0 164150 890000

16-41-50-89
(1.3)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант № 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Мехвинцева Георгия Максимовича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Выход из аудитории: 13:00

Вернулся 13:02

Сдал 14:57

Дата

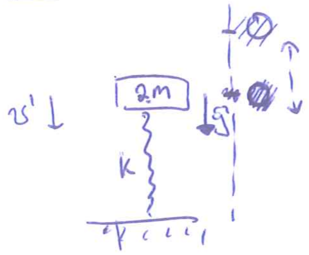
«14» февраля 2025 года

Подпись участника

(Черновик)

$mgh = \frac{mV^2}{2}$ $\quad V = \sqrt{2gh}$

$mV = 2mV'$ $\quad V' = \frac{V}{2} = \sqrt{\frac{gh}{2}}$ $\quad \Delta P = F\Delta t$ удар считаем мгновенным $\Rightarrow \Delta P = 0$



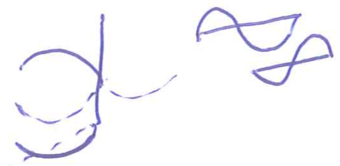
$\frac{kx^2}{2} + mgh + \frac{mV^2}{2}$ $\quad -kx_1 = mg$ $\quad x_1 = -\frac{mg}{k}$

$2ma = -kx + 2mg$ $\quad x' = x - \frac{2mg}{k}$

$x \to x' + \frac{2mg}{k}$ $\quad x_1' = \frac{mg}{k}$

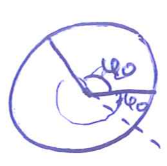
$2m\ddot{x} = -kx'$ $\quad x_1 = x' + \frac{mg}{k}$

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



$$\begin{cases} A\cos(\omega t + \varphi_0) = \frac{mg}{k} = \frac{2g}{\omega^2} \\ A\omega\sin(\varphi_0) = -\sqrt{\frac{gh}{2}} \end{cases}$$

$\omega\, tg\varphi_0 = -\frac{\sqrt{\frac{gh}{2}}}{\frac{2g}{\omega^2}}$

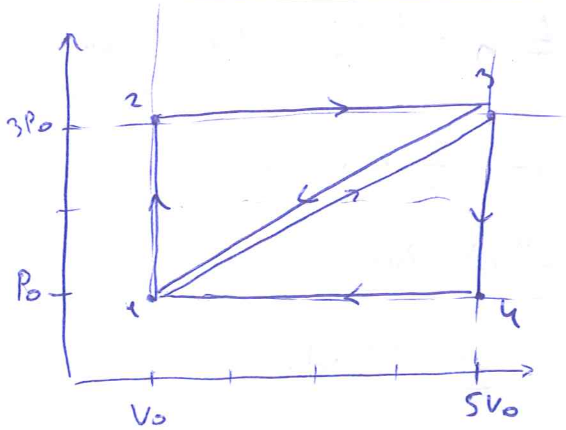


$y = \frac{\omega h}{h}$

$\omega\, tg\varphi_0 = -\frac{\sqrt{10 \cdot 10^{-1}} \cdot \omega^2}{20}$ $\quad tg\varphi_0 = \frac{-5}{20} = -\frac{1}{4}$

$\pi - arctg\frac{1}{4}$ $\quad 3{,}14 + 0{,}15$ $\quad 3{,}3$

$\pi + arctg\frac{1}{4}$



$\eta = \frac{A}{Q_H}$ $\quad A_1 = \frac{2P_0 \cdot 4V_0}{2}$ $\quad A_2 = \frac{2P_0 \cdot 4V_0}{2}$

$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{Q_{H2}}{Q_{H1}} = \boxed{\frac{29}{33}} \approx \frac{87}{99} = \frac{0{,}87}{0{,}99}$

$Q_{H1} = \frac{3}{2}(3P_0V_0 - P_0V_0) = 3P_0V_0$ $\quad$ 1-2

$+ \frac{3}{2}(15P_0V_0 - 3P_0V_0) + 12P_0V_0 =$ $\quad$ 2-3 $\quad 30P_0V_0$

$= 33P_0V_0$

$Q_{H2} = \frac{3}{2}(15P_0V_0 - P_0V_0) + 8P_0V_0 = 29P_0V_0$

$- \frac{3}{2}(15 - 5$

$- 15P_0V_0$

$- 8P_0V_0 - 4P_0V_0$ $\quad 25$ $\quad 4P_0V_0$

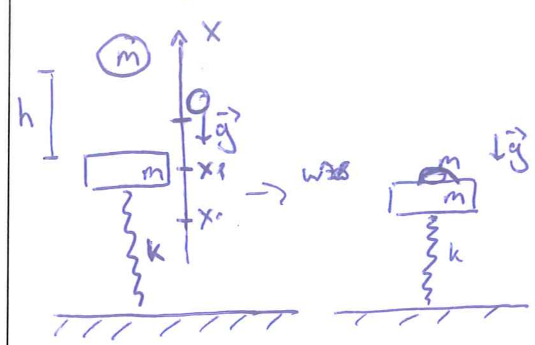
$\frac{1}{0{,}99}$ $\quad \frac{100}{99} = 1{,}0101$

$1{,}01 \times 87 = 87{,}87 \approx 88\%$

16-41-50-89
(1.3)

1	2	3	4	5	Σ
16	20	12	20	17	85

№ 1.1.1



Дано: $h = 20$ см; $\omega = 5$ рад/с; $g = 10$ м/с

Найти: τ – время первой максимальной высоты

Решение

Сначала рассмотрим падение пластилина. Отсчитывая потенциальную энергию от высоты бруска по закону сохранения энергии получаем:

$mgh + m \cdot \frac{0^2}{2} = m\frac{V^2}{2} \Rightarrow V = \sqrt{2gh}$ – с такой скоростью пластилин сталкивается с бруском.

по условию в начале груз покоился

Пусть жёсткость пружины равна k.

Рассмотрим столкновение. По закону изменения импульса для системы бруска и шарика $\Delta p = F\Delta t$ (равнодействующая). Считая, что время удара $\Delta t \to 0$ получаем, что $\Delta p = 0$, следовательно

$mV = (m+m) \cdot V'$ (т.к. брус и шарик слиплись) $\Rightarrow V' = \frac{V}{2} = \sqrt{\frac{gh}{2}}$

Введём вертикальную ось X с 0-м на высоте неудлинённой пружины, тогда пусть брусок находится на высоте x_1.

По 2-у закону Ньютона для бруса до столкновения с шариком:

$0 = -kx_1 - mg \Rightarrow x_1 = -\frac{mg}{k}$

т.к. брус покоился

По 2-у закону Ньютона для слипшихся шарика и бруса в произвольной т-ке x:

$2ma = -kx - 2mg$ $\quad$ введём замену $x' = x - \frac{2mg}{k} \Rightarrow a = \ddot{x} = (x' - \frac{2mg}{k})^{\cdot\cdot} = \ddot{x}'$

$\Rightarrow \boxed{2m\ddot{x}' = -kx'} + \cancel{2mg - 2mg}$ уравнение гармонических колебаний с частотой $\boxed{\omega = \sqrt{\frac{k}{2m}}\ (1)}$

$\Rightarrow x' = A\cos(\omega t + \varphi_0)$ $\quad$ Начальные условия: $x'(0) = x(0) + \frac{2mg}{k} = x_1 + \frac{2mg}{k} = \frac{mg}{k}$

$v(0) = \cancel{A\omega\sin} - V' = -\sqrt{\frac{gh}{2}}$ (т.к. $\vec{v}' \uparrow\downarrow \vec{x}$)

из (1) $\omega^2 = \frac{k}{2m} \Rightarrow \frac{k}{m} = \frac{\omega^2}{2}$

$$\Rightarrow \begin{cases} A\cos\varphi_0 = \frac{mg}{k} \\ A \cdot \omega\sin\varphi_0 = -\sqrt{\frac{gh}{2}} \end{cases} \Rightarrow \omega \cdot tg\varphi_0 = -\frac{\sqrt{gh} \cdot k}{\sqrt{2} \cdot g \cdot m}$$

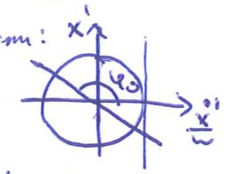
$\Rightarrow tg\varphi_0 = -\sqrt{\frac{h}{2g}} \cdot \frac{\omega}{2} = -\sqrt{\frac{0{,}2\,м}{2 \cdot 10\,м/с^2}} \cdot \frac{5\,с^{-1}}{2} = -\frac{5}{20} = -\frac{1}{4}$

Брусок достигает максимума когда $\cos(\omega t + \varphi_0) = 1$

$\Rightarrow \omega t + \varphi_0 = 2\pi k \quad k \in \mathbb{Z}$

$\Rightarrow t = \frac{2\pi k - \varphi_0}{\omega} = \cancel{\dots}$

На фазовой окружности:



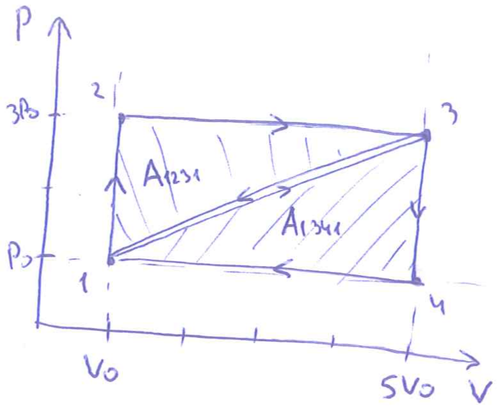
$x'(0) > 0$, $v'(0) < 0$ $\Rightarrow \varphi_0 = \pi + arctg(-\frac{1}{4})$

$\Rightarrow t = \frac{2\pi k - \pi - arctg(-\frac{1}{4})}{\omega}$

τ наступает при min k: $t \geq 0$ и $t(0) = \frac{-\pi - arctg(-\frac{1}{4})}{\omega} < 0$; $t(1) = \frac{\pi - arctg(-\frac{1}{4})}{\omega} > 0$

$\Rightarrow \boxed{\tau = \frac{\pi - arctg(-\frac{1}{4})}{5}\ с \approx \frac{3{,}14 - (-\frac{1}{4})}{5} = 0{,}68\ с.}$

№ 2.2.1. 20 б.



Дано: идеальный одноатомный газ; $P_0 \to 3P_0$, $V_0 \to 5V_0$

Найти: $\frac{\eta_{1231}}{\eta_{1341}}$ - ?

Решение

По определению КПД $\eta = \frac{A_{цикла}}{Q_н}$ ← энергия нагрева

~~Работа цикла~~ –

$A_{цикла} = S_{фигуры, ограниченной циклом в координатах}$ PV => $A_{1231} = \frac{2P_0 \cdot 4V_0}{2} = 4P_0V_0$

$A_{1341} = \frac{2P_0 \cdot 4V_0}{2} = 4P_0V_0$

$$\Rightarrow \frac{\eta_{1231}}{\eta_{1341}} = \frac{A_{1231}}{A_{1341}} \cdot \frac{Q_{н1341}}{Q_{н1231}} = 1 \cdot \frac{Q_{н1341}}{Q_{н1231}}$$

По 1-у началу термодинамики $Q = \Delta U + A$

Внутренняя энергия идеального одноатомного газа $U = \frac{3}{2}\nu RT$

По уравнению Менделеева-Клапейрона: $PV = \nu RT \Rightarrow U = \frac{3}{2}PV$

Найдём ~~теплота~~ $Q_н$ в процессе 1-2-3-1; Работа процесса $A = \int_{V_н}^{V_к} PdV$ = площадь под графиком процесса в координатах PV

$Q_{1-2} = U_2 - U_1 + A_{12}$ 1-2-изохора => $A_{12} = 0$ => $Q_{12} = \frac{3}{2}(3P_0 \cdot V_0 - P_0V_0) = 3P_0V_0 > 0$

$Q_{2-3} = U_3 - U_1 + A_{23}$ 2-3-изобара => $A_{23} = 3P_0 \cdot (5V_0 - V_0) = 12P_0V_0$

$Q_{23} = \frac{3}{2}(3 \cdot 5 \cdot P_0V_0 - 3P_0V_0) + 12P_0V_0 = 18P_0V_0 + 12P_0V_0 = 30P_0V_0 > 0$

$Q_{31} = U_1 - U_3 + A_{31}$ $U_1 - U_3 = \frac{3}{2}(P_0V_0 - 15P_0V_0) < 0$

$A_{31} = \frac{P_0 + 3P_0}{2}(V_0 - 5V_0) = -8P_0V_0 < 0$ => $Q_{31} < 0$

=> $Q_{н1231} = Q_{12} + Q_{23} = 33P_0V_0$

Найдём $Q_н$ в процессе 1-3-4-1

$Q_{13} = U_3 - U_1 + A_{13} = \frac{3}{2}(3 \cdot 5 \cdot P_0V_0 - P_0V_0) + \frac{P_0 + 3P_0}{2} \cdot (5V_0 - V_0) = 21P_0V_0 + 8P_0V_0 = 29P_0V_0$

$Q_{34} = U_4 - U_3 + A_{34}$ $A_{34} = 0$ т.к. 3-4-изохора $U_4 - U_3 = \frac{3}{2}(5P_0V_0 - 15P_0V_0) < 0 \Rightarrow Q_{34} < 0$

$Q_{41} = U_1 - U_4 + A_{41}$ $U_1 - U_4 = \frac{3}{2}(P_0V_0 - 5P_0V_0) < 0$

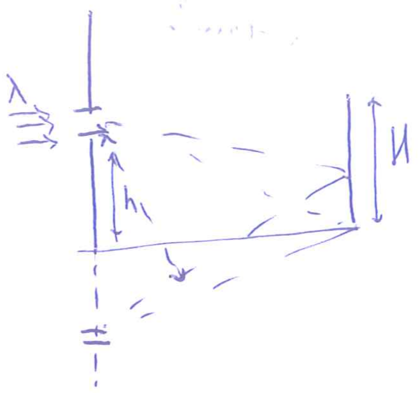
$A_{41} = P_1(V_0 - 5V_0) < 0$ => $Q_{41} < 0$

=> $Q_{н1341} = Q_{13} = 29P_0V_0$

$$\Rightarrow \frac{\eta_{1231}}{\eta_{1341}} = \frac{Q_{н1341}}{Q_{н1231}} = \frac{29P_0V_0}{33P_0V_0} = \frac{29}{33}$$

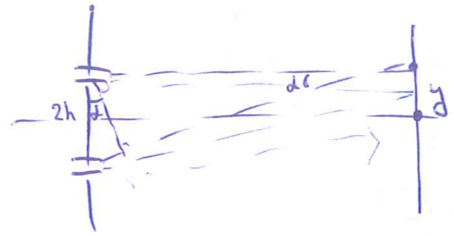
Ответ: $\frac{29}{33} \approx 0{,}88$

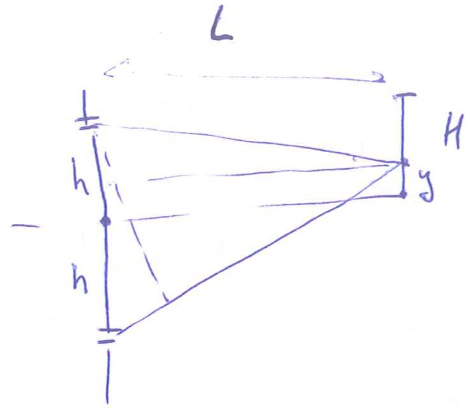
N - число интерференционных полос - ? (Черновик)



$\frac{y \cdot h}{\ell}$

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





$\ell_1 = \sqrt{(h-y)^2 + L^2}$ $\ell_2 = \sqrt{(h+y)^2 + L^2}$

$\ell_1 = L\sqrt{1 + \left(\frac{h-y}{L}\right)^2} \approx L \cdot \left(1 + \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{h-y}{L}\right)^2\right)$

$\ell_2 = L\left(1 + \frac{1}{2}\left(\frac{h+y}{L}\right)^2\right)$

$\ell_2 - \ell_1 = \frac{1}{2L}\left((h+y)^2 - (h-y)^2\right) = \frac{2h \cdot 2y}{2L} = \frac{4hy}{L} = \frac{2yh}{\ell}$

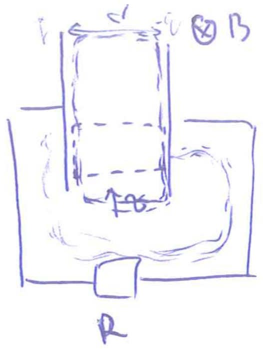
$\frac{2yh}{n\ell} = \lambda h$ $y = \frac{\ell\lambda}{h}n = \frac{1 \cdot \frac{1}{2} \cdot 10^{-6}}{10^{-3}} = \frac{1}{2} \cdot 10^{-3} = 0{,}5$ мм $= 0{,}05$ м

$\frac{H}{0{,}5} = \frac{5}{0{,}5} = 10$ интер. полос.

$\Delta\ell = \frac{2yh}{\ell} + \frac{\lambda}{2}$ $\frac{2yh}{L} + \frac{\lambda}{2} = \lambda n$

$\frac{2yh}{L} = \lambda(n + \frac{1}{2})$

$n + \frac{1}{2} = 10$



$P_m = 1$ мВт $\quad d - ?$

(Черновик)

$B d \dot{S} = B v d = \mathcal{E}_{инд.}$

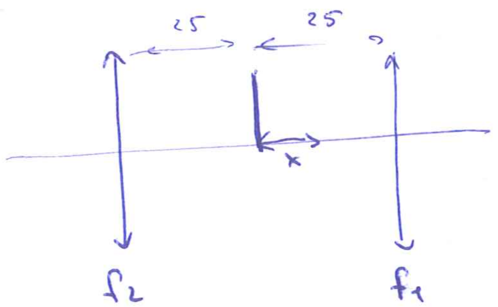
$\mathcal{E} = \frac{q}{C}$ $\quad \frac{q}{C} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} d = \frac{qd}{S\varepsilon_0}$

$C = \frac{S\varepsilon_0}{d}$

$\mathcal{E} = \frac{qd}{S\varepsilon_0}$ $\quad \frac{q}{C}$ $\quad \mathcal{E} = IR$

$\frac{\mathcal{E}^2}{R} = \frac{B^2 v^2 d^2}{R} = ??$

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



f_2 = без увеличения; действительное

$f_2 = \frac{25}{2}$

f_1: действительное, увеличено в 3 раза

$\frac{4}{a} + \frac{a}{b} = \frac{1}{3}$

$\frac{1}{25} + \frac{1}{75} = \frac{1}{f}$ $\quad \frac{1}{25}\left(1 + \frac{1}{3}\right) = \frac{1}{f}$

$\frac{4}{3} \cdot \frac{1}{25} = \frac{1}{f}$

$f = \frac{3 \cdot 25}{4} = \frac{75}{4}$ см

$\begin{cases} \frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{f_1} \\ \frac{1}{a_2} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{f_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{1}{25-x} + \frac{1}{b_1} = \frac{4}{75} \\ \frac{1}{25+x} + \frac{1}{b_2} = \frac{2}{25} \end{cases}$ $\quad \frac{a_1}{b_1} = \frac{a_2}{b_2}$ $\quad \frac{b_2}{b_1} = \frac{a_2}{a_1} = \frac{25+x}{25-x}$

$\frac{1}{b_1} = \frac{4}{75} - \frac{1}{25-x}$

$\frac{1}{b_2} = \frac{2}{25} - \frac{1}{25+x}$

$\frac{25+x}{25-x} = \frac{\frac{4}{75} - \frac{1}{25-x}}{\frac{2}{25} - \frac{1}{25+x}}$ $\quad \cancel{\frac{1}{25+x}}$

$2 - \frac{4}{3} - 2 = -\frac{10}{3}$

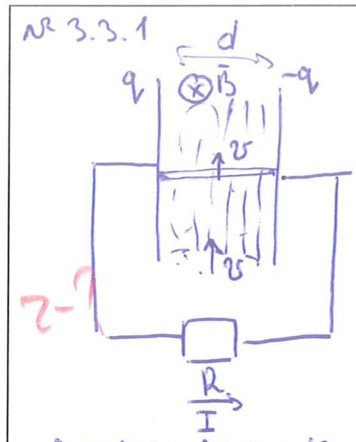
$(25+x)\left(\frac{2}{25} - \frac{1}{25+x}\right) = (25-x)\left(\frac{4}{75} - \frac{1}{25-x}\right)$

$2 + \frac{2}{25}x - \cancel{1} = \frac{4}{3} - \frac{4}{75}x - \cancel{1}$ $\quad \frac{2}{3} = -\frac{10}{75}x$ $\quad x = -\frac{150}{30} = -5$ см

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

16-41-50-89
(1.3)

№ 3.3.1



r-?

Дано: $R = 0{,}4$ Ом; $V = 10$ см/с; $B = 1$ Тл; $P_{max} = 1$ мВт $\quad \vec{B} \perp \vec{v}$

Найти: d

Решение

На концах прямого проводника, движущегося со скоростью v ~~пер~~ длины d перпендикулярно $\vec{B}$ возникает разность потенциалов $\Delta\varphi = Bvd$

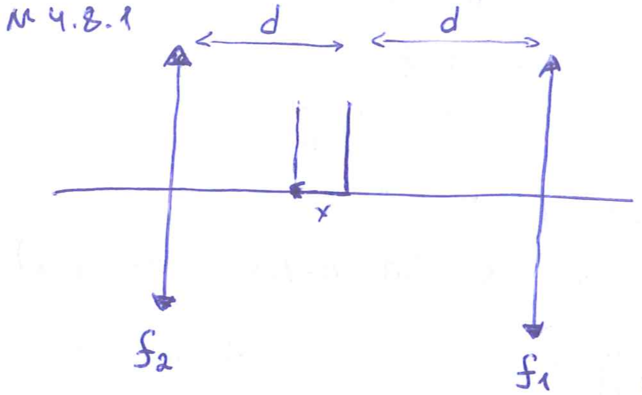
Рассмотрев такой слой, перпендикулярный обкладкам конденсатора получаем, что $\underbrace{\Delta\varphi_{обкл}}_{\text{напряжение на обкладках}} = \Delta\varphi = Bvd$ при этом $\Delta\varphi_{обкл} = \frac{q}{C}$ по определению ёмкости конденсатора

По правилу Кирхгофа для цепи: $0 = RI - \frac{q}{C} \Rightarrow RI = \frac{q}{C} = Bvd \Rightarrow I = \frac{Bvd}{R}$

$P_m = I^2 R = \frac{B^2 v^2 d^2}{R} \Rightarrow d^2 = \frac{P_m \cdot R}{B^2 v^2} \Rightarrow d = \frac{\sqrt{P_m \cdot R}}{B v} = \frac{\sqrt{10^{-3} Вт \cdot 4 \cdot 10^{-1} Ом}}{1 Тл \cdot 10^{-1} м/с} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{10^{-1}} м = 0{,}2 м = 20 см$

Ответ: 20 см

№ 4.8.1



Дано: $d = 25$ см $\Gamma_1 = 3$; $\Gamma_2 = 1$

Найти: x, чтобы $\Gamma_1' = \Gamma_2'$

Решение

Пусть линзы обладают фокусными расстояниями f_1 и f_2 (по аналогии Γ_1 и Γ_2)

~~Ф~~ Формула собирающей линзы

$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$ (1)

При этом $\Gamma = \frac{b}{a}$ (2) (изображения действительны)

Тогда начальные условия: $a_1 = a_2 = d$; $\Gamma_1 = \frac{b_1}{d} = 3$; $\Gamma_2 = \frac{b_2}{d} = 1$

Из (1) и (2) $\begin{cases} \frac{1}{d} + \frac{1}{b_1} = \frac{1}{f_1} \\ \frac{b_1}{d} = 3 \\ \frac{1}{d} + \frac{1}{b_2} = \frac{1}{f_2} \\ \frac{b_2}{d} = 1 \end{cases}$ $\Rightarrow \frac{1}{d} + \frac{1}{3d} = \frac{1}{f_1} \Rightarrow f_1 = \frac{3}{4}d$; $\quad \Rightarrow \frac{1}{d} + \frac{1}{d} = \frac{1}{f_2} \Rightarrow f_2 = \frac{d}{2}$

Пусть стержень сместится на x см по направлению ко 2-й линзе, тогда искомый x при условиях: $a_1 = d + x \quad a_2 = d - x \quad \Gamma_1' = \Gamma_2'$

$\begin{cases} \frac{1}{d+x} + \frac{1}{b_1'} = \frac{1}{f_1} \\ \frac{1}{d-x} + \frac{1}{b_2'} = \frac{1}{f_2} \\ \frac{b_1}{d+x} = \frac{b_2}{d-x} \Rightarrow \frac{b_1}{b_2} = \frac{d+x}{d-x} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{1}{b_1} = \frac{4}{3d} - \frac{1}{d+x} \\ \frac{1}{b_2} = \frac{2}{d} - \frac{1}{d-x} \end{cases} \Rightarrow \frac{b_1}{b_2} = \frac{\frac{2}{d} - \frac{1}{d-x}}{\frac{4}{3d} - \frac{1}{d+x}}$

$\frac{d+x}{d-x} = \frac{\frac{2}{d} - \frac{1}{d-x}}{\frac{4}{3d} - \frac{1}{d+x}} \Rightarrow$

$\Rightarrow (d+x)\left(\frac{4}{3d} - \frac{1}{d+x}\right) = (d-x)\left(\frac{2}{d} - \frac{1}{d-x}\right) \Rightarrow \frac{4}{3} + \frac{4x}{3d} - \cancel{1} = 2 - \frac{2x}{d} - \cancel{1}$

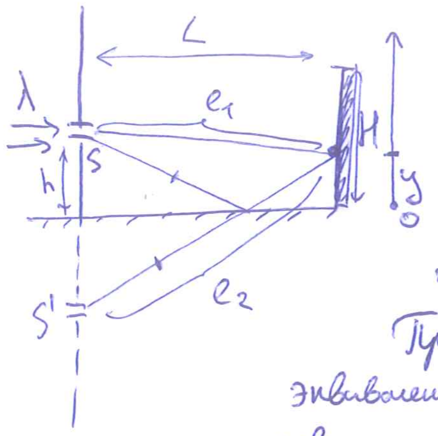
$\Rightarrow \frac{x}{d}\left(\frac{4}{3} + 2\right) = 2 - \frac{4}{3} \Rightarrow \frac{x}{d} = \frac{\frac{2}{3}}{\frac{10}{3}} = \frac{1}{5} \boxed{\Rightarrow}$

$\boxed{\Rightarrow}$ $x = \frac{d}{5} = 5$ см $\quad$ Ответ: на 5 см

+

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

№ 5.8.1.



Дано: $\lambda = 0{,}5$ мкм ; $L = 1$м; $h = 1$мм ; $H = 5$см

Найти: N - число интерференционных полос

Решение

Лучи из щели S интерферируют с лучами из этой же щели, но отражёнными от зеркала.

При отражении от зеркала лучи ведут себя эквивалентно лучам, испущенным из образа щели S', но сдвинутые на половину длины волны из-за отражения от более оптически плотной среды

Найдём разницу оптическую длин хода луча от S и S' до точки на высоте y на экране

$\Delta l = l_2 - l_1 + \frac{\lambda}{2}$

$l_2 = \sqrt{(y+h)^2 + L^2}$ $l_1 = \sqrt{(y+h)^2 + L^2}$ т.к. $L^2 >> (H \pm h)^2$ по условию воспользуемся приближением

$\sqrt{1+\alpha} \approx 1 + \frac{\alpha}{2}$

$\Rightarrow l_1 = L\sqrt{1 + \frac{(y-h)^2}{L^2}} = L\left(1 + \frac{(y-h)^2}{2L^2}\right)$ $l_2 = L\sqrt{1 + \frac{(y+h)^2}{L^2}} = L\left(1 + \frac{(y+h)^2}{2L^2}\right)$

±

$\Rightarrow \Delta l = \cancel{L} + \frac{(y+h)^2}{2L} - \cancel{L} - \frac{(y-h)^2}{2L} + \frac{\lambda}{2} = \frac{2yh}{L} + \frac{\lambda}{2}$

Найдём интерференционные максимумы : $\Delta l = \lambda n$; $n \in \mathbb{Z}$ (т.к. S и S' в фазе)

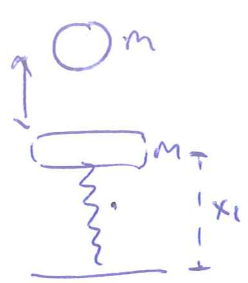
$\Rightarrow \frac{2yh}{L} = \lambda(n + \frac{1}{2}) \Rightarrow y = \frac{L\lambda}{2h}(n + \frac{1}{2}) \Rightarrow$ на экран высотой H поместятся

$N = \left[\frac{2h \cdot H}{L\lambda} - \frac{1}{2}\right]$ полосок $= \left[\frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{-2}}{1 \cdot \frac{1}{2} \cdot 10^{-6}} - \frac{1}{2}\right] = \left[200 - \frac{1}{2}\right] = 199$ полос

Ответ: 199 полос

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

1)



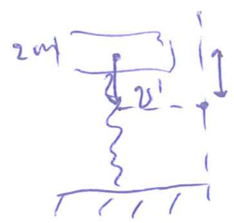
$mgh = \frac{mV^2}{2}$

$V = \sqrt{2gh}$

$mV = 2mV'$ $V' = \frac{\sqrt{gh}}{\sqrt{2}}$

$h = 20$ $g = 10$ $\omega = 5$ рад/с (Черновик)

$f(x) = A\cos(\omega t + \varphi_0)$ $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

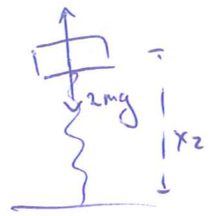


$\frac{k}{m} = \omega^2$ $k = m\omega^2$

A

$mg = k(l - x_1)$

$2mg = k(l - x_2)$



$mg = kx_1 - kx_2 = k(x_1 - x_2)$

$x_1 - x_2 = \frac{m}{k}g = \frac{g}{\omega^2}$

m

нач. условия: $\begin{cases} A\cos\varphi_0 = \frac{g}{\omega^2} \\ A\omega\sin\varphi_0 = \sqrt{\frac{gh}{2}} \end{cases}$

$tg\varphi_0 = \frac{\sqrt{\frac{gh}{2}}}{\omega \cdot \frac{g}{\omega^2}} = \frac{\omega\sqrt{gh}}{\sqrt{2}g} = \frac{\omega\sqrt{h}}{\sqrt{2g}}$

$tg\varphi_0 = \frac{5 \cdot \sqrt{0{,}2}}{\sqrt{20}} = \frac{5}{10} = \frac{1}{2}$

$\frac{c^{-1} \cdot м^{\frac{1}{2}}}{}$

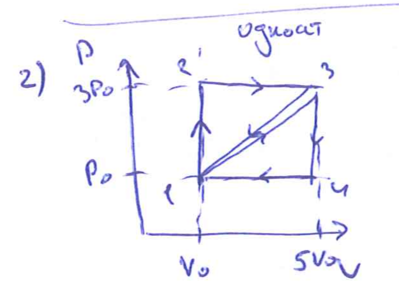
$\cos(\omega t + \varphi_0) = 1$

$\omega t + \varphi_0 = 2\pi$

$\omega t = 2\pi - arctg\frac{1}{2}$

$t = \frac{2}{5}\pi - \frac{arctg\frac{1}{2}}{5}$

2)



$n_1 = \frac{A}{Q_{H1}}$

$n_2 = \frac{A}{Q_{H2}}$

$\frac{n_1}{n_2} = \frac{Q_{H2}}{Q_{H1}}$

$Q_H = Q_{12} + Q_{23}$

$Q_{12} = \frac{3}{2}(3P_0V_0 - P_0V_0) = 3P_0V_0$

$Q_{23} = \frac{3}{2}(15P_0V_0 - 3P_0V_0) + 3P_0 \cdot 4V_0 =$

$= 18 + 12 = 30P_0V_0$

$Q_{H1} = 33P_0V_0$

$Q_{H2} = \frac{3}{2}(15P_0V_0 - P_0V_0) + \frac{P_0 + 3P_0}{2} \cdot 4V_0 =$

$= 21 + 8P_0V_0 = 29P_0V_0$

$\frac{n_1}{n_2} = \frac{29}{33}$??

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