



13:42 выход, Руденко  
13:45 приход Руденко

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва  
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов  
наименование олимпиады

по физике  
профиль олимпиады

Терещенковой Эвита Рафаэловны  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
«14» 02 2025 года

Подпись участника

Эвита

ЦЕРНОВИК

290 | 33

$F_1 - a_1 = F_2 - a_2 \Rightarrow F_1 - a_1 = F_2 - a_2$   
 $F_1 - 2d - a_2 = F_2 - a_2 \Rightarrow F_1 - 2d - a_2 = F_2 - a_2$   
 $F_1 + F_2 - 2d = a_2$   
 $a_1 + a_2 = 2d$

$a_1 = 2d - a_2$   
 $\frac{3}{4} = -\left(\frac{3}{4} \cdot \frac{20}{9}\right) = -\frac{5}{3}$   
 $\frac{1}{F} = \frac{1}{B} + \frac{1}{a} \Rightarrow B = \frac{F \cdot a}{F - a}$   
 $\Gamma = \frac{B}{a} = \frac{F \cdot a}{a(F - a)} = \frac{F}{F - a}$   
 $\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega}$   
 $\omega A = v_{\max}$   
 $\omega \cdot A = x_0 \Rightarrow T = x_0 \sqrt{\frac{m}{k}} \left( \frac{F_1 - 3d}{2} \right) \frac{3d}{2}$   
 $\Gamma_1 = \frac{d}{2} = \frac{3}{5}$   
 $\Gamma_2 = \frac{3/4 d}{5/4} = \frac{3}{5}$   
 $\Gamma_2 = \frac{F_2 \cdot d}{F_2 - \frac{d}{2}} = \frac{75}{4 \left( \frac{75}{4} - \frac{30}{4} \right)} = \frac{45}{4 \cdot \frac{25}{4}} = \frac{45}{25} = \frac{9}{5}$

$\Gamma = 1$   
 $\Gamma_2 = 3$   
 $\frac{25}{2} = F_1$   
 $\frac{75}{4} = F_2$   
 $Ud = Ed$   
 $Ud = E; U = \frac{E}{d}$   
 $\Rightarrow U = \frac{F}{d^2}$

$\Gamma_1 = \frac{F_1 \cdot 3d}{2} = \frac{25 \cdot 3d}{2}$   
 $\Gamma_2 = \frac{F_2 \cdot d}{2} = \frac{75 \cdot d}{2}$   
 $\Gamma_1 = \frac{F_1 \cdot 3d}{2} = \frac{25 \cdot 3d}{2}$   
 $\Gamma_2 = \frac{F_2 \cdot d}{2} = \frac{75 \cdot d}{2}$

76-36-49-00  
(1.1)

2.2.1

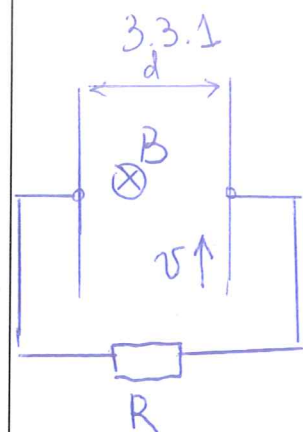
1-2-3-1 - I цикл  
1-3-4-1 - II цикл  
 $i=3$

$\eta_1 = \frac{A_{1231}}{Q_{12} + Q_{23}}$

$A_{1231} = \frac{1}{2} (3P_0 - P_0) \cdot (5V_0 - V_0) = \frac{1}{2} \cdot 2P_0 \cdot 4V_0 = 4P_0V_0$   
 $Q_{12} = \Delta U_{12}$  (изохорный процесс)  $A_{12} = 0$   
 $U_3$  3-на менз. Кл-на:  
 $Q_{12} = \frac{3}{2} (3P_0 - P_0) V_0 = 3P_0V_0$ ;  $Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}$  (изобара)  
 $\Rightarrow \frac{5}{2} \gamma R (T_3 - T_2) = \frac{5}{2} \cdot 3P_0 (5V_0 - V_0) = 30P_0V_0$   
 $\Rightarrow \eta_1 = \frac{4P_0V_0}{3P_0V_0 + 30P_0V_0} = \frac{4}{33} \approx 0,1$

(2) Найдем  $\eta_2$ :  $\eta_2 = \frac{A_{1341}}{Q_{13}}$   
 $A_{1341} = \frac{1}{2} \cdot 2P_0 \cdot 4V_0 = 4P_0V_0$   
 $Q_{13} = \Delta U_{13} + A_{13} = \frac{3}{2} \gamma R (T_3 - T_1) + \frac{P_0 + 3P_0}{2} \cdot 4V_0 =$   
 $= \frac{3}{2} (3P_0 \cdot 5V_0 - P_0V_0) + 8P_0V_0 = 21P_0V_0 + 8P_0V_0 = 29P_0V_0$   
 $\Rightarrow \eta_2 = \frac{A_{1341}}{Q_{13}} = \frac{4P_0V_0}{29P_0V_0} = \frac{4}{29} \approx 0,1$

(3)  $\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{4}{33} \cdot \frac{29}{4} = \frac{29}{33} \approx 0,87 \leftarrow \text{ответ}$

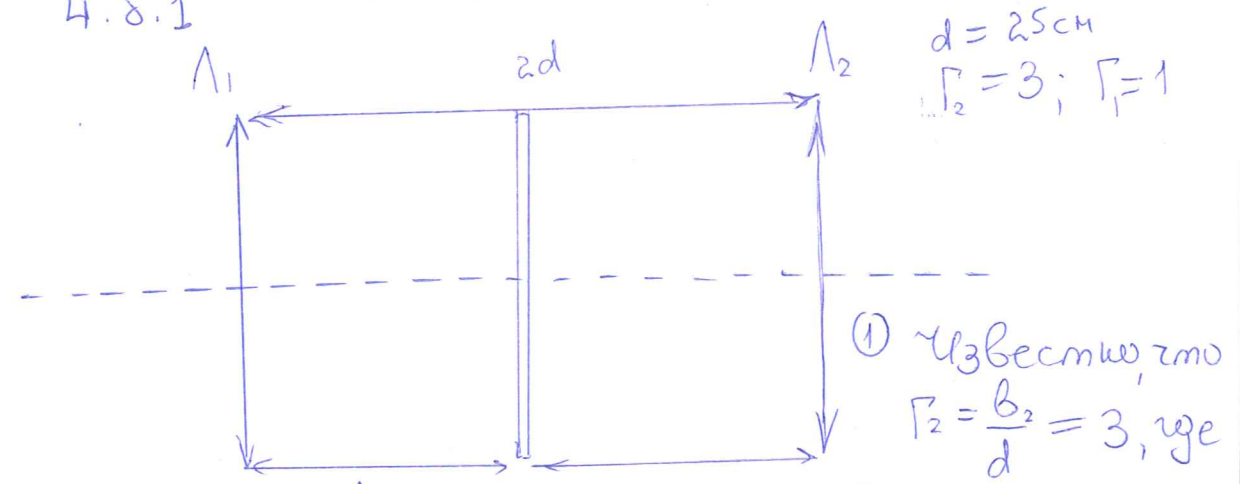


3.3.1  
 $R = 0,4 \Omega$ ;  $\mathcal{E} = 10 \text{ В}$ ;  $B = 1 \text{ Тл}$ ;  
 $P_{\text{max}} = 1 \text{ мВт}$ ;  $d = ?$   
 $P_{\text{max}} = U \cdot I = \frac{U^2}{R} \Rightarrow U \rightarrow \text{max} \Rightarrow$   
 $\Rightarrow U_R = \sqrt{P_{\text{max}} \cdot R} = \sqrt{10^{-3} \cdot \frac{4}{10}} = \sqrt{\frac{4}{100}} = 0,02 \text{ В}$

т.к. резистор подключен к системе в магнитном поле, то

$|U_R| = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{BS}{dt} = Bv d \Rightarrow d = \frac{U_R}{Bv} = \frac{0,02}{1 \cdot 0,1} = 0,2 \text{ м}$   
 (правило Ленца)  
 $q v B \cdot \sin 90^\circ = E d \Rightarrow E = \frac{q v B}{d}$   
 $= \frac{2}{100} \cdot 0,1 = \frac{2}{100} = 0,02 \text{ м}$   
 Не учтено внутр. сопротивление!

4.8.1



$d = 25 \text{ см}$   
 $\Gamma_2 = 3$ ;  $\Gamma_1 = 1$   
 $\Rightarrow b_2 = \Gamma_2 \cdot d = 3 \cdot 25 = 75 \text{ см}$   
 Аналогично:  $\Gamma_1 = \frac{b_1}{d} \Rightarrow b_1 = \Gamma_1 \cdot d = 25 \text{ см}$   
 По формуле тонкой линзы найдем фокусное расстояние:  
 $\frac{1}{F_1} = \frac{1}{b_1} + \frac{1}{d} \Rightarrow F_1 = \frac{b_1 d}{b_1 + d} = \frac{25 \cdot 25}{25 + 25} = \frac{25}{2} \text{ см}$   
 $\frac{1}{F_2} = \frac{1}{b_2} + \frac{1}{d} \Rightarrow F_2 = \frac{b_2 d}{b_2 + d} = \frac{75 \cdot 25}{75 + 25} = \frac{75 \cdot 25}{100} = \frac{75}{4} \text{ см}$   
 Нас интересует  $\Gamma_1' = \Gamma_2' = \frac{b_1}{d} = \frac{b_2}{d}$  Продолжение есть!

Черновик



$\frac{N \cdot dL}{2H}$

115  
 $\times 115$   
 $\hline$   
 $115$   
 $115$   
 $\hline$   
 $13225$

$\times 10000$   
 $\hline$   
 $10000$

12601

$\frac{36}{44}$

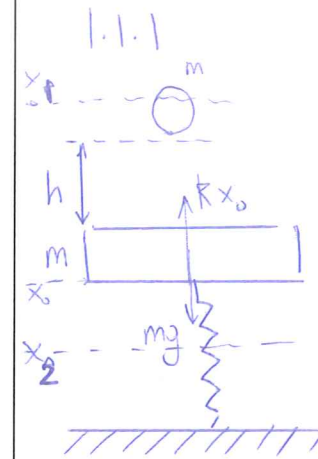
$\frac{2431}{5032}$

$\times 10000$

$\frac{151}{2601}$

$\frac{429}{2499}$

$\frac{839}{2431}$

76-36-49-00  
(1.1)

$h = 20 \text{ см}; \omega = 5 \text{ рад/с}; m; \tau - ?$  (85)  
[Зистовик]

①  $k(x + x_0) =$   
 $\ddot{x} + \sqrt{\frac{k}{2m}} x = 0$  — у-е гармонических колебаний после того как шарик прилип

В начале:  $kx_0 = mg \Rightarrow x_0 = \frac{mg}{k}$   
положение равн-я  $\Rightarrow x_2 = \frac{2mg}{k} = x_1$

② шарик свободно падает с высоты  $h$   
Тогда gilt кетт справедливо:

$\frac{gh}{2} = \frac{v^2}{2} \Rightarrow mgh = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{2gh}$  — скорость шарика непосредственно перед соударением

③ Когда шарик прилипнет к системе, то  $\omega = \sqrt{\frac{k}{2m}} = 5 \text{ рад/с} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{2m}{k}}$

Запишем ЗСИ:  $mv = 2mu \Rightarrow u = \frac{v}{2}$  — скорость которую приобретет система, начиная колебание

Запишем ЗСЭ для системы:  $\Rightarrow u = \sqrt{\frac{gh}{2}}$   
 $\frac{2mv^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2} + \frac{2mu^2}{2} = \frac{kA^2}{2} \Rightarrow$   
 $\Rightarrow \frac{kmg^2}{2k^2} + \frac{mv^2}{4} = \frac{kA^2}{2} \Rightarrow \frac{mg^2}{4k} + \frac{mv^2}{4} = \frac{kA^2}{2} \Rightarrow$   
 $\Rightarrow A = \sqrt{\frac{m^2g^2 + m^2v^2k}{k^2}} = \sqrt{\frac{m(mg^2 + mv^2k)}{k^2}}$

$x_0 = \omega \cdot A \Rightarrow A = x_0 \cdot \sqrt{\frac{2m}{k}}; \text{ чтобы подняться на тах высоту (по модулю) должны прийти время } \frac{T}{4}$  (Т-период колебаний)  $\Rightarrow$  **неверно**

Учитывая  $\frac{T}{4} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{2m}{k}}$  ЗСЭ:  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow k \cdot \frac{mg}{2k^2} + \frac{m \cdot gh}{2} = \frac{kA^2}{2} \Rightarrow A = \sqrt{\frac{mg + mghk}{k^2}}$

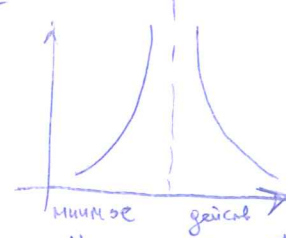
$x_m = x_2 - A = \frac{2mg}{k} - \sqrt{\frac{mg + mghk}{k^2}}; \Rightarrow T = x_m \sqrt{\frac{2m}{k}} = \sqrt{\frac{2mg - \sqrt{mg(1+h)} \cdot \sqrt{2m}}{k}}$   
интересующий нас координат  $k(x_m - mg) \Rightarrow k \leq \frac{mg}{(x_m - A)}$  Ответ  $\rightarrow$

Продолжение 4.8.1

из формулы тонкой линзы

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b} \quad \Gamma = \frac{b}{a} = \frac{F}{F-a}$$

Чистовик



$$\Rightarrow \Gamma_1' = \Gamma_2' = \frac{F_1}{|F_1 - a_1|} = \frac{F_2}{|F_2 - a_2|}, \quad a_1 - \text{от линзы до предмета}$$

$$a_1 + a_2 = 2d \Rightarrow a_1 = 2d - a_2 \quad a_2 - \text{от } \Lambda_2 \text{ до предмета}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{F_1}{F_1 - 2d + a_2} = \frac{F_2}{F_2 - a_2} \\ \frac{F_2}{F_1 - 2d + a_2} = \frac{F_2}{-F_2 + a_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_1 F_2 - F_1 a_2 = F_2 F_1 + F_2 a_2 \\ -2F_2 d \quad (1) \\ -F_1 F_2 + F_1 a_2 = F_2 F_1 - \\ -2d F_2 + F_2 a_2 \quad (2) \end{cases}$$

Из (1): Исследуем

$$a_2 (F_1 + F_2) = 2F_2 d \Rightarrow a_2 = \frac{2F_2 d}{F_1 + F_2} = \frac{2 \cdot 3d}{4 + 3} = \frac{6}{7}d$$

$$= \frac{3}{2}d = \frac{3}{2} \cdot \frac{4}{5}d = \frac{6}{5}d \Rightarrow a_1 = \frac{4}{5}d - \text{действ. предмет}$$

$$\Rightarrow |\Gamma_1'| = |\Gamma_2'| = \left| \frac{F_2}{F_2 - a_2} \right| = \frac{3/4 d}{3/4 d - 6/5 d} = d \left( \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{9} \right) = \frac{5}{3}d$$

$$\Rightarrow \text{объект } \Lambda_1 \text{ смещаем на } x_1 = \frac{5}{3}d - d = \frac{2}{3}d \text{ вправо}$$

$$\text{объект } \Lambda_2 \text{ на } x_2 = \frac{2}{3}d \text{ влево}$$

Из (2) Исследуем

$$2F_2 F_1 + a_2 (F_1 - F_2) = 2F_2 F_1 - 2d F_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_2 = \frac{2 \cdot \frac{3}{4}d - 2d \cdot \frac{3}{4}}{\frac{d}{2} - \frac{3}{4}d} = \frac{\frac{3}{4}d - \frac{3}{2}d}{-\frac{d}{4}} = \frac{-\frac{3}{4}d}{-\frac{d}{4}} = 3d$$

$$\frac{3}{4} \cdot \frac{4}{1} \cdot d = 3d - \text{действ. предмет для } \Lambda_2$$

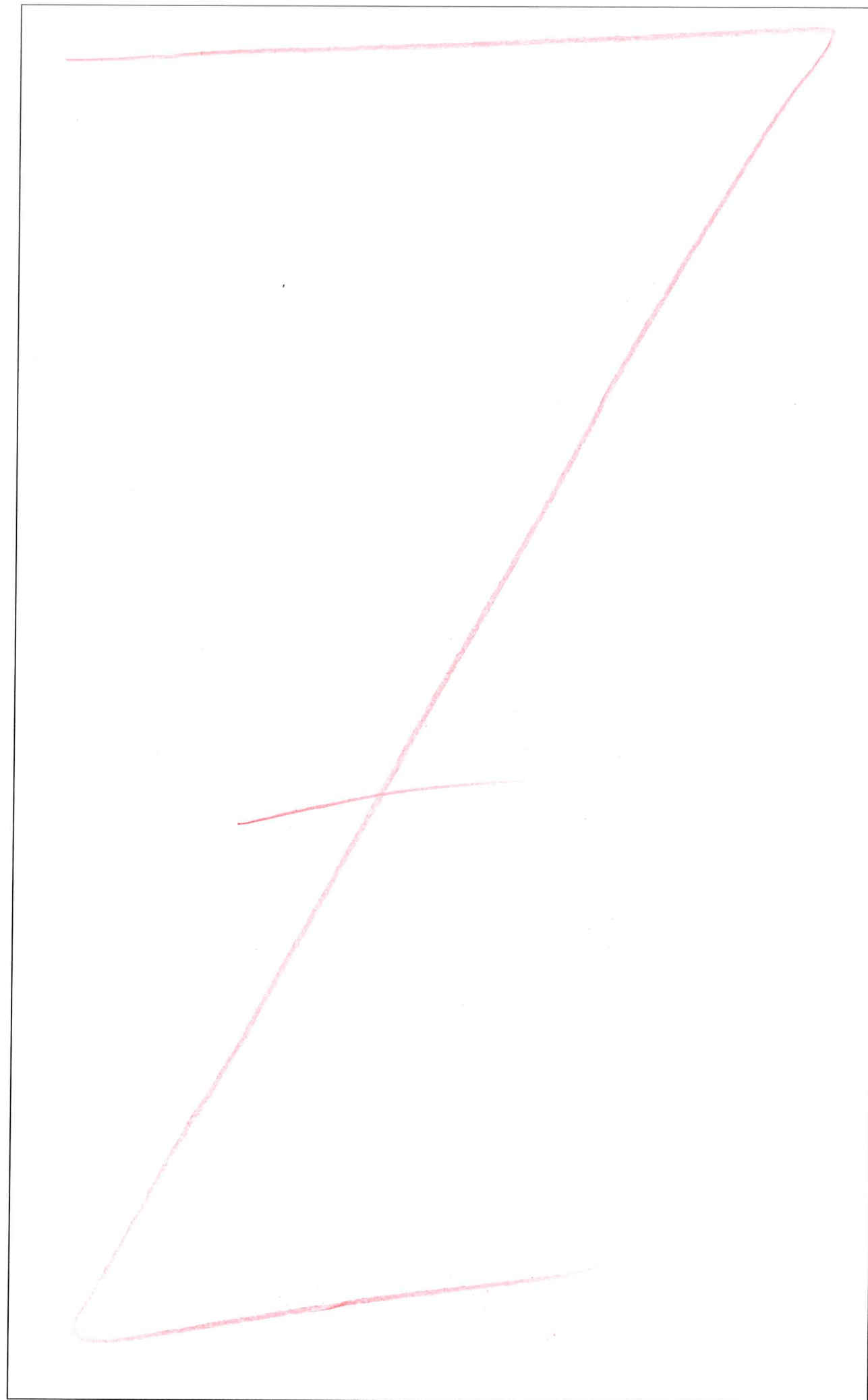
$$\Rightarrow a_1 = 2d - 3d = -d - \text{мнимое изображение для } \Lambda_1$$

$$\Rightarrow \text{линзу } \Lambda_2 \text{ надо сдвинуть на } 3d - d = 2d \text{ (вправо)}$$

$$a^* \Lambda_1 \text{ надо сдвинуть на } 2d = 50 \text{ см (влево)}$$

$$\Rightarrow \text{Ответ: Исследуем } 50 \text{ см}$$

$$\text{Исследуем } \frac{50}{3} \text{ см}$$



5.8.1 заготовка  $\lambda = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}; L = 1 \text{ м}; N; h = 1 \text{ мм}$   
 $H = 5 \text{ см}$   
 свет через щель будет распространяться как волна  
 $\Rightarrow$  будем считать полосу

$\Delta L = H$ ;  $\frac{H}{L} \cdot \lambda = \lambda \sin \alpha$  — размер 1го пята

Формула для инф. решетки  $\sin \alpha = \frac{N}{\lambda}$   
 $\lambda \sin \alpha = N$   
 $N = \lambda \sin \alpha = 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{H-h}{L} = 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{49}{100} = 2,45 \cdot 10^{-9}$   
 $\Rightarrow N = \frac{k}{\lambda} \cdot 2h = \frac{5 \cdot 10^{-2}}{5 \cdot 10^{-7}} \cdot 2 \cdot 10^{-3} = \frac{10}{5 \cdot 10^{-2}} = 200 \text{ шт}$

$\sin \alpha (H-h) = \sin \beta (H+h)$   
 $\frac{(H-h)}{\sin \alpha} = \frac{(H+h)}{\sin \beta}$   
 $\sin \beta = \frac{H+h}{\sqrt{L^2 + (H+h)^2}}$ ;  $\sin \alpha = \frac{H-h}{\sqrt{L^2 + (H-h)^2}}$

$\Rightarrow \frac{(H-h) \sqrt{L^2 + (H+h)^2}}{H+h} = \frac{H+h \sqrt{L^2 + (H-h)^2}}{H-h}$   
 $\Rightarrow \frac{(H-h)^2 \sqrt{L^2 + (H+h)^2} + (H+h)^2 \sqrt{L^2 + (H-h)^2}}{(H^2 - h^2) \lambda} = \frac{(2431 + 2501) \sqrt{2601}}{2499 \cdot 5 \cdot 10^{-7}} \approx 200$

$\Rightarrow N = \frac{5 \cdot 10^{-2} \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-7} \cdot 10^{-1}} = \frac{10}{5 \cdot 10^{-2}} = 200 \text{ шт}$  ⊕

1.1.1 Продолжение!

$$k \left( \frac{2mg}{k} - \frac{\sqrt{mg+mg'h}}{k} \right) \leq mg$$

$$k = \frac{mgk}{2mg - \sqrt{mg+mg'h}}$$

Подставит в известную формулу

$$T = \frac{(2mg - \sqrt{mg(1+h)})^2}{mgk} \sqrt{\frac{2m}{k}}$$