}{d+x};$$

$$a_1'(d+x) = a_2'(d-x)$$

$$\frac{1}{d-x} + \frac{1}{a_1'} = \frac{1}{F_1} = \frac{2}{d}; \quad \frac{1}{d+x} + \frac{1}{}$$

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{a'} = \frac{1}{F}; \quad a' = \frac{aF}{a-F}; \quad \Gamma = \frac{a'}{a} = \frac{F}{a-F};$$

$$\frac{F_1}{d-x-F_1} = \frac{F_2}{d+x+F_2}; \quad F_1 = \frac{d}{2} \quad F_2 = \frac{3d}{4}$$

$$\frac{\frac{d}{2}}{\frac{d}{2}-x} = \frac{\frac{3d}{4}}{\frac{7d}{4}+x}; \quad \frac{7d}{4} + x = \frac{3}{2}\left(\frac{d}{2} - x\right) = \frac{3}{4}d - \frac{3}{2}x;$$

$$d = -\frac{5}{2}x; \quad x = -\frac{2d}{5}$$

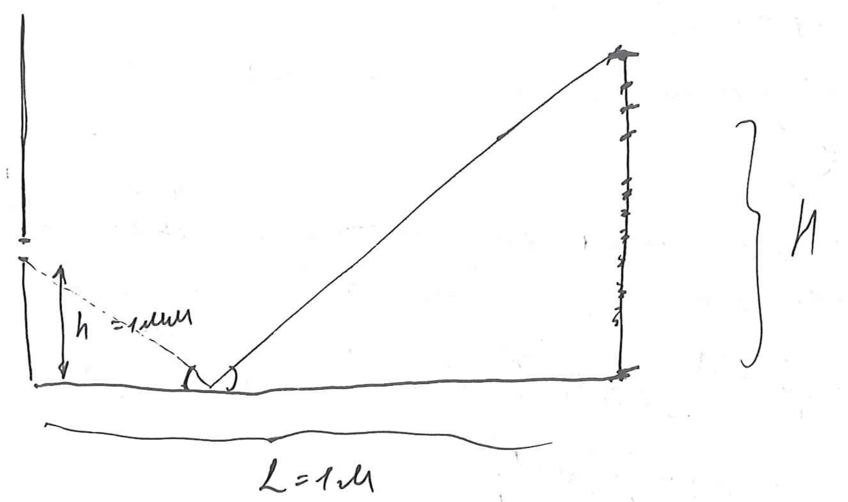
Черновик

$$\Gamma = \frac{\frac{d}{2}}{\left(\frac{8}{10} - \frac{5}{10}\right)d} = \frac{5}{3}$$

$c = \lambda D;$

$\frac{M}{C} = M \cdot D;$

$c = \lambda \cdot D$

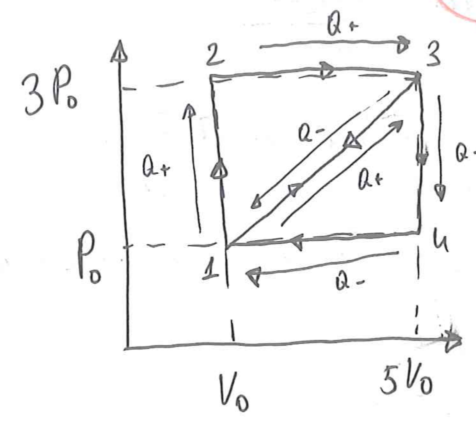


ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

16-98-29-03 (1.12)

20 б

(2) Чистовик



1) в цикле ~~на участие~~ 1-2-3-1 тепло [подводится в 1-2 и 2-3, а ($A=0; dU>0$) ($dA>0$, $dU>0$, $\forall P,V$) $\forall P,V$; отводится на 3-1 ($dA<0$; $dU<0$ $\forall P,V$ в этом процессе)

$\delta Q = dU + dA$

2) ~~на~~ в цикле 1-3-4-1

Q_+: 1-3 ($dA>0; dU>0$)

Q_-: 3-4, 4-1 ($dA\le 0$, $dU<0$)

3) $\eta = \frac{A}{Q_+}$; $A \equiv$ площадь фигуры

$A_{1231} = A_{1341}$ т.к. разделены диагональю ~~пара~~ прямоугольника

$i=3$ (одноат.) $\Rightarrow C_p = \frac{5}{2}R$, $C_v = \frac{3}{2}R$

$$\Downarrow$$

$$\frac{\eta_{1231}}{\eta_{1341}} = \frac{Q_{+1341}}{Q_{+1231}};$$

4) $Q_{+1341} \equiv Q_{13} = A_{13} + \Delta U_{13}$

$$= \frac{P_0 + 3P_0}{2} \cdot (5V_0 - V_0) + \frac{3}{2}\nu R \Delta T$$

$5V_0 \cdot 3P_0 - P_0V_0$

$\left(15P_0V_0 = \nu RT_3,\ P_0V_0 = \nu RT_1\right)$

$$Q_{+1341} = 8P_0V_0 + 21 P_0V_0 = 29 P_0V_0$$

5) $Q_{+1231} = Q_{12} + Q_{23} = C_v \nu \Delta T_{21} + C_p \nu \Delta T_{32}$

$$= \frac{3}{2} \cdot \left(V_0(3P_0 - P_0)\right) + \frac{5}{2}\left(3P_0 \cdot (5V_0 - V_0)\right) = 33P_0V_0$$

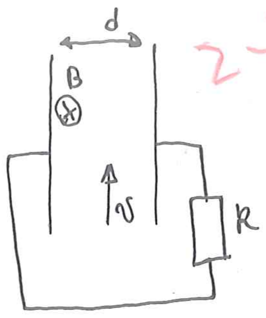
($PV = \nu RT$ по ур-ю Клапейрона - Менделеева)

$$\frac{\eta_{1231}}{\eta_{1341}} = \frac{Q_{+2}}{Q_{+1}} = \frac{29P_0V_0}{33P_0V_0} = \frac{29}{33}$$

Ответ: $\frac{29}{33}$.

Чистовик

③



2 - ?

• $I = \frac{U_{между\ пласт.}}{R}$

$P_R = I^2 R \Rightarrow P_{max}$ значит I, а следовательно, U - макс.

• $U_{макс.}$ достигается, когда перераспределится наибольшее кол-во электронов

если $F_{Лоренца} = \underbrace{E_{поля,\ созд.\ эл.} \cdot \Delta q}_{F_{электрост.}}$, то электронная конфигурация не меняется $(a=0)$ (постоянная скорость движения электронов ⇒ постоянный ток) (в уст. режиме)

$$\Delta q \cdot B \cdot v = \frac{U}{d} \cdot \Delta q \Rightarrow U = Bvd$$

$$\Rightarrow P_R = I^2 R = \frac{U^2}{R}; \quad U^2 = P_R R \Rightarrow U = \sqrt{RP_R}$$

$$Bvd = \sqrt{P_R R} \Rightarrow \boxed{d = \frac{\sqrt{P_R R}}{Bv}}$$

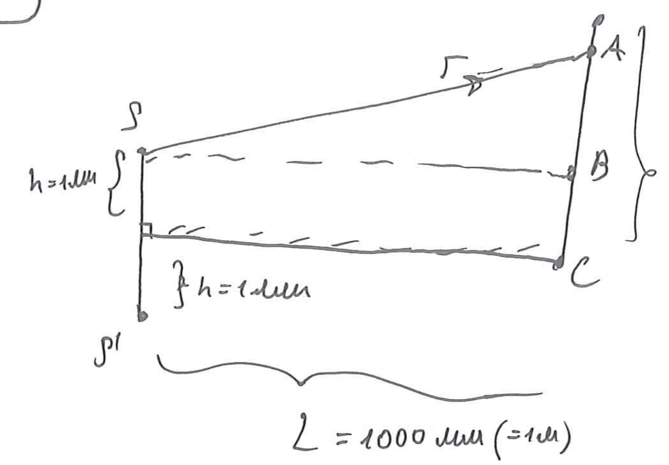
$$d = \frac{\sqrt{10^{-3} \cdot 1 \cdot 0{,}4}}{1 \cdot 0{,}1}\ м = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{1 \cdot 10^{-1}} = 0{,}2\ м = 20\ см$$

$v = 10\ \frac{см}{с} = 0{,}1\ \frac{м}{с}$;
$B = 1\ Тл$
$P = 10^{-3} \cdot 1\ Вт$
$R = 0{,}4\ Ом$

Ответ: 20 см

Чистовик

⑤



1) изобр. источника в зеркале - S' - симметрично оси

2) для интерферирующих полос нужно совпадение фаз.
$A = A_0 \cos(\omega t + \varphi_0 + f(\frac{r}{\lambda}))$

т. к. ω и φ_0 одинаковы для источника и его изображения, $f(\frac{r}{\lambda})_1 = f(\frac{r}{\lambda})_2$, (период. функц.)

а значит длины пути отличаются на целое число длин волны

$r_{S'} - r_S = n\lambda$;

1) на участке AB разница ~~уменьшается~~ (монотонно) изменяется от разницы длин в т. A до разницы в т. B (принимает все значения)

в т. A: $\left|\sqrt{L^2 + (H-h)^2} - \sqrt{L^2 + (H+h)^2}\right|$

в т. B: $\left|L - \sqrt{L^2 + (2h)^2}\right|$

$\sqrt{1000^2 + 51^2} - \sqrt{1000^2 + 49^2}$ мм $= \Delta r_A$

$-1000 + \sqrt{1000^2 + 4}$ мм $= \Delta r_B$;

для малых величин $(1+\alpha)^n \approx 1 + n\alpha$, $\alpha \ll 1$

$\Delta r_A = 1000 \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{51}{1000}\right)^2} - 1000 \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{49}{1000}\right)^2}$ мм $\approx$

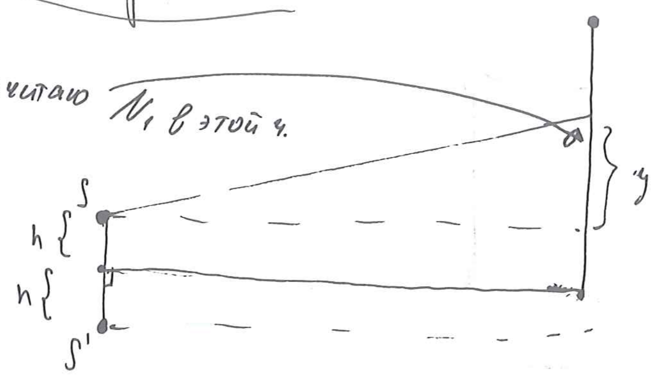
$\left(1000 + \left(\frac{51}{1000}\right)^2 \cdot \frac{1000}{2}\right) - \left(1000 + 1000 \cdot \left(\frac{49}{1000}\right)^2 \cdot \frac{1}{2}\right)$ мм $\approx \frac{51^2 - 49^2}{2000} \approx \frac{200}{2000}$ мм

$\approx 0{,}1$ мм $= 1 \cdot 10^{-1} \cdot 10^{-3}$ м $= 10^{-4}$ м $= 100 \cdot 10^{-6}$ м

$\Delta r_B = -1000 + 1000\sqrt{1 + \left(\frac{2}{1000}\right)^2} \approx \frac{4}{2000}$ мм $= 2 \cdot 10^{-6}$ м

Черновик

посчитаю N_1 в этой т.



$r=\sqrt{L^2+y^2}$

$= L\sqrt{\left(1+\left(\frac{y}{L}\right)^2\right)}$

$\approx L + \frac{y^2}{2L}$

разн. $r_{S'} - r_S \approx L + \frac{(y+2h)^2}{2L} - L - \frac{y^2}{2L}$

$= \frac{y^2+4yh+4h^2-y^2}{2L} = \frac{2yh-2h^2}{L} = \frac{2h}{L}(y-h)$

$\frac{2h}{L}(y-h) = n\cdot l$;

$l = 0{,}5\cdot10^{-6}$ м

$h = 50$ мм.

$L = 1000$ мм,

$y-h = n\cdot\frac{lL}{2h} = n\cdot 0{,}5\cdot10^{-5}$

$\frac{2h}{L} = \frac{1}{10}$

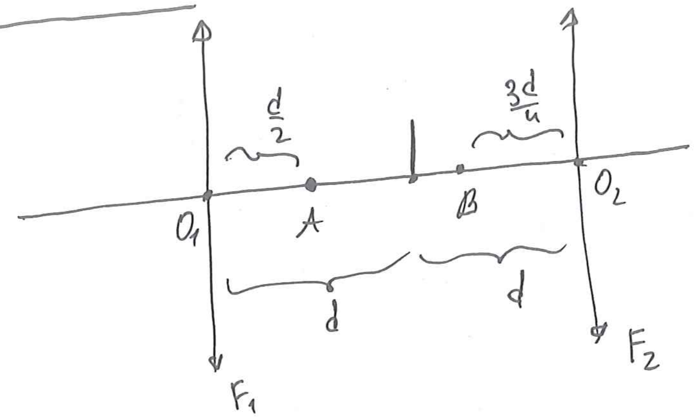
$y\in(0; H-h)$

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

$\frac{d}{dt} = \frac{1}{2\sqrt{\ }}\cdot 2x - \frac{1}{2\sqrt{\ }}\cdot(2x+2h)$

16-98-29-03
(1.12)

4 Чистовик



$\Gamma = \left|\frac{a'}{a}\right|$

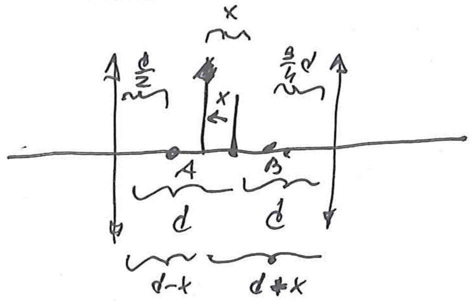
(a' - ~~изобр~~ расст. до изобр. от линзы, a - расст. от предмета до линзы)

=> при $\Gamma=1$ и $a=d$ $a'=d$; при $\Gamma=3$ $a'=3d$
(1 линза) (2 линза)

по ф-ле тонкой линзы: (действ. изобр.)

$$\begin{cases} \frac{1}{d}+\frac{1}{d}=\frac{1}{F_1}; \Rightarrow F_1=\frac{d}{2} \\ \frac{1}{d}+\frac{1}{3d}=\frac{1}{F_2}; \Rightarrow F_2=\left(\frac{4}{3d}\right)^{-1}=\frac{3}{4}d \end{cases}$$

• предположим, что можно сдвинуть стержень так, чтобы обе линзы давали действ изобр-е с одинак. увеличением тогда стержень между A и B



тогда для обеих линз:

$\frac{1}{a}+\frac{1}{a'}=\frac{1}{F}$; $a'=\frac{aF}{a-F}$;

$\Gamma=\frac{a'}{a}=\frac{F}{a-F}$;

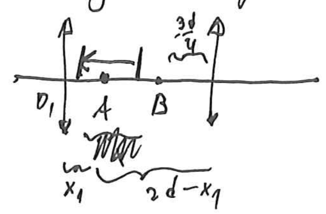
$\Gamma_1=\Gamma_2$

$\frac{F_1}{d-x-F_1}=\frac{F_2}{d+x-F_2}$; $F_1=\frac{d}{2}$, $F_2=\frac{3d}{4}$

$\frac{\frac{d}{2}}{d-x-\frac{d}{2}}=\frac{\frac{3d}{4}}{d+x-\frac{3d}{4}}$; $\Rightarrow \frac{d}{4}+x=\frac{3}{2}\left(\frac{d}{2}-x\right)$; $\left(\frac{A}{B}=\frac{C}{D};\ AD=CB\right)$

$\frac{d}{4}+x=\frac{3d}{4}-\frac{3}{2}x$; $-\frac{d}{2}=-\frac{5}{2}x$; $x=\frac{d}{5}$ при таком сдвиге стержень действительно между A и B ✓

• пусть стержень между O_1 и A



тогда для 1 линзы: $\frac{1}{x_1}+\frac{1}{a'}=\frac{1}{F_1}$; $a'=\frac{x_1F_1}{x_1-F_1}\geq 0$

$\Gamma_1=\left|\frac{a'}{x_1}\right|=\left|\frac{F_1}{x_1-F_1}\right|=\frac{F_1}{F_1-x_1}$

Γ_2 по-прежнему $\frac{F_2}{a-F_2}=\frac{F_2}{(2d-x_1)-F_2}$

Чистовик (4) продолж. $F_1 = \frac{d}{2}$; $F_2 = \frac{3d}{4}$ ~~Чистовик~~

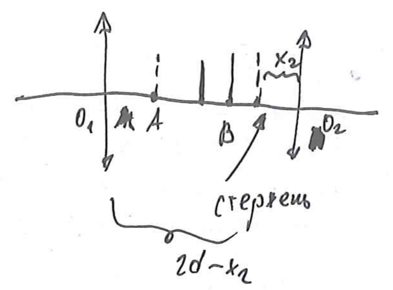
$\frac{F_1}{F_1-x_1} = \frac{F_2}{2d-x_1-F}$; $\frac{\frac{d}{2}}{\frac{d}{2}-x_1} = \frac{\frac{3d}{4}}{2d-x_1-\frac{3d}{4}}$

$\Rightarrow \frac{5}{4}d - x_1 = \frac{3}{2}\left(\frac{d}{2}-x_1\right)$; $\frac{5}{4}d - x_1 = \frac{3}{4}d - \frac{3}{2}x_1$;

$\frac{1}{2}x_1 = -\frac{1}{2}d$

$x_1 = -d$, что соотв. сдвигу за 1ю линзу, чего не может быть. X

• пусть стержень между B и O_2



тогда для 1 линзы: $\frac{1}{a} + \frac{1}{2d-x_2} = \frac{1}{F_1}$; ~~аналогично 1 случаю~~.

~~Бк~~ изобр. действ.

$\Rightarrow \Gamma = \frac{F_1}{2d-x_2-F_1}$.

для 2 линзы: аналогично 2 случаю (с мнимым изобр.) $\Gamma = \frac{F_2}{F_2-x_2}$

$\frac{F_2}{F_2-x_2} = \frac{F_1}{2d-x_2-F_1}$; $\frac{\frac{3d}{4}}{\frac{3d}{4}-x_2} = \frac{\frac{d}{2}}{2d-x_2-\frac{d}{2}}$ $\Rightarrow \frac{3}{2}\left(\frac{3}{2}d-x_2\right) = \frac{3d}{4}-x_2$

$\frac{9}{4}d - \frac{3}{2}x_2 = \frac{3d}{4} - x_2$;

$\frac{6}{4}d = \frac{1}{2}x_2$;

$x_2 = \frac{6}{2}d, > \frac{3}{4}d$

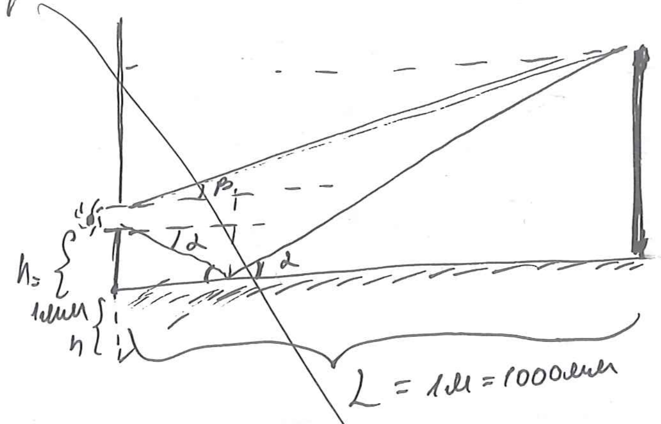
что не соотв. нахождению между B и O_2

тогда единственный вариант - сдвиг на $\frac{d}{5}$ к 1 линзе

$x = \frac{25\text{ см}}{5} = 5$ см

Ответ: 5 см. $\left(\frac{d}{5}\right)$

~~Чистовик~~ Черновик



$H = 5\text{ см} = 50\text{ мм}$

1) найду угол (максимальный к горизонту), при котором свет от зеркала попадёт на экран

$tg\,\alpha = \frac{H+h}{L} = \frac{51}{1000}$

2) найду угол β для прямого хода: $tg\,\beta = \frac{H-h}{L} = \frac{49}{1000}$

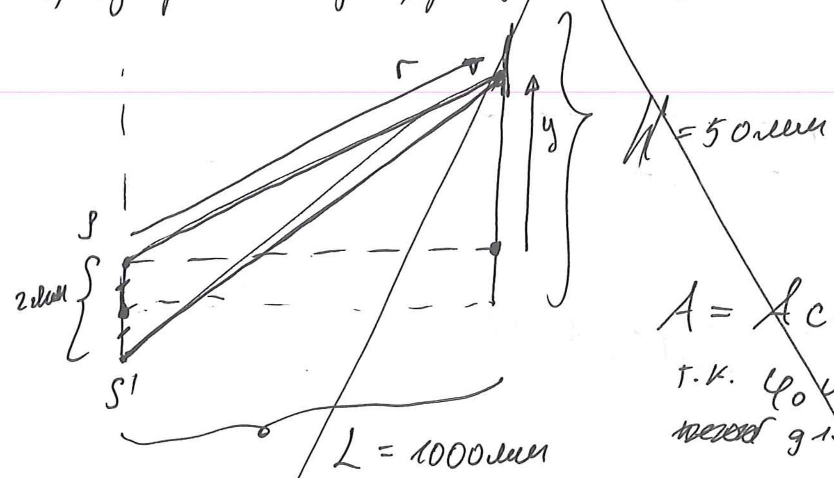
т.е. ход света ограничен лучами под углом $\alpha \approx \frac{51}{1000}$ рад

и $\beta \approx \frac{49}{1000}$ рад

3) $c = \lambda \cdot \nu \Rightarrow \nu = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow \omega_{волн.} = 2\pi \cdot \frac{c}{\lambda}$ (c – скорость света)

(круговая частота)

4) изображение лучей, проходящих через зеркало, симметрично ~~зерка~~ оси



Интерферирующие полосы возникают, когда волны от источников совпадают по фазе (максимумы)

$A = A\cos\left(\varphi_0 + \omega t + \frac{r}{\lambda}\right)$

т.к. φ_0 и ω совпадают, ~~тогда~~ для совпадения фаз

нужно, чтобы ~~волн~~ и ~~волна от S прошла целое количество длин волн,~~

$\frac{r_S}{\lambda} - \frac{r_{S'}}{\lambda} = n$, $n \in \mathbb{Z}$ (т.е. в точке они отличались на целое число длин волн)

$\lambda = 0{,}5 \cdot 10^{-6}$ м;

~~$r_S - r_{S'} = \lambda n$~~

~~$r_S = \sqrt{L^2+y^2}$; $r_{S'} = \sqrt{L^2+(y+2h)^2}$~~

~~$r_S = r_{S'} + \lambda n$; $r_S^2 = r_{S'}^2 + (\lambda n)^2 + 2r_{S'}(\lambda n)$; $L^2+y^2 = L^2+(y+2h)^2$~~

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

16-98-29-03
(1.12)

5 продолж. Чистовик

т.е. Δr изменяется от $2\cdot10^{-6}$ м до $100\cdot10^{-6}$ м
(и каждое значение достигается) (монотонное изм.)

$\Delta r = n\lambda$; чтобы найти n $\qquad \Delta(\Delta r) = \Delta r_A - \Delta r_B$

цел. часть

$$n_{AB} = \left[\frac{\Delta(\Delta r)}{\lambda}\right] = \frac{100\cdot10^{-6} - 2\cdot10^{-6}}{0{,}5\cdot10^{-6}} = \frac{98}{0{,}5} = 196$$

линий

на участке BC:

$\Delta r_B = 2\cdot10^{-6}$ м;

$\Delta r_C = \sqrt{L^2+h^2} - L$; $\Delta r_C = \sqrt{1000^2+1^2} - 1000$ мм

$\approx 1000\left(1+\left(\frac{1}{1000}\right)^2\cdot\frac{1}{2}\right) - 1000$ мм $= \frac{1}{2}\cdot10^{-3}$ мм $= 0{,}5\cdot10^{-6}$ мм

$n_{BC} = \left[\frac{\Delta(\Delta r)}{\lambda}\right]$ (т.к. разность достигает всех знач. в промежутке по 1 разу)

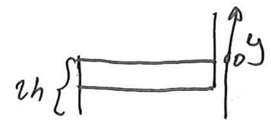
$$n_{BC} = \frac{2\cdot10^{-6} - 0{,}5\cdot10^{-6}}{0{,}5\cdot10^{-6}} = \frac{1{,}5}{0{,}5} = 3$$

Тогда всего линий $\approx 196 + 3 = 199$

Ответ: ≈ 199.

для 5: докажу монотонность убывания на AB:

$\Delta r = \sqrt{L^2+(y+2h)^2} - \sqrt{L^2+y^2}$; $\frac{d}{dy}$



$$\frac{1}{2\sqrt{L^2+(y+2h)^2}}\cdot(2y+4h) - \frac{1}{2\sqrt{L^2+y^2}}\cdot 2y$$

почти всегда > 0 (кроме значений y, сравнимых с h)

(корни $\approx$ равны) (близко)

не влияет на оценку n ~~(±1)~~ (±2)