



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Исакина Богдана Евгеньевна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Время 14:23 - 14:28

Дата
«14» февраля 2025 года

Подпись участника
Исаки

$$\eta_1 = \frac{Q_{12} + Q_{23} - Q_{13}}{Q_{12} + Q_{23}} = 1 - \frac{Q_{13}}{Q_{12} + Q_{23}}$$

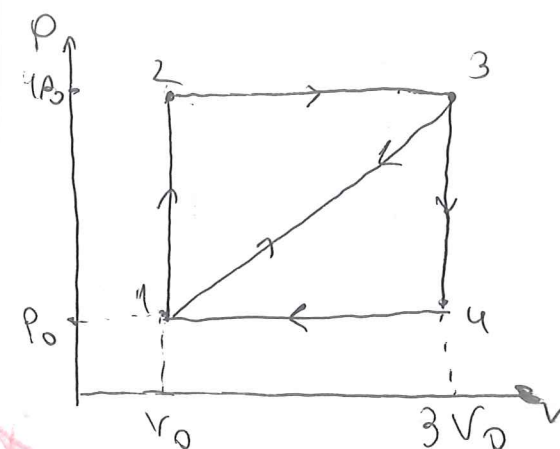
$$\eta_2 = 1 - \frac{Q_{14} + Q_{43}}{Q_{13}}$$

$$\frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{1 - \frac{Q_{14} + Q_{43}}{Q_{13}}}{1 - \frac{Q_{13}}{Q_{12} + Q_{23}}}$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \cdot 3 p_0 V_0 \quad Q_{34} = \frac{3}{2} \cdot 9 p_0 V_0$$

32-23-14-51
(2.5)

ω 2.2.2


 $\eta_1 = \text{КПД цикла } 1-2-3-1$
 $\eta_2 = 1-3-4-1$

$$\eta_1 = \frac{A_{1231}}{Q_{12} + Q_{23}}, \text{ т.к. } Q_{12} > 0; Q_{23} > 0, \text{ а } Q_{31} < 0$$

$$\eta_2 = \frac{A_{1341}}{Q_{13}}, \text{ т.к. } Q_{13} > 0; Q_{34} < 0; Q_{41} < 0$$

$A_{1231} = A_{1341}$, т.к. это площадь равновесных циклов 1231 и 1341 — две площади прямоугольника

$$\text{тогда } \frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{Q_{12} + Q_{23}}{Q_{13}}$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \cdot 3 p_0 V_0 = \frac{9}{2} p_0 V_0$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} = \frac{5}{2} (12 p_0 V_0 - 4 p_0 V_0) = 20 p_0 V_0$$

$$Q_{13} = \Delta U_{13} + A_{13} = \frac{3}{2} (12 p_0 V_0 - p_0 V_0) + 2,5 p_0 \cdot 2 V_0 = \frac{33}{2} p_0 V_0 + 5 p_0 V_0 = \frac{43}{2} p_0 V_0$$

$$\frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{\frac{9}{2} p_0 V_0 + 20 p_0 V_0}{\frac{43}{2} p_0 V_0} = \frac{49}{43}$$

$$\text{Ответ: } \frac{49}{43}$$

д/4.8.2

Дано:

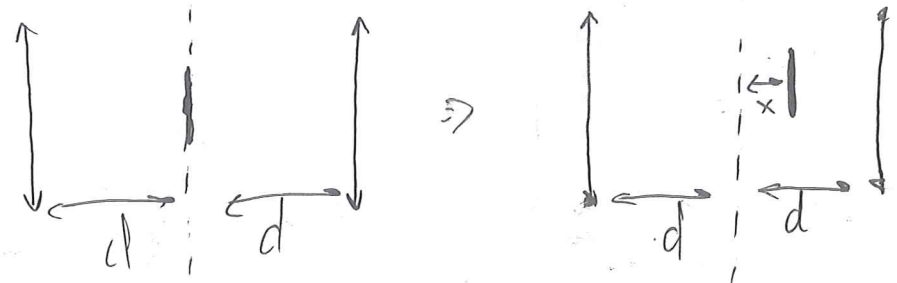
$\Gamma = 3$

$x = 5 \text{ см}$

Найти:

$d = ?$

Решение:



Запишем формулу тонкой линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F} \rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{d-F}{dF} \Rightarrow f = \frac{dF}{d-F}$$

тогда $\frac{f}{d} = \Gamma = \frac{F}{d-F} \Rightarrow \frac{1}{\Gamma} = \frac{d}{F} - 1$

тогда для первой линзы: $\frac{1}{\Gamma_1} = \frac{d}{F_1} - 1 \Rightarrow$
 $\Rightarrow d = \frac{4}{3} F_1$; для второй: $d = 2 F_2$

 F_1 - фокусное расст. первой линзы, F_2 - второй

$$F_1 = \frac{3}{4} d; F_2 = \frac{d}{2} \quad \text{⊗}$$

если $\Gamma_1 = \Gamma_2$; то $\frac{1}{\Gamma_1} = \frac{1}{\Gamma_2}$:

при этом увеличивается расстояние как в сторону второй линзы, т.к. ~~изменился~~ по центру $\Gamma_1 > \Gamma_2$, а приближение к линзе в случае действ. изображения увеличивает Γ , отдаление - уменьшает

$$\frac{1}{\Gamma_1} = \frac{d+x}{\frac{3}{4}d} - 1 = \frac{1}{\Gamma_2} = \frac{d-x}{\frac{d}{2}} - 1$$

$$(d+x) \cdot \frac{d}{2} = (d-x) \cdot \frac{3}{4}d \Rightarrow \frac{d}{2} + \frac{x}{2} = \frac{3}{4}d - \frac{3}{4}x$$

$$\frac{5}{4}x = \frac{d}{4} \Rightarrow \boxed{d = 5x} = 25 \text{ см}$$

Ответ: 25 см ⊕

не буй
от вета

32-23-14-51
(2.5)

at 5.8.2

Дано:

$\lambda = 0,5 \text{ нм}$

$h = 1 \text{ мм}$

$K = 5 \text{ м}$

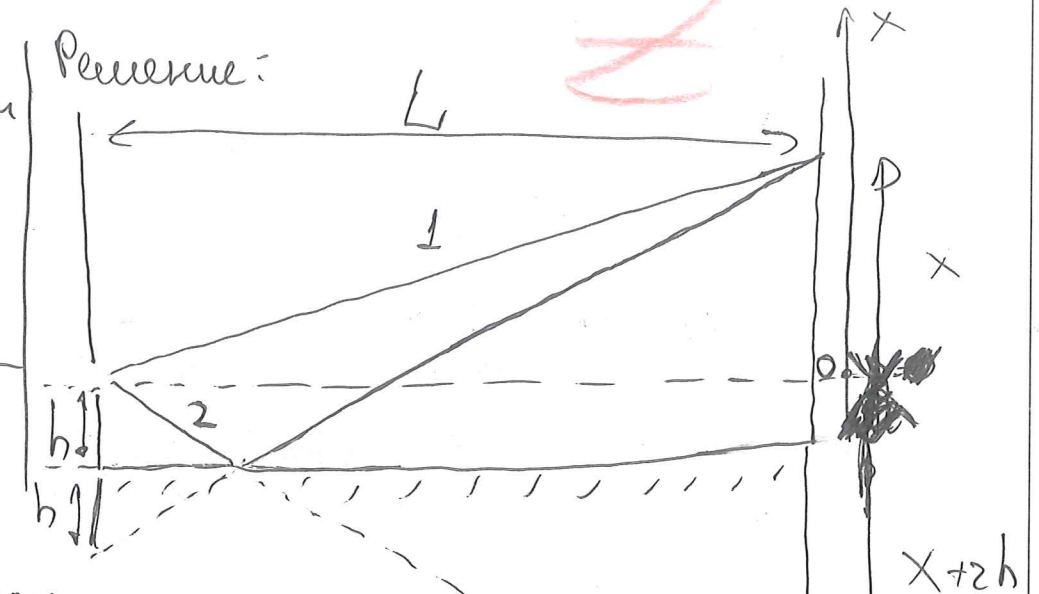
$N = 200$

$h \ll L$

Найти:

$L = ?$

Решение:



рассмотрим луч, который
принимает в точку на экране, на
x выше чем центр
отражающий луч 2, который попадает
в ту же точку, проходит по вертикали
на zh больше, как видно из рисунка:
луч эквивалентен тому, который принимает
из центра на zh ниже. Запишем разность
хода лучей:

$$l_1 = \sqrt{x^2 + L^2}; \quad l_2 = \sqrt{(x + zh)^2 + L^2}$$

$$- l_1^2 + l_2^2 = \Delta l \cdot 2L = -x^2 + (x + zh)^2 =$$

$$= 2x(zh) + z^2 h^2 = 4xh + 4h^2$$

$$\Delta l = \frac{4xh + 4h^2}{2L} = \frac{2xh + 2h^2}{L}$$

„пояска“ будет, если $\Delta l = n\lambda$, где n - целое
число

$$n\lambda = \frac{2xh + 2h^2}{L} \Rightarrow 2xh = n\lambda L - 2h^2$$

$$x = \frac{n\lambda L - 2h^2}{2h} = \lambda \frac{nL}{2h} - h$$

тогда расстояние между соседними максимумами Δx :

$$\Delta x = \frac{\lambda L}{2h}$$

$\Delta x = \frac{\lambda L}{2h}$, причем первая ^{мин} поправка к расстоянию на $-h$ по осе x , т.е. у основания экрана ее можно не учитывать тогда экран должен выдвинуться $(\sqrt{L^2 - h^2}) - L$

$$H = \frac{2h^2k^2}{2m} \rightarrow L = \frac{2h^2k^2}{2m} +$$

$$L = \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{-2}}{0,5 \cdot 10^{-6} \cdot (200) \cdot 10^3} = \frac{200}{200} = 1 \text{ M}$$

Orbiter: 1 M (+)

af 1.1.2

W. A. R. R.

Pages :

$$m = 1002$$
$$K = 100 \text{ N/m}$$

Найти:

$$h_{max} = ?$$

Решение:

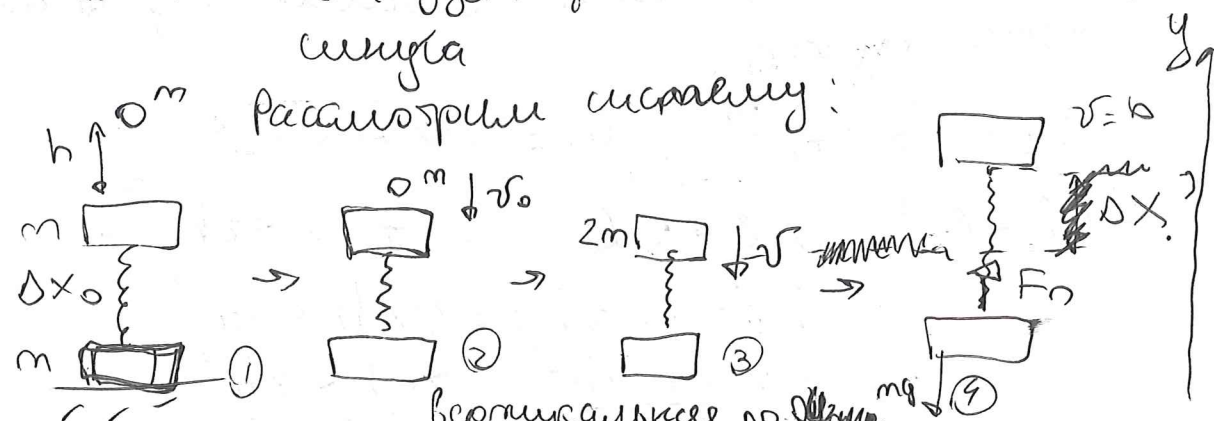
колебания будут негармоническими,
если в них содержатся несколько

брюк оторвется от земли; тогда

статья будет зависеть не по закону.

символ

Рассмотрим исправку:



наибольшая сила будет действовать
на нижний груз в положении 4 $\rightarrow$
в критическом случае сила со стороны
пружина равна силе тяжести (+)

$$B = \frac{2 \cdot 0,4}{0,1} \cdot \sqrt{4 \cdot 10^{-1} \cdot 10^{-3}} = \frac{2 \cdot 0,4}{0,1} \cdot 2 \cdot 10^{-2} = 0,16 \text{ Тл}$$

Ответ: 0,16 Тл

т.к. скорость частицы не меняется, то максимальную работу по Δx поле совершит, если скорость $v_x = v$:

$$A_{\max} = \frac{mv^2}{2}$$

тогда радиус окружности $r = d$

$$\frac{mv}{qB} = d \rightarrow m = \frac{dqB}{v}$$

$$A_{\max} = \frac{dqB}{2v} \cdot \frac{v^2}{2} = \frac{dqBv}{2}$$

$$\text{тогда } \epsilon_{\max} = \frac{dBv}{2}$$

$$P_m = \frac{\epsilon_{\max}^2}{R} \rightarrow P_m = \frac{d^2 B^2 v^2}{4R}$$

$$B^2 = \frac{4P_m R}{d^2 v^2}$$

$$B = \frac{2}{d v} \sqrt{P_m R}$$

$$B = \frac{2 \cdot \sqrt{4 \cdot 10^{-4}}}{0,4 \cdot 0,1} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 10^{-2}}{4} = 1 \text{ Тл}$$

$$= 1 \text{ Тл}$$

Ответ: 1 Тл

32-23-14-51
(2.5)

найдем Δx_0 - изначальное сжатие пружины

$$k \Delta x_0 = mg$$

найдем v_0 - скорость, с которой шарик падает на брусок:

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh \rightarrow v_0 = \sqrt{2gh}$$

при ударе выполняется ЗСИ:

$$mv_0 = 2mv \rightarrow v = \frac{v_0}{2} = \sqrt{\frac{gh}{2}}$$

в критическом случае пружина растянется на $\Delta x' = \frac{mg}{k} = \Delta x_0$

запишем ЗСЭ:

$$\frac{2mv^2}{2} + \frac{k \Delta x'^2}{2} = \frac{k (\Delta x_0 + \Delta x')^2}{2} + 2mg(\Delta x_0 + \Delta x')$$

$$v = \sqrt{2g(\Delta x_0 + \Delta x')} = \sqrt{2g \cdot \frac{2mg}{k}} =$$

$$= 2g \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$v = \sqrt{\frac{gh_{\max}}{2}} = 2g \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\frac{gh_{\max}}{2} = 4g^2 \frac{m}{k} \rightarrow h_{\max} = 8g \frac{m}{k}$$

$$h_{\max} = 8 \cdot 10 \cdot \frac{0,1}{100} = 8 \text{ см}$$

Ответ: 8 см

w-3.3.2

Дано:

$R = 0,4 \text{ Ом}$

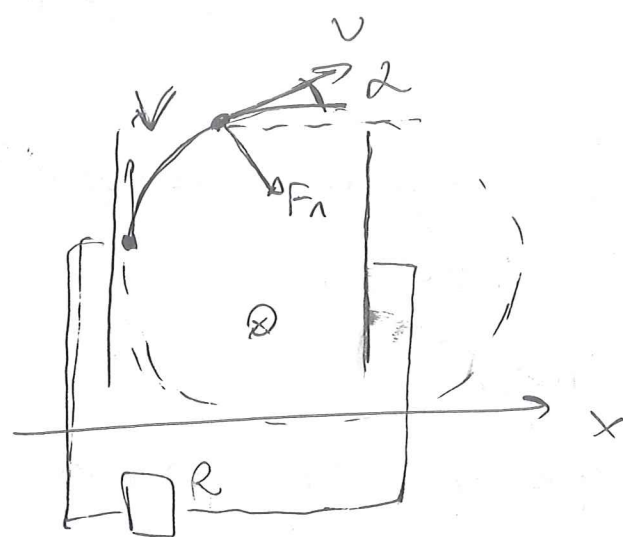
$d = 40 \text{ см}$

$V = 10 \text{ см/с}$

$P_m = 1 \text{ мВт}$

Найти:

$B = ?$



7

магнитное поле циклотронно не совершает работ, но нас интересует

только сила по Ox

рассмотрим силовую линию y пластины $\rightarrow$ ток возможен, если она довернется до другой пластины.

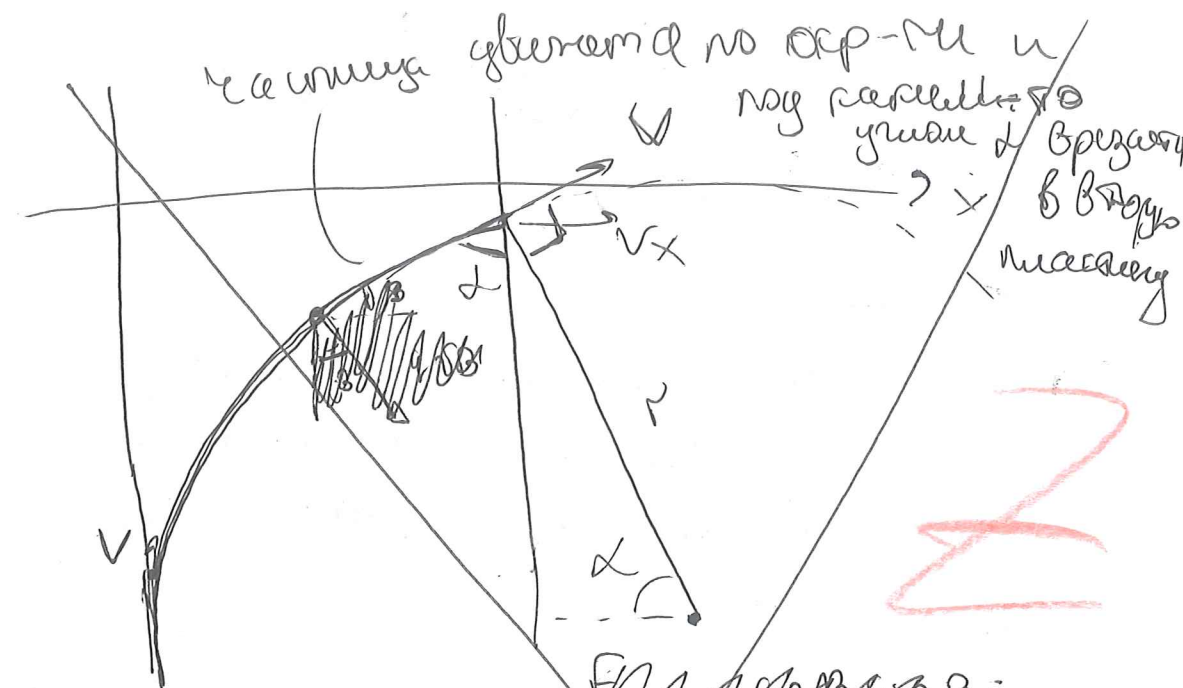
частица движется в магнитном поле по окружности: $m \frac{v^2}{r} = qVB$

$$r = \frac{mv}{qB}$$

рассмотрим работу, которую совершает магнитное поле по оси x :

$$\delta A = F_n \cdot ds \sin \alpha dx = qVB \sin \alpha dx$$

массовая работа рассмотрим работу, которую совершает поле по Ox при перемещении частицы от пластины к пластине. ЭДС в цепи будет равна отношению этой работы к величине полного заряда



2

$$V_x = V \sin \alpha$$

$$r = \frac{mv}{qB} \rightarrow d = r(1 - \cos \alpha)$$

$$A_x = \frac{mV^2}{2} \sin \alpha$$

работа МП по Ox

$$d = \frac{qB}{mV} (1 - \cos \alpha)$$

$$A_x = \frac{dV}{2} \sin \alpha \quad m = \frac{qB(1 - \cos \alpha)}{dV}$$

$$A_x = \frac{qB(1 - \cos \alpha)V^2 \sin \alpha}{2d}$$

$$A_x = \frac{qBV}{2d} (1 - \cos \alpha) \sin \alpha$$

$$(1 - \cos \alpha) \sin \alpha \leq 1 \rightarrow A_x \rightarrow \max \text{ при } A_x = \frac{qBV}{2d}$$

$$\text{тогда } \mathcal{E} \text{ в цепи: } \mathcal{E} = \frac{A_x}{q} = \frac{BV}{2d}$$

$$\text{мощность на резисторе: } P = \frac{\mathcal{E}^2}{R} = \frac{(BV)^2}{4d^2R}$$

$$P = \frac{4P_m d^2 R}{V^2} \rightarrow B = \frac{2d}{V} \sqrt{P_m R}$$