



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

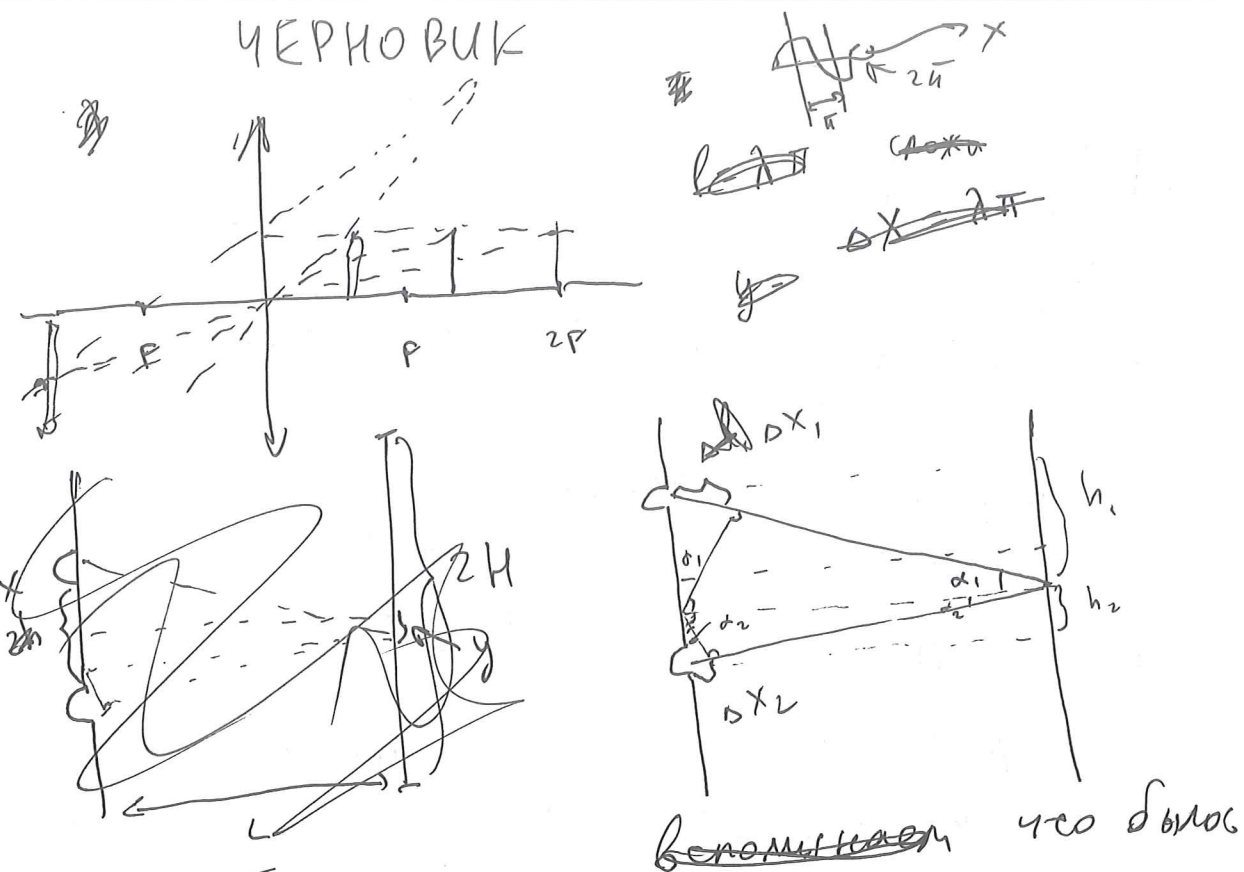
по физике
профиль олимпиады

Старостина Полина Петровна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«14» февраля 2025 года

Подпись участника
Стар

ЧЕРНОВИК



- 1) периодичн
- 2) h
- 3) y
- 4) L

$$\Delta x_1 = h_1 \sin \alpha_1, \quad \Delta x_2 = h_2 \sin \alpha_2, \quad \Delta x = \Delta x_1 - \Delta x_2$$

$$\alpha_1 = \frac{h_1}{L}, \quad \alpha_2 = \frac{h_2}{L}$$

$$\Delta x_{\text{н}} = \frac{h_1^2}{L} - \frac{h_2^2}{L} = \frac{(h_1 + h_2)(h_1 - h_2)}{L} = \frac{h \cdot 2y}{L}$$

$$h_1 = \frac{h}{2} + y, \quad h_2 = \frac{h}{2} - y$$

$$h_1 - h_2 = y + y = 2y$$

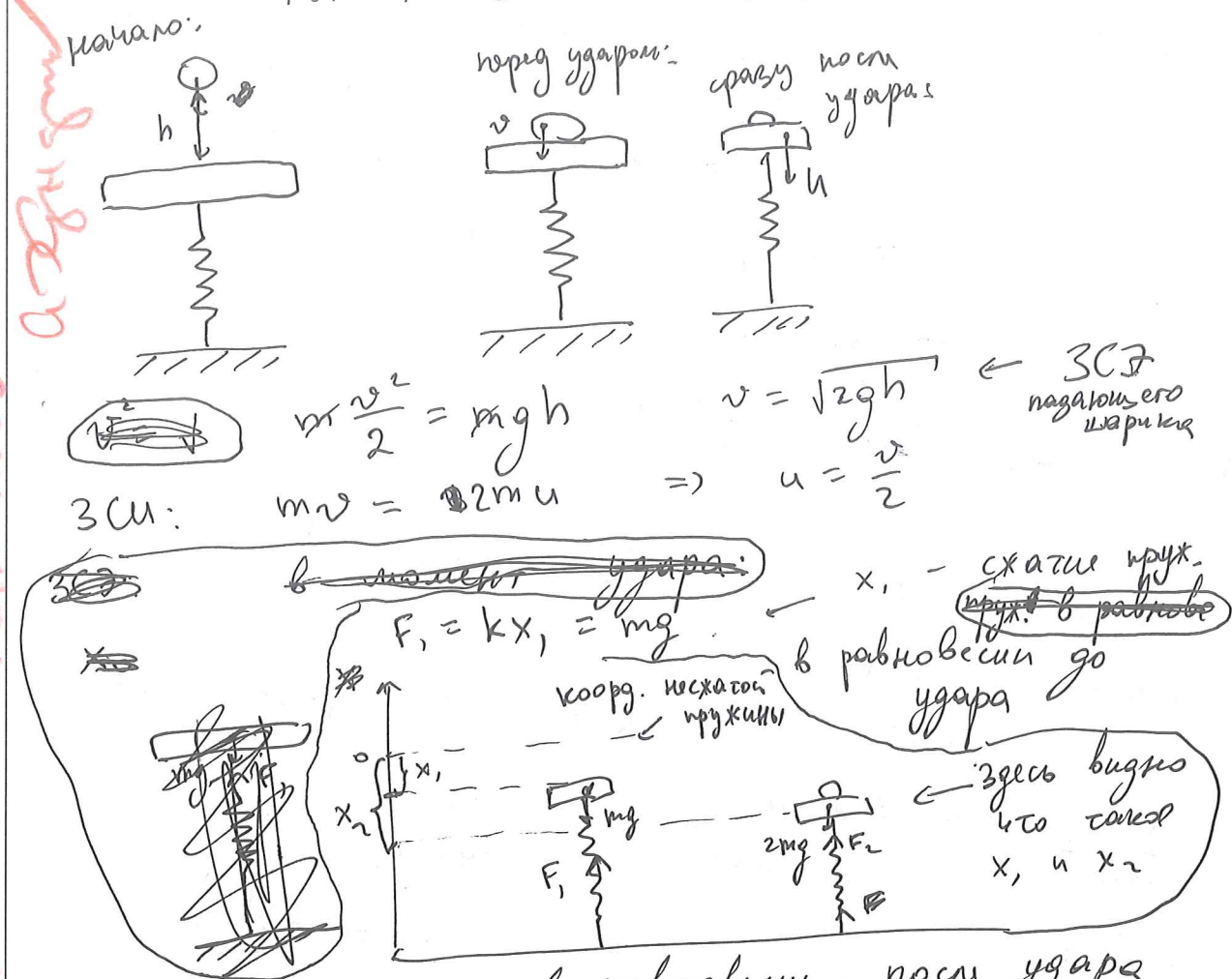
$$\Delta x = \frac{h \cdot 2y}{L} = \frac{h \cdot 2y}{L}$$

$$x = \pi \text{ косев. } \frac{\lambda}{2}$$

нужно чтобы

$$\frac{h \cdot 2y}{L} = \frac{\lambda}{2}$$

ЧИСТО ВИК №1

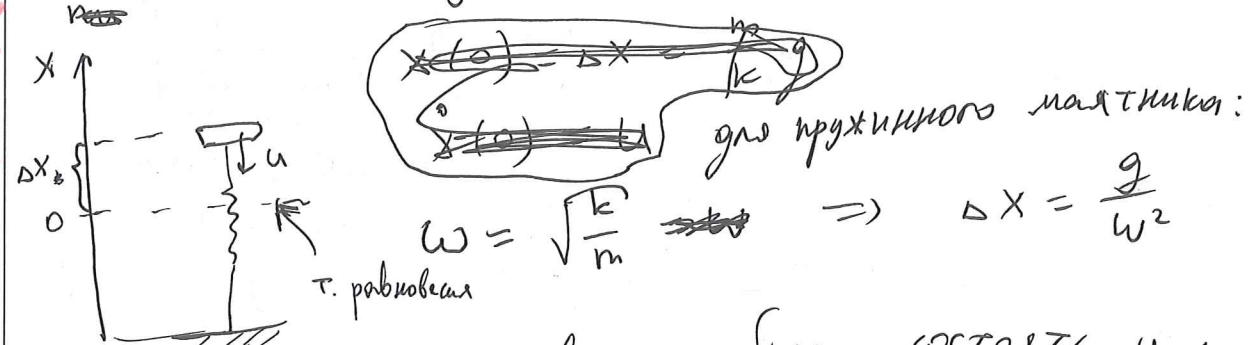


x_2 - сжатие пруж. в равновесии после удара

$$F_2 = 2mg = kx_2 \Rightarrow x_2 = 2x_1 = 2 \frac{mg}{k}$$

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

сразу после удара получается такая картина:



движение до макс высоты будет состоять из:

- 1) движение ~~вниз~~ до пол. равновесия
- 2) $\frac{3}{4}$ периода (от пол. равнов. в макс. высоту)

стр — обозначим страницы для продолжения (сер. 1) (сер. 2)

ищем 1-й промежуток времени: (t_1)
он аналогичен подъему от равновесия до Δx :
~~рассмотрим это движение:~~

числовик

~~$X = A \sin \omega t$ (считаем на (считаем от равновесия))~~
 ~~$\Delta x = A \sin \omega t_1$~~
 ~~A амплитуда движения~~
 ~~$3 \text{ мДж} = \frac{2m u^2}{2} + \frac{k x^2}{2}$~~

$X = A \sin \omega t$ (т.к. $X(0) = 0$)
 $\Delta x = A \sin \omega t_1$
 $\dot{X} = A \omega \cos \omega t$
 $\dot{X}(t_1) = u = A \omega \cos \omega t_1$

$\frac{u}{\Delta x} = \frac{A \omega \cos \omega t_1}{A \sin \omega t_1} = \frac{\omega}{\tan \omega t_1}$
 $\tan \omega t_1 = \frac{\Delta x \omega}{u}$
 $t_1 = \frac{\arctg(\frac{\Delta x \omega}{u})}{\omega}$

2-й пром. времени $t_2 = \frac{3}{4} \cdot \frac{2\pi}{\omega} = \frac{3\pi}{2\omega}$

общее время t_0 :
 $t_0 = t_1 + t_2 = \frac{1}{\omega} \left(1,5\pi + \arctg\left(\frac{\Delta x \omega}{u}\right) \right)$

$\Delta x = \frac{g}{\omega^2}$ $u = \sqrt{\frac{gh}{2}}$ $\frac{\Delta x \omega}{u} = \frac{g}{\omega^2} \cdot \sqrt{\frac{2}{gh}} = \frac{1}{\omega^2} \sqrt{\frac{2g}{h}}$

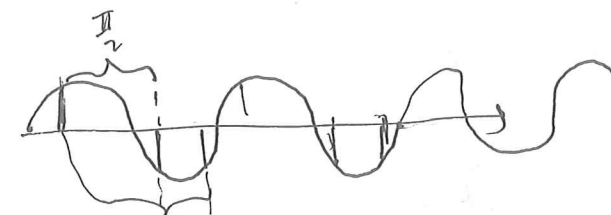
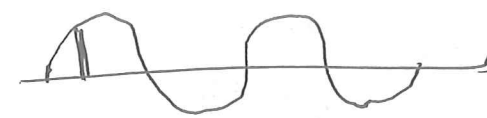
ответ:

$t_0 = \frac{1}{\omega} \left(1,5\pi + \arctg\left(\frac{1}{\omega^2} \sqrt{\frac{2g}{h}}\right) \right)$

продолж
на стр
4

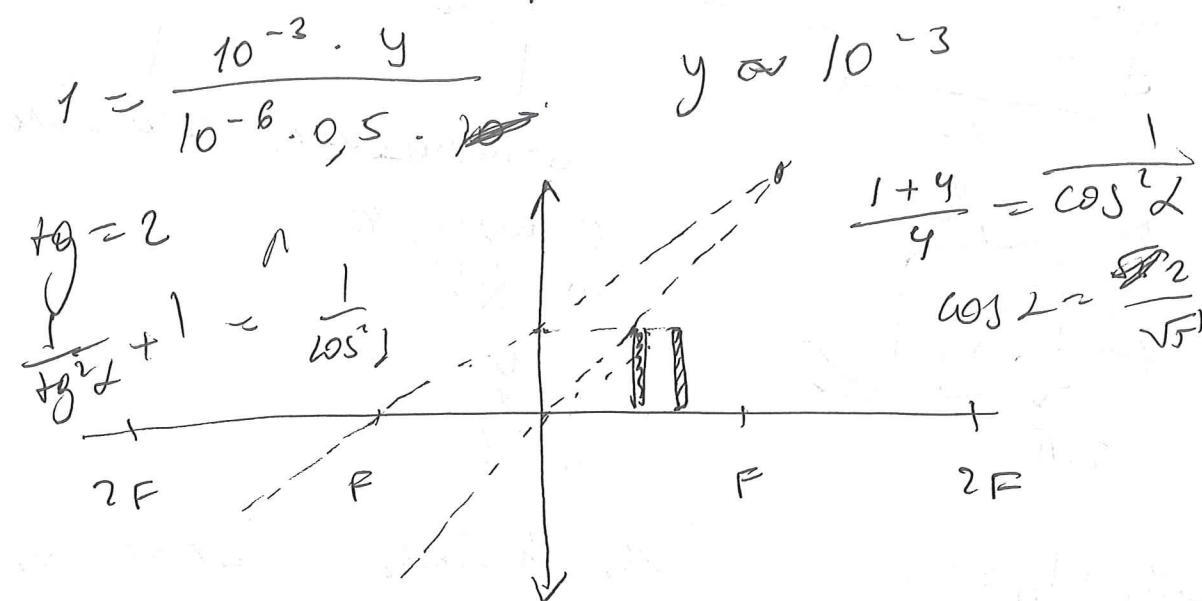
стр. 2

ЧЕРНОВИК



~~$\lambda \left(\frac{1}{2} + n \right)$~~
 ~~$\lambda \left(\frac{1}{2} + 2n \right)$~~

проверка порядка!
 $\lambda = 10^{-6} \cdot 0,5$
 $n = \frac{y h}{\lambda \pi}$
 $1 = \frac{10^{-2} \cdot y}{10^{-6} \cdot 0,5 \cdot \pi}$

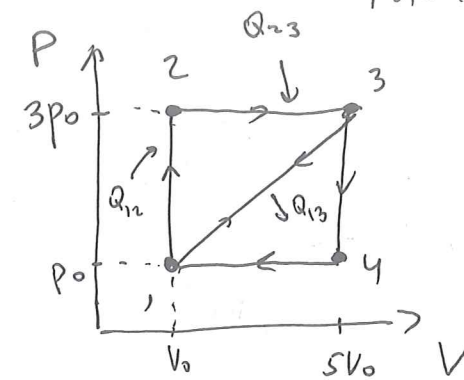


~~2F за 2F - уменьш~~
~~дана~~

- 1) ~~находим ответ~~
- 2) ~~находим h~~
- 3) ~~находим H~~
- 4) ~~находим A~~
- 5) ~~если забыла формулу 0/20~~
~~если забыла формулу 20/20~~

при
дано
тогда
найд
найд

Чистовик N2



① - 1231 } циклы
② - 1341 }

$A_1 = A_2 = A$ (равенство площадей)

$$Q_{+1} = C_V \int (T_2 - T_1) + C_P \int (T_3 - T_2)$$

$Q_{12} \qquad Q_{23}$

$$Q_{23} = C_P \int (T_3 - T_2)$$

$$Q_{+2} = Q_{13}$$

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

Q_{+}
созд.
для подв.
температуры

$$Q_{12} + Q_{23} - Q_{13} = A \Rightarrow Q_{+1} = A + Q_{13}$$

$$\frac{1}{\eta_1} = \frac{A + Q_{13}}{A} = 1 + \frac{Q_{13}}{A} \quad \frac{1}{\eta_2} = \frac{Q_{13}}{A}$$

$$\frac{1}{\eta_1} = 1 + \frac{1}{\eta_2} \quad \alpha = \frac{\eta_1}{\eta_2} - \text{искомая величина}$$

$$1 = \eta_1 + \frac{\eta_1}{\eta_2} = \eta_1 + \alpha \Rightarrow \alpha = 1 - \eta_1$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} V_0 (3p_0 - p_0) = \frac{3}{2} V_0 \cdot 2p_0$$

$$Q_{23} = \frac{5}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{5}{2} \cdot 3p_0 (5V_0 - V_0)$$

$$Q_{12} = 3V_0 p_0 \quad Q_{23} = \frac{5 \cdot 3 \cdot 4}{2} p_0 V_0 = 30 p_0 V_0$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot (3-1) p_0 \cdot (5-1) V_0 = 4 p_0 V_0$$

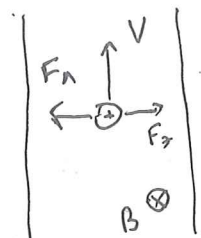
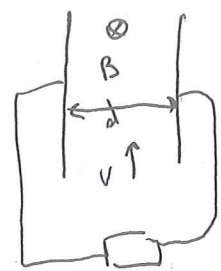
$$\eta_1 = \frac{A}{Q_{12} + Q_{23}} = \frac{4 p_0 V_0}{(3+30) p_0 V_0} = \frac{4}{33}$$

$$\alpha = 1 - \eta_1 = 1 - \frac{4}{33} = \frac{33-4}{33} = \frac{29}{33}$$

ответ: $\frac{29}{33}$

стр. 3

2-? ЧИСТОВИК № 3



для заряженной частицы в поле: (эффект Холла)
на пластине возникает разность потенциалов

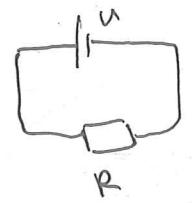
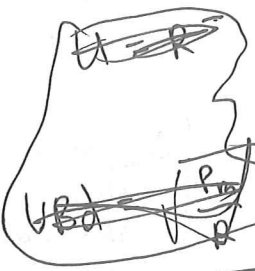
$$F_1 = F_2$$

$$qVB = Eq$$

$$E = \frac{U}{d}$$

$$VBd = U$$

$$P_m = \frac{U^2}{R} = \frac{(VBd)^2}{R}$$



$$VBd = \sqrt{P_m R}$$

$$d = \frac{\sqrt{P_m R}}{VB}$$

$$d = \frac{\sqrt{10^{-3} \cdot 0,4}}{10 \cdot 10^{-2} \cdot 1} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{10^{-1}} = 0,2 \text{ (м)}$$

ответ: 20 см.

бу комп

подставляем числ. зн.: N1 (продолжение)

$$t_0 = \frac{1}{\omega} \left(1,5\pi + \arctg \left(\frac{1}{\sqrt{\frac{2g}{h}}} \right) \right)$$

$$\frac{1}{5} \sqrt{\frac{2 \cdot 10}{0,2}} = \frac{10}{5} = 2 = \frac{1}{\omega} \sqrt{\frac{2g}{h}}$$

$$t_0 = \frac{1}{5} (1,5\pi + \arctg 2)$$

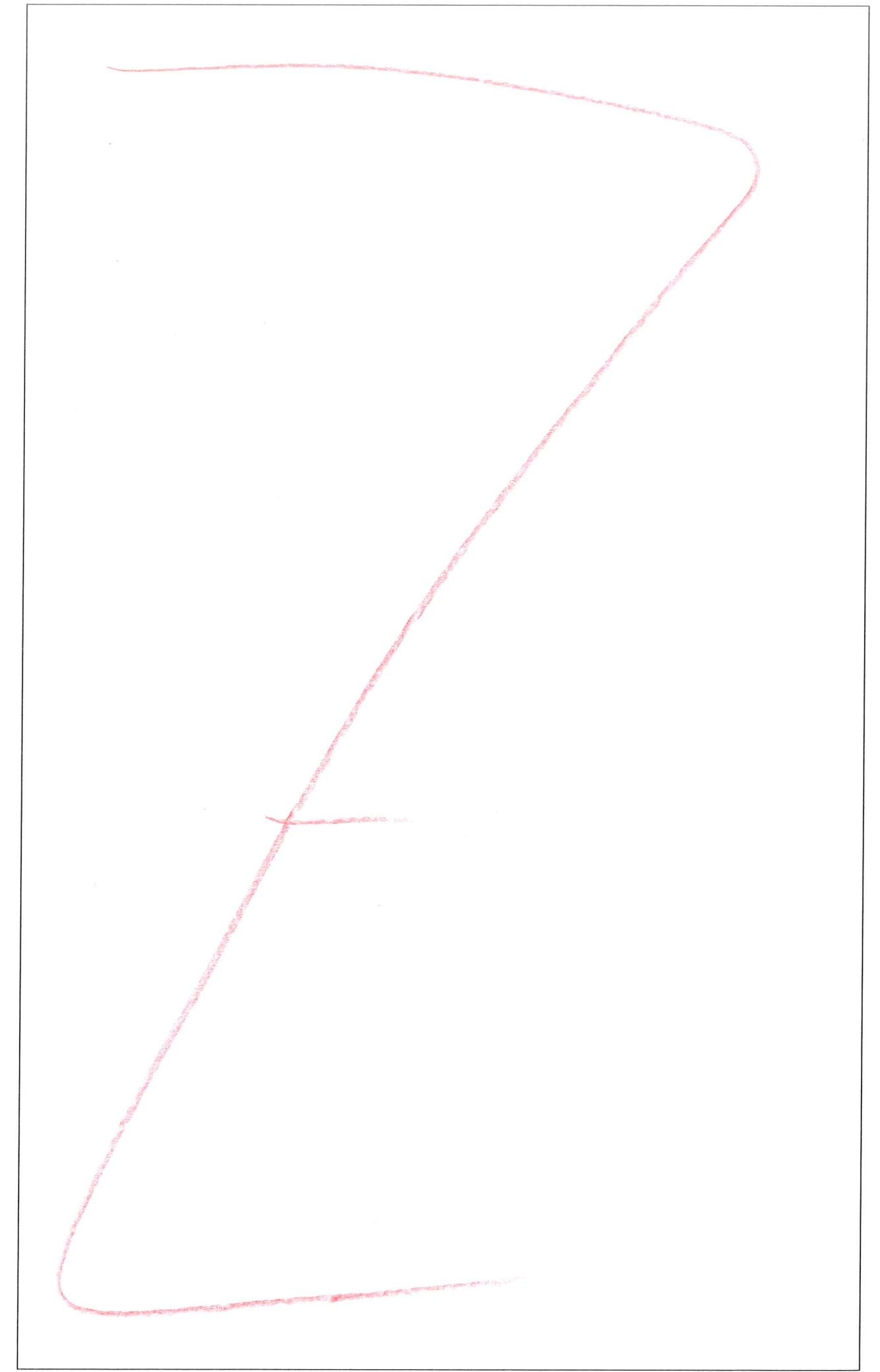
ответ: $t_0 = \frac{1}{5} (1,5\pi + \arctg 2) \text{ с}$

ответ: $t_0 = \frac{1}{5} (1,5\pi + \arctg 2) \text{ с}$

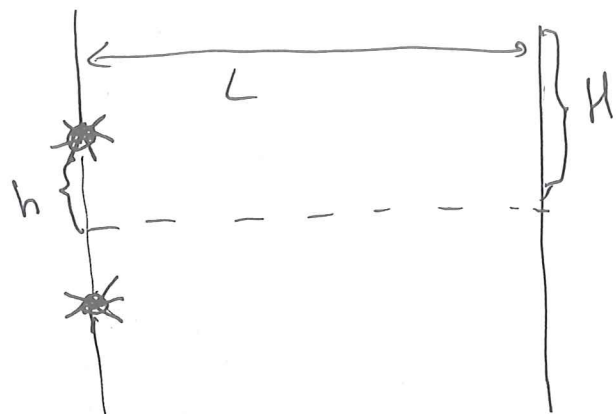
ответ: $t_0 = \frac{1}{5} (1,5\pi + \arctg 2) \text{ с}$

ответ неверный

(стр. 4)



Чистовик N5 (продолж.)



N - номер последней полосы на экране $\Rightarrow$

$$y = N \lambda$$

$$n = \frac{y h_0}{L \lambda} - \frac{1}{4}$$

$$h_0 = 2h$$

$$y = H \text{ (для } N\text{-й полосы)}$$

$$N \leq \frac{2hH}{L\lambda} - \frac{1}{4}$$

$$N \leq \frac{2hH}{L\lambda} - \frac{1}{4}$$

при этом $N \in \mathbb{N}$ и max возможен.

$$N \leq \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{-2}}{0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 1} - \frac{1}{4}$$

$$N \leq \frac{2 \cdot 8 \cdot 10}{0,5 \cdot 0,1} - \frac{1}{4}$$

$$N \leq 200 - \frac{1}{4}$$

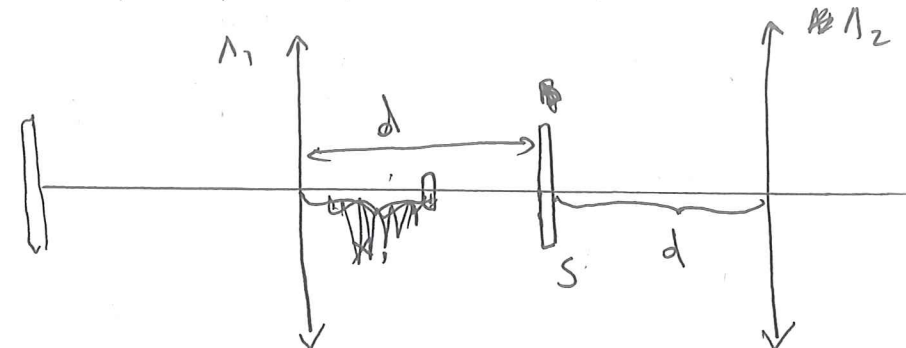
$$N \leq 199 \frac{3}{4} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N = 199$$

Ответ: 199

(стр. 8)

Чистовик N4



$$1) \text{ в } \Lambda_1 \text{ нет увелич.} \Rightarrow \text{предмет в } 2F, \Rightarrow F_1 = \frac{d}{2}$$

$$2) \text{ в } \Lambda_2 \Gamma = 3, \text{ изобр. действит.} \Rightarrow \Gamma = \frac{f}{d}$$

(f - расстояние от изобр. до линзы)

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



$$\Gamma_0 = \frac{f_1}{x_1} = \frac{f_2}{x_2}$$

$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{\Gamma_0 x_1} + \frac{1}{x_1} = \frac{1 + \Gamma_0}{\Gamma_0 x_1}$$

$$\frac{1}{F_2} = \frac{1 + \Gamma_0}{\Gamma_0 x_2}$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{x_2}{x_1}$$

$$x_1 + x_2 = 2d$$

$$x_2 = 2d - x_1$$

продолж. на стр. 6

стр. 5

Чистовик

№4 (продолж.)

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{2d - x_1}{x_1} = \frac{2d}{x_1} - 1$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{3}{4} \cdot 2 = \frac{3}{2}$$

$$\frac{3}{2} = \frac{2d}{x_1} - 1 \quad \frac{2d}{x_1} = \frac{5}{2}$$

$$x_1 = \frac{4}{5}d$$

$$x = d - x_1 = \left(1 - \frac{4}{5}\right)d = \frac{d}{5}$$

$$x = \frac{d}{5} \quad x = \frac{25}{5} = 5 \text{ (см)}$$

~~ответ: на 5 см ближе к первой линзе~~

ответ: на 5 см ближе к первой линзе

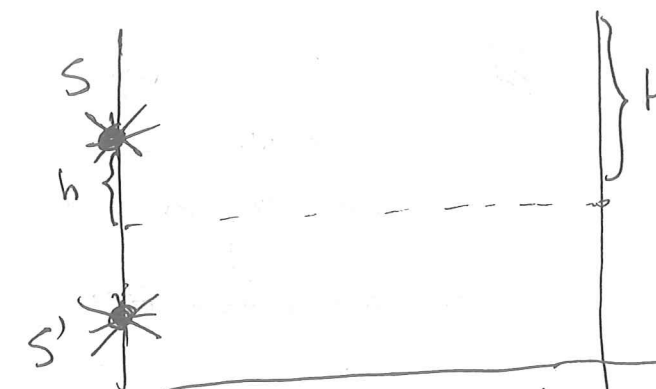


Чистовик №5

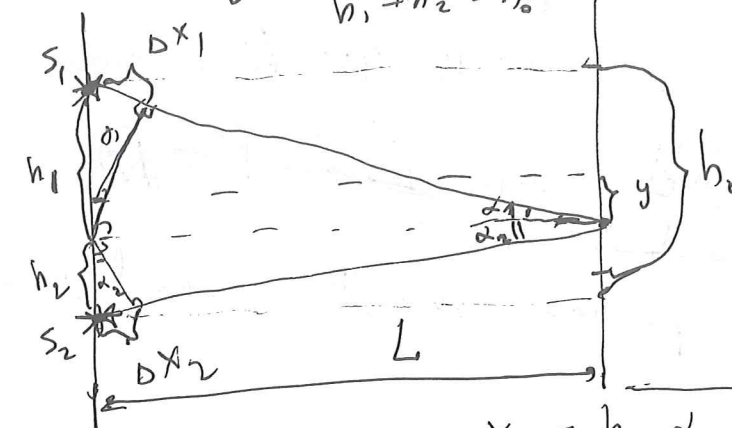
зеркало отражает
лучи S в S' →

получается новая
лучи S' →

⇒ эти 2 лучи
создают
интерференционную
картину



вывод формулы в общем виде:
 $h_1 + h_2 = h_0$



темные полосы
будут когда
разность длин
волн

$$\Delta X = \lambda \left(\frac{1}{2} + 2n \right), n \in \mathbb{Z}$$

(d, d2 - малы е)

$$\Delta X_1 = h_1 \alpha_1$$

$$\Delta X_2 = h_2 \alpha_2$$

$$\alpha_1 = \frac{h_1}{L} \quad \alpha_2 = \frac{h_2}{L}$$

$$h_1 = \frac{h_0}{2} + y$$

$$h_2 = \frac{h_0}{2} - y$$

$$\Delta X = \Delta X_1 - \Delta X_2 = \frac{1}{L} (h_1^2 - h_2^2)$$

$$\Delta X = \frac{(h_1 + h_2)(h_1 - h_2)}{L} = \frac{2y h_0}{L}$$

$$\Delta X = \frac{2y h_0}{L} = \lambda \left(\frac{1}{2} + 2n \right)$$

$$\frac{1}{2} + 2n = \frac{2y h_0}{L \lambda} \quad n = \frac{y h_0}{L \lambda} - \frac{1}{4}$$

n - номер полосы, $n \in \mathbb{N}$

продолж. на стр. 8