

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 3

Место проведения Москва
город

Работа сдана 13:53

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Лопухова Наталья Петровна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«14» февраля 2025 года

Подпись участника
[Signature]

76-21-94-74
(3.11)

(восемьдесят шесть)

рукавич

бауш

сформ

ахури

Чистовик

$$1) D: m=100 \text{ г}; h_{\max}=8 \text{ м}; g=10 \text{ м/с}^2$$

K: K

$$I: \text{ш. н. на верхний брусок в начальном состоянии}$$

$$mg = kx_0 \Rightarrow x_0 = \frac{mg}{k}$$

$$ЗСЭ \text{ для шарика в начальном состоянии и до момента до касания бруска:}$$

$$mgh_{\max} = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gh_{\max}}$$

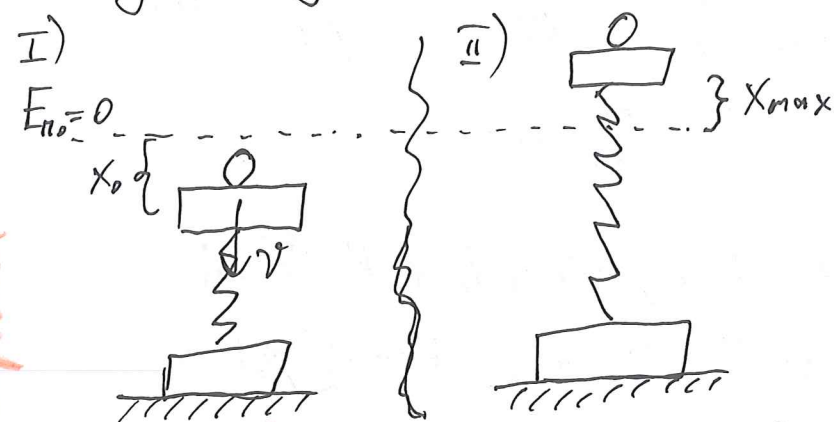
$$ЗСИ \text{ для шарика и верхнего бруска (возможно, т. н. на систему шарик-брусок не действуют внешние ударные силы):}$$

$$mv_0 = 2mV \Rightarrow V = \frac{v_0}{2} = \sqrt{\frac{gh_{\max}}{2}}$$

$$\text{Чтобы колебания перестали быть гармоническими, нижний брусок должен оторваться от земли, то есть } F_{\text{уп}} > mg \text{ (ш. н.)}$$

Значит в нашем случае:

$$F_{\text{уп} \max} = mg \Rightarrow x_{\max} = \frac{mg}{k}$$



$$ЗСЭ: \frac{2mV^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2} - 2mgx_0 = \frac{kx_{\max}^2}{2} + 2mgx_{\max}$$

$$\frac{mgh_{\max}}{2} + \frac{m^2g^2}{2k} - \frac{2m^2g^2}{k} = \frac{m^2g^2}{2k} + \frac{2m^2g^2}{k}$$

Чистовик

$$k = \frac{8mg}{h_{\max}} = 100 \text{ Н/м}$$

Ответ: $k = 100 \text{ Н/м}$

2) $\eta = \frac{\eta_2}{\eta_1}$

5: По определению:

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

Из графика можно заметить, что если исходить A как площади, охватываемую циклами, то можно заметить $A_1 = A_2$ (равенство $\Delta 123$ и $\Delta 341$)

$$\frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{A_2}{Q_2} \cdot \frac{Q_1}{A_1} = \frac{Q_1}{Q_2} +$$

Теперь рассмотрим процессы:

1-2: $V = \text{const}$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (5p_0 - p_0) V_0 = 6p_0 V_0 > 0$$

2-3: $p = \text{const}$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) + 5p_0 (4V_0 - V_0) =$$

$$= \frac{5}{2} \cdot 5p_0 \cdot 3V_0 = \frac{75}{2} p_0 V_0 > 0$$

1-3:

$$Q_{13} = \Delta U_{13} + A_{13} = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) + \frac{p_0 + 5p_0}{2} (4V_0 - V_0) =$$

$$= \frac{3}{2} (5p_0 \cdot 4V_0 - p_0 V_0) + 9p_0 V_0 = \frac{75}{2} p_0 V_0 > 0$$

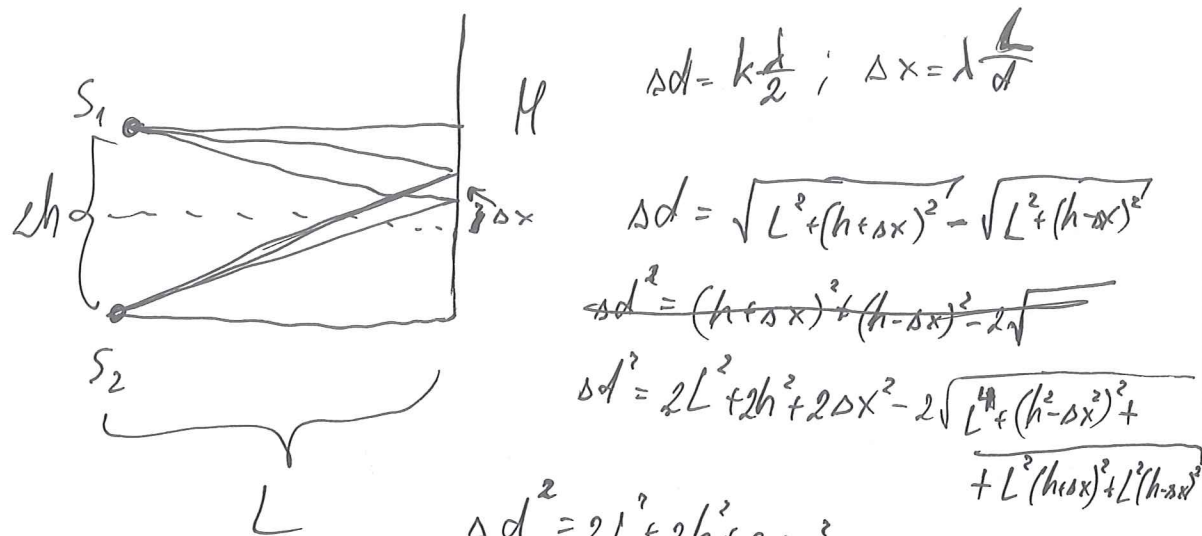
3-1:

$$Q_{31} = -Q_{13} < 0$$

3-4: $V = \text{const}$

$$Q_{34} < 0, \text{ т.к. } A > 0, \text{ а } \Delta U \downarrow, \text{ т.к. } p \downarrow$$

Черновик



$$\Delta d^2 = 2L^2 + 2h^2 + 2\Delta x^2 - 2$$

$$L^4 + h^4 + \Delta x^4 - 2h^2\Delta x^2 + L^2(2h^2 + 2\Delta x^2) =$$

$$= L^2 + h^2 +$$

$$\frac{0.05}{20000} = 0.5 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{1}{\lambda h}$$

$$h = 10^{-3} \text{ м} = 1 \text{ мм}$$

$$\Delta d_1 = k \frac{\lambda}{2} \Rightarrow \Delta d_2 - \Delta d_1 = \lambda$$

$$\Delta d_2 = (k+2) \frac{\lambda}{2}$$

$$\frac{N \lambda L}{2h} = \frac{200 \cdot 5 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3}} = 1 \text{ мм}$$

Чистовик

$$4-1: \rho = \text{const}$$

$$Q_{\text{нл}} = \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{\text{н}} = \frac{5}{2} \rho_0 (V_0 - 4V_0) < 0$$

Значит:

$$Q_1 = Q_{12} + Q_{23} = \frac{87}{2} \rho_0 V_0$$

$$Q_2 = Q_{13} = \frac{45}{2} \rho_0 V_0$$

$$\frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{87}{45} = 1.16$$

$$\text{Ответ: } \frac{\eta_2}{\eta_1} = 1.16 +$$

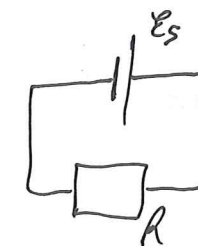
$$3) D, R = 0.4 \text{ Ом}; d = 40 \text{ см}; B = 1 \text{ Тл}; P_m = 1 \text{ мВт}$$

И: $|v|$

Д: Пл. к. перемещение это проводник, который движется, в ней возникает $\mathcal{E}_i = B d v$

Мощность на резисторе максимальна, когда нет потерь в цепи и других сопротивлениях.

Значит цепь имеет вид:



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

$$|v| = \frac{\sqrt{P_m R}}{B d} = 0.05 \text{ м/с}$$

не учл
внутр. сопр.
125.

$$\text{Ответ: } |v| = 0.05 \text{ м/с}$$

$$4) D: A = 25 \text{ см}; x = 5 \text{ см}; \Gamma_0 = 1; \Gamma_1 = \Gamma_2$$

И: Γ

Д: Найдем общую формулу для Γ из формулы точной импеданс:

$$D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \cdot d$$

$$dD = 1 + \frac{d}{f}$$

рисунок?

Чистовик

$$dD = 1 + \frac{1}{\Gamma}$$

$$\Gamma = \frac{1}{dD-1}$$

Из этой формулы видно, что т.к. $\Gamma > \Gamma_0$, то $D_2 < D_1$

$$\Gamma_1 = \Gamma_2$$

$$\frac{1}{(d+x)D_1-1} = \frac{1}{(d-x)D_2-1}$$

$$D_2 = D_1 \frac{d+x}{d-x} \text{ и т.д. } D_2 < D_1$$

$$D_2 = D_1 \frac{d-x}{d+x}$$

$$\Gamma_0 = \frac{1}{dD_1-1} \Rightarrow D_1 = \frac{\frac{1}{\Gamma_0} + 1}{d} = \frac{2}{d}$$

$$\Gamma = \frac{1}{dD_2-1} = \frac{1}{dD_1 \frac{d-x}{d+x} - 1} = \frac{1}{2 \frac{d-x}{d+x} - 1} = \frac{d+x}{2d-2x-d-x} = \frac{d+x}{d-3x}$$

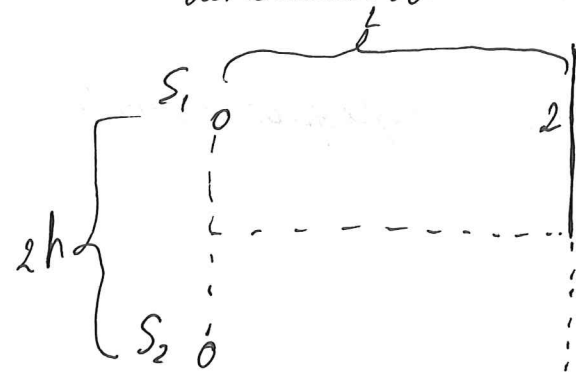
$$\Gamma = 3$$

Ответ: $\Gamma = 3$

5) Д: $\lambda = 0,5 \text{ мкм}$; $L = 1 \text{ м}$; $N = 200$; $H = 5 \text{ см}$; $h \ll L$

Н: h

Д: Нарисуем изображение щели, созданное зеркалом, и уберём зеркало. Две полученных щели - когерентные источники света.



Найдём расстояние между интерференционными полосами:

$$\Delta x = \lambda \frac{L}{2h} \quad ? - \text{откуда?}$$

На экране 2 высотой H N полос. Значит:

$$H = N \cdot \Delta x \Rightarrow h = \frac{N \lambda L}{2H} = 1 \text{ мм}$$

Кей решека!

Черновик

$$1) F_{ym} = mg \Rightarrow kx_m = mg$$

$$mgh_m = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{2gh_m}$$

$$3 \text{ и } v = \frac{v_0}{2} = \sqrt{\frac{gh_m}{2}}$$

$$mg = kx_0$$

$$3 \text{ и } 2: \frac{2mgh_m}{2} + \frac{kx_0^2}{2} - 2mgx_0 = \frac{kx_m^2}{2} + 2mgx_m$$

$$mv^2 + \frac{m^2g^2}{2k} - \frac{2m^2g^2}{k} = \frac{m^2g^2}{2k} + \frac{2m^2g^2}{k}$$

$$k = \frac{4m^2g^2}{m v^2} = \frac{4mg^2}{v^2} = m \frac{4g^2}{gh_m} = \frac{8mg}{h_m} = \frac{8 \cdot 0,1 \cdot 10}{0,08} = 100 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$2) 1-2-3-1:$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R T_{12} = \frac{3}{2} (5p_0 - p_0) V_0 = 6p_0 V_0$$

$$Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R T_{23} + 5p_0 \cdot 3V_0 = \frac{5}{2} 5p_0 \cdot 3V_0 = \frac{75}{2} p_0 V_0$$

$$Q_{31} = \frac{3}{2} \nu R T_{31} + A_{31} = \frac{3}{2} (p_1 V_0 - 5p_0 \cdot 4V_0) + \frac{p_0 + 5p_0}{2} (-V_0 + 4V_0) = \frac{3}{2} \cdot 19p_0 V_0 + 9p_0 V_0 = p_0 V_0 \left(\frac{57}{2} + \frac{18}{2} \right) = \frac{75}{2} p_0 V_0$$

$$\frac{\eta_c}{\eta_1} = \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{Q_{12} + Q_{23}}{Q_{31}} = \frac{6 + \frac{75}{2}}{\frac{75}{2}} = 1 + \frac{12}{75} = 1 + \frac{4}{25} = 1,16$$

$$3) p = \frac{E_i^2}{R} = \frac{B^2 d^2 v^2}{R} \Rightarrow v = \frac{\sqrt{PR}}{Bd} = \frac{\sqrt{10^{-3} \cdot 4 \cdot 10^{-1}}}{1 \cdot 0,4} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^{-1}} = \frac{1}{20} = 0,05 \text{ м/с}$$

$$4) \Gamma_1 = 1 \Rightarrow f_1 = d = 25 \text{ см}$$

$$D_1 \frac{1}{\Gamma_1} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{d} \Rightarrow f_1 = \frac{2}{d}$$

$$D = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$$

$$dD = \frac{1}{f} + 1 \Rightarrow \Gamma = \frac{1}{dD-1}$$

$$\frac{f_1}{d+x} = \frac{f_2}{d-x} \Rightarrow \frac{f_1'}{d-x} =$$

$$D_1 = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{d+x} \Rightarrow f_1' = \frac{1}{\frac{1}{d-x} + \frac{1}{d+x}} = \frac{d+x}{(d+x)D_1+1}$$

$$\frac{1}{(d+x)D_1-1} = \frac{1}{(d-x)D_2-1} \Rightarrow D_2 = D_1 \frac{d-x}{d+x}$$