



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов

по физике

Камаева Артёма Гомановича

фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«14» февраля 2025 года

Подпись участника

Камаев

черновик

$$\frac{F_1}{d - F_1} = 1 \Rightarrow F_1 = d - F_1$$

$$2F_1 = d$$

$$F_1 = \frac{d}{2}$$

$$\frac{F_1}{d - F_1} = 3$$

$$F_2 = 3d - 3F_2$$

$$4F_2 = 3d$$

$$F_2 = \frac{3}{4}d$$

$$\frac{F_1}{d - F_1 - x} = \frac{F_2}{d - F_2 + x}$$

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

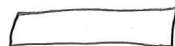
$$\frac{1}{2d - d - 2x} = \frac{3}{4d - 3d + 4x}$$

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

$$\frac{1}{3d - 6x} = \frac{1}{d + 4x}$$

$$3d - 6x = d + 4x \Rightarrow 2d = 10x$$

$$d = 5x$$



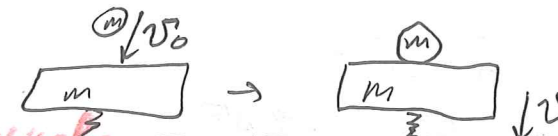
чистовик

21

ЗСЭ:

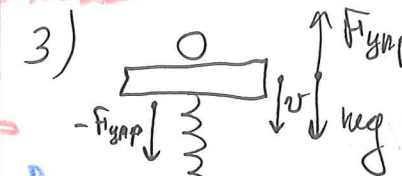
$$1) mgh = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gh}$$

2) Силы взаимодействия при ударе много больше остальных сил, поэтому можно считать что скорости в системе массен-верхний брусок сохраняются:



$$ЗСЧ: mv_0 = 2mv$$

$$v = \frac{v_0}{2}$$



$$v = \frac{\sqrt{2gh}}{2} = \sqrt{\frac{gh}{2}}$$

Колебания будут гармоническими до тех пор пока не соприкоснется нижний брусок

Δx_0 - нач. растяжка пружины:

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

max подъём верхнего бруска

$$ЗСЭ: \frac{2m}{2} v^2 + k \frac{\Delta x_0^2}{2} = 2mg(\Delta x + \Delta x_0) + \frac{k}{2} (\Delta x^2)$$

$$k\Delta x = mg \Rightarrow \Delta x = \Delta x_0$$

условие срыва

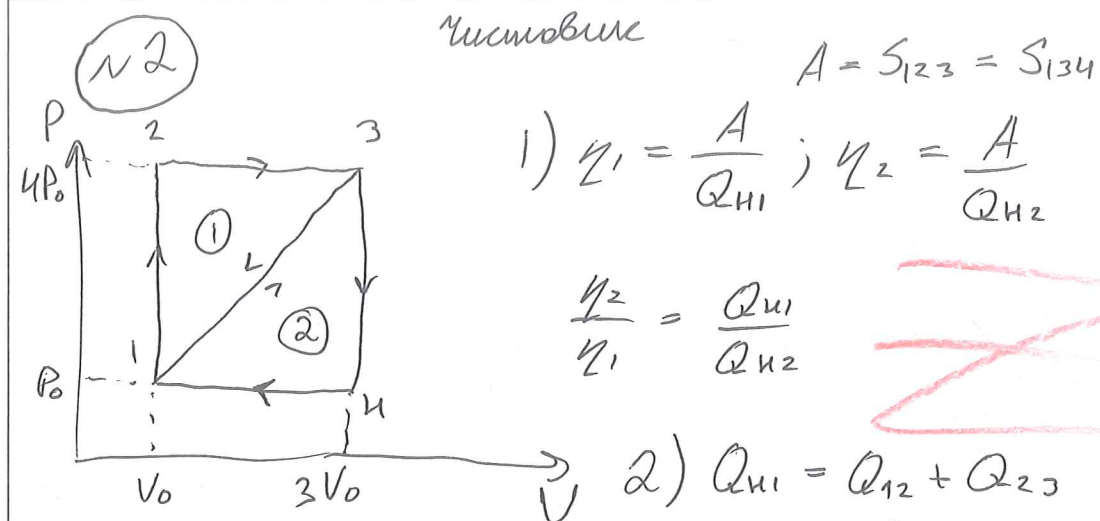
Δx - растяжение, при котором нижний брусок начнёт срываться

$$4v^2 = 2mg \cdot 2\Delta x_0 \Rightarrow v^2 = 4g \frac{mg}{k}$$

$$\frac{gh_{max}}{2} = 4g \frac{mg}{k} \Rightarrow h_{max} = \frac{8mg}{k}$$

Ответ:

$$h_{max} = \frac{8 \cdot 0.1 \cdot 10}{100} = \frac{8}{100} \text{ м} \Rightarrow h_{max} = 8 \text{ см}$$



$$Q_{H1} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{22} + \frac{5}{2} \nu R \Delta T_{32}$$

$$Q_{H2} = A_{13} + \Delta U_{13}$$

$$\boxed{\begin{aligned} PV &= \nu RT \\ \Delta(PV) &= \nu R \Delta T \end{aligned}}$$

$$3) Q_{H1} = \frac{3}{2} (4P_0 V_0 - P_0 V_0) + \frac{5}{2} (12P_0 V_0 - 4P_0 V_0) = \frac{9}{2} P_0 V_0 + 20 P_0 V_0 = \left(\frac{49}{2} P_0 V_0 \right)$$

$$4) Q_{H2} = \Delta U_{13} + A_{13}$$

$$\Delta U_{13} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{31} = \frac{3}{2} (12P_0 V_0 - P_0 V_0) = \frac{33}{2} P_0 V_0$$

$$A_{13} = P_0 \cdot 2V_0 + \frac{3P_0 \cdot 2V_0}{2} = 5P_0 V_0 = \frac{10}{2} P_0 V_0$$

$$Q_{H2} = \frac{33}{2} P_0 V_0 + \frac{10}{2} P_0 V_0 = \left(\frac{43}{2} P_0 V_0 \right)$$

$$5) \frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{\frac{49}{2} P_0 V_0}{\frac{43}{2} P_0 V_0} \Rightarrow \boxed{\frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{49}{43}} \quad \text{Ответ:}$$

$$\eta_2 = 1 - \frac{2}{43}$$

черновик

$$Q_1 = \frac{43}{2} P_0 V_0$$

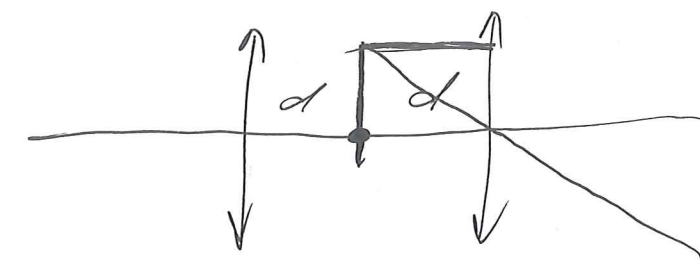
$$Q_2 = - \frac{3}{2} (3P_0 \cdot 3V_0) = - \frac{27}{2} P_0 V_0$$

$$Q_3 = - \frac{5}{2} (P_0 \cdot 2V_0) = - 5 P_0 V_0 = - \frac{10}{2} P_0 V_0$$

$$Q_4 = - \frac{37}{2} P_0 V_0$$

$$\eta_2 = 1 - \frac{37}{43} = \frac{43-37}{43} = \frac{6}{43}$$

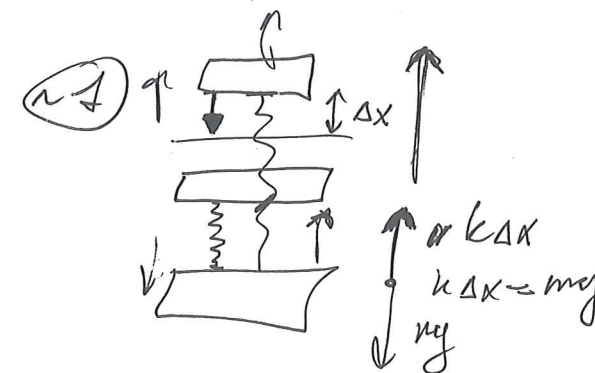
$$\frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{6}{43} \cdot \frac{49}{8} = \left(\frac{49}{43} \right)$$



$$\Gamma = \frac{F}{a-F}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh_{max}$$

$$v_0^2 = 2gh$$



$$\Delta t = \frac{mg}{k}$$

$$\Delta x_0 = \frac{mg}{k}$$



$$\Delta P = F \Delta t \approx 0$$

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = 2mg(\Delta x_0 + \Delta x) + \frac{kx^2}{2} \quad v_0 = 2\mu v$$

$$v^2 = 2g \cdot 2\Delta x_0$$

$$v^2 = 2g \cdot 2 \cdot \frac{mg}{k} = 4g \frac{mg}{k}$$

$$\frac{2h_{max}}{2} = 4g \frac{mg}{k} \quad h_{max} = 8 \frac{mg}{k}$$

$$h_{max} = 8 \cdot \frac{10 \cdot 10}{100} = \frac{8}{100} = 8 \text{ cm}$$

Черновик

$$x_1 = A_0 \cos(\omega t - kx_1 + \varphi_0)$$

$$x_2 = A_0 \cos(\omega t - kx_2 + \varphi_0)$$

$$x_1 + x_2 = A_0 \left(\frac{1}{2} \sin \left(\frac{2\omega t - k(x_1 + x_2) + 2\varphi_0}{2} \right) \cdot \cos(k(x_1 - x_2)) \right)$$

$$x_2 - x_1 = \lambda \cdot 2h$$

$$x_1 + x_2 = \frac{A_0}{2} \sin(\dots) \cos(k \cdot 2h \cdot \lambda)$$

$$2h \cdot k \cdot \lambda = 2\pi + 2\pi k$$

$$2h \cdot \frac{2\pi}{\lambda} \cdot \lambda = 2\pi + 2\pi N$$

$$2h \lambda = 1 \lambda$$

$$P_m = \frac{u^2}{R} \quad P_m = \frac{u_m^2}{R}$$

$$\Delta q B r = \frac{mv^2}{R}$$

$$R = \frac{mv}{2qB}$$

$$\lambda \downarrow \Rightarrow R \uparrow$$

$$Q_1 = \frac{3}{2} V_0 \cdot 3V_0 + \frac{5}{2} (4P_0 \cdot 2V_0) = \left(\frac{9}{2} + \frac{40}{2} \right) P_0 V_0 = \frac{49}{2} P_0 V_0$$

$$Q_2 = -\frac{(P_0 + 4P_0)}{2} \cdot 2V_0 + \frac{3}{2} (P_0 V_0 - 12P_0 V_0) =$$

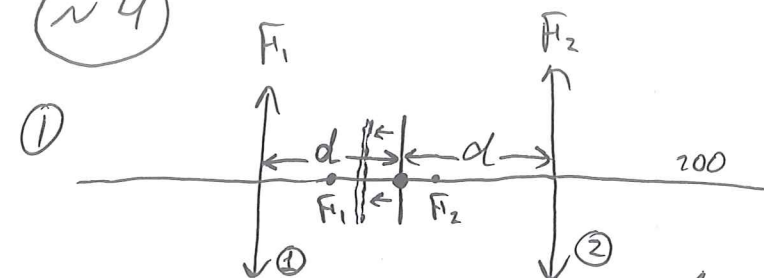
$$= \frac{-10P_0 V_0}{2} + \frac{33P_0 V_0}{2} = -\frac{43}{2} P_0 V_0$$

$$\eta_1 = 1 - \frac{43}{2} \cdot \frac{2}{49} = \frac{49-43}{49} = \frac{6}{49}$$

63-53-14-14
(2.10)

Черновик

~4



$$\frac{1}{a} + \frac{1}{A} = \frac{1}{F} \Rightarrow \frac{1}{A} = \frac{1}{F} - \frac{1}{a}$$

$$\frac{1}{A} = \frac{a-F}{Fa} \Rightarrow A = \frac{Fa}{a-F}$$

$$\Gamma = \frac{A}{a} = \frac{Fa}{(a-F)a} \Rightarrow \Gamma = \frac{F}{a-F}$$

$$1) \text{ 1-ая: } \Gamma = 1 \Rightarrow \frac{F_1}{d-F_1} = 1 \Rightarrow F_1 = d - F_1 \Rightarrow d = F_1 \cdot 2$$

$$2) \text{ 2-ая: } \Gamma = 3 \Rightarrow \frac{F_2}{d-F_2} = 3 \Rightarrow F_2 = 3d - 3F_2$$

$$4F_2 = 3d \Rightarrow F_2 = \frac{3}{4}d$$

3) ~~Поймём~~ Поймём к какой линзе нужно отнести стержень, чтобы увеличения от обеих линз были одинаковыми.

Чем ближе предмет к фокусу, тем больше его увеличение, значит увелич. в линзе два уменьшаем, а в линзе один увеличиваем $\Rightarrow$ сдвигаем предмет к первой линзе.

$$4) \Gamma_1' = \Gamma_2' \Rightarrow \frac{F_1}{(d-x)-F_1} = \frac{F_2}{(d+x)-F_2}$$

$$\frac{\frac{3}{4} \cdot 1.2}{(d-x) - \frac{d}{2}} = \frac{\frac{3}{4} \cdot 1.4}{d+x - \frac{3}{4}d} \Rightarrow \frac{1}{2d-2x-d} = \frac{3}{4d+4x-3d}$$

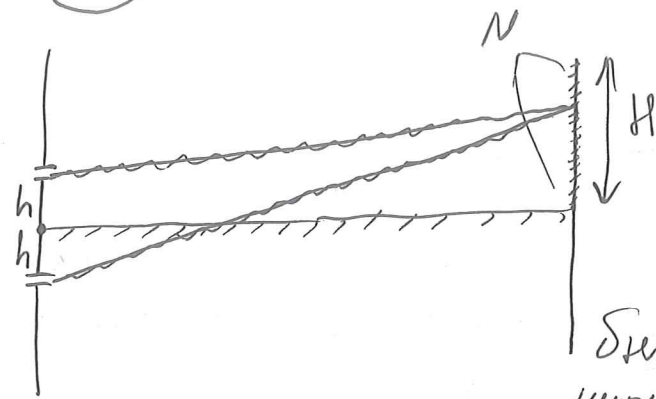
$$6d - 6x - 3d = 4d + 4x - 3d$$

$$3d - 6x = d + 4x \Rightarrow 2d = 10x \Rightarrow d = 5x$$

Ошибки:
d = 25 см

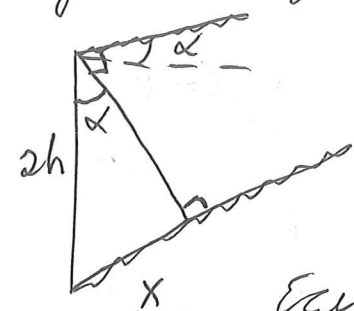
~5

Числовик



Интерференция даёт свое изображение в зеркале, а именно у нас образуется два когерентных источника, способных давать интерференционную картину.

Лучи из верхнего и нижнего изображений проходят разные расстояния, разницу их путей обозначим за x .



$$x = 2h \cdot \alpha$$

α - угол между горизонталью и направлением лучей

Если расстояние x будет кратно длине волны, то оба луча попадут в выбранный шок с той амплитудой, оного образуемых полос. ($x = n \cdot \lambda$, $n \in \mathbb{N} \setminus \{0\} \Rightarrow$ полоса)

Как будет интерферировать самая последняя полоса (200-ая), она будет соответствовать самому большому x :

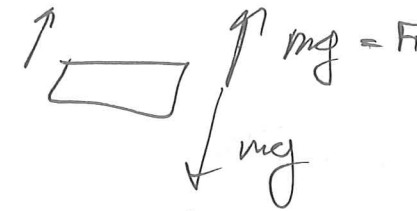
$$x_{\max} = 2h_{\max} \cdot h = N \lambda$$

(каждая полоса соответствует разнице в длине в λ -ное кол-во длин волн)

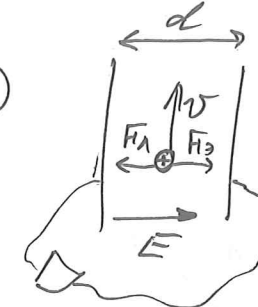
Если человек не способен увидеть шок, расположенную на стыке экрана, которая и шок не является шок, а не полосой, то $x_{\max} = N \lambda$, но иначе $x_{\max} = (N-1) \lambda$, независимо оного что явление правдой я буду считать, что $x_{\max} \approx N \lambda$, из-за того что $N \gg 1$

$$\alpha_{\max} \approx \frac{H}{L}$$

Черновик



③



$$F_1 = q v B$$

$$F_2 = q E$$

$$v B < E$$

$$U = d \cdot E = d \cdot v \cdot B$$

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

$$v B < E$$

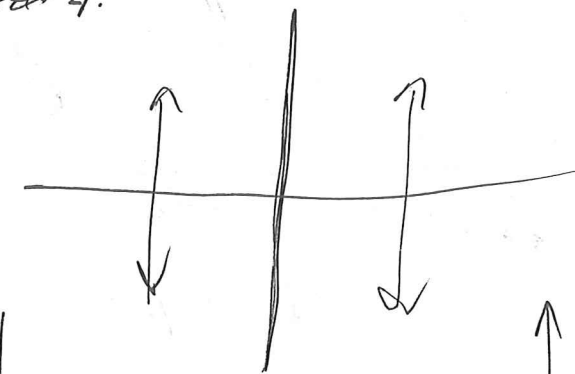
$$U = d \cdot E = d \cdot v \cdot B$$

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

$$\frac{P_m R}{d^2 v^2} = B^2 \Rightarrow B = \frac{\sqrt{P_m R}}{d v} = \frac{\sqrt{10^{-3} \cdot 4 \cdot 10^{-1}}}{0.4 \cdot 0.1} T_A =$$

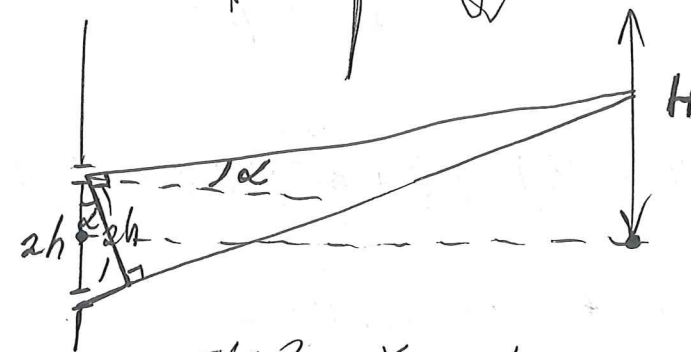
$$= \frac{2 \cdot 10^{-2}}{0.4} 100 = 0.5 T_A$$

④



$$L = \frac{2 \cdot 0.05 \cdot 10^{-3}}{200 \cdot 0.5 \cdot 10^{-6}} M =$$

$$= \frac{2 \cdot 5 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 5 \cdot 10^2 \cdot 10^{-6}} = \frac{10^{-5}}{10^{-5}} = 1 M$$



$$\alpha = \frac{H}{L} = 0.05$$

$$L = \frac{H}{\alpha} = 20 H = 908 = 5 \text{ см} \cdot 20 = 1 M$$

$$\sin 2 = \frac{x}{2h} = \alpha \Rightarrow x = 2h \cdot \alpha$$

$$x = N \cdot \lambda$$

$$x_{\max} = 200 \cdot \frac{1}{2} \cdot 10^{-6} M =$$

$$= \frac{2 \cdot 10^2 \cdot 10^{-6}}{2} = 10^{-4} M$$

$$\alpha = \frac{x}{2h} = \frac{10^{-4} M}{2 \cdot 10^{-3}} = \frac{1}{2} \cdot 10^{-1} = \frac{1}{20} = \frac{5}{100} = 0.05 \text{ рад}$$

63-53-14-14
(2.10)

$$\frac{2H}{L} h = N \lambda$$

числовик

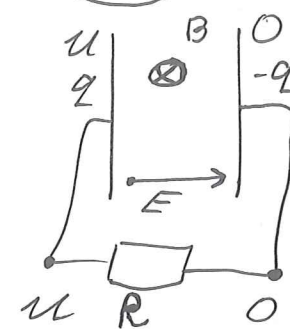
$$L = \frac{2Hh}{N\lambda}$$

$$L = 1 \text{ м}$$

Ответ: ↑

из ответа видно, что $L \gg H$, поэтому считаем, что можно без потери точности.

№3



1) Мощность на резисторе напрямую зависит от напряжения между пластинами.

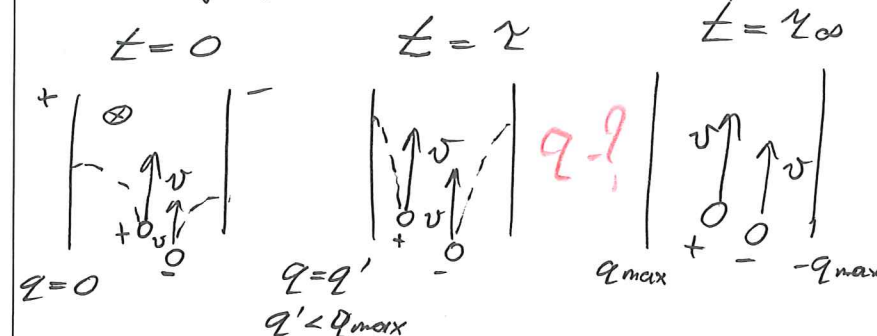
$$P = \frac{U^2}{R} \Rightarrow \text{Если } P_{\text{max}}, \text{ то } U_{\text{max}}$$

2) Чтобы максимизировать создаваемое поле E между обкладками, при этом на пластинах должен скапливаться разноименный заряд:

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

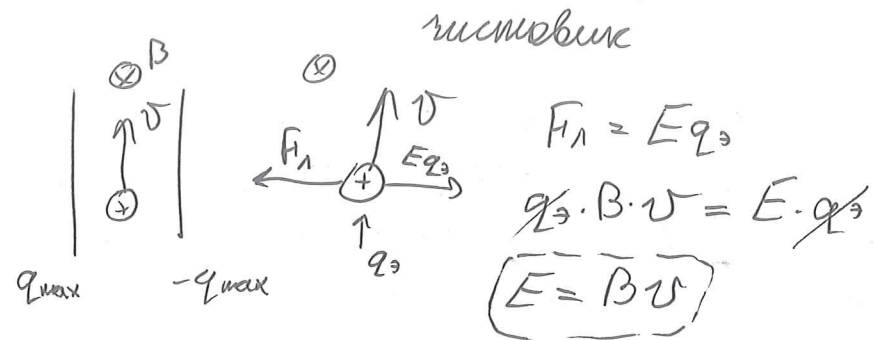
$$E = \frac{q}{S\epsilon_0} \text{ видно, что } U \sim q$$

(Будем считать, что положительный заряд в нижнем являющемся полем. заряде частицы и сир. заряде, частицы)



$\tau \rightarrow \infty$

Со временем на обкладках будет накапливаться заряд, до тех пор, пока частицы не достигнут крайних положений и равномерно:



Найденное E явл. макс, так как заряды больше не будут скапливаться:

$$U_{\max} = E_{\max} d = Bvd$$

$$P_{\max} = \frac{U_{\max}^2}{R} = \frac{(Bvd)^2}{R} \Rightarrow \boxed{\frac{\sqrt{P_m R}}{vd} = B}$$

$$B = \frac{\sqrt{10^{-3} \cdot 4 \cdot 10^1}}{0,1 \cdot 0,4} \text{ Тл} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^{-2}} = 0,5 \text{ Тл}$$

$B = 0,5 \text{ Тл}$, Ответ:

внутр. сопр.?