0 588190 160006

58-81-90-16
(2.6)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант № 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Ломоносов 2024/2025"
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Гафаровой Заиры Максудовны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«14» 02 2025 года

Подпись участника

 Чистовик

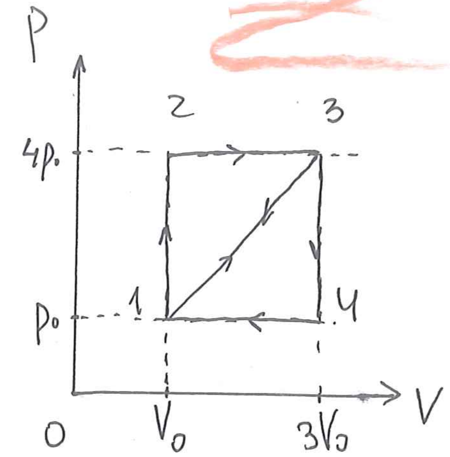
58-81-90-16
(2.6)

Задача	1	2	3	4	5	Σ
	10	20	12	18	19	79

семьдесят девять

Бровкина

(2) $i=3$ $\frac{\eta_{1341}}{\eta_{1231}}$ — ?



1) $A_{13} = \frac{1}{2}(p_0 + 4p_0)(3V_0 - V_0) =$

$= \frac{1}{2} \cdot 5p_0 \cdot 2V_0 = 5p_0V_0$

$Q_{1341 \, н} = Q_{13}$ (+)

• $Q_{13} = A_{13} + \Delta U_{13}$

• $\Delta U_{13} = \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_1) = \frac{3}{2}(\nu RT_3 - \nu RT_1) = \frac{3}{2}(4p_0 \cdot 3V_0 - p_0V_0) =$

$= \frac{3}{2} \cdot (12p_0V_0 - p_0V_0) = \frac{33}{2}p_0V_0$

$Q_{13} = 5p_0V_0 + \frac{33}{2}p_0V_0 = \frac{10+33}{2}p_0V_0 = \frac{43}{2}p_0V_0$

$A_{1341 \, \Sigma} = \frac{1}{2}(4p_0 - p_0)(3V_0 - V_0) = \frac{1}{2} \cdot 3p_0 \cdot 2V_0 = 3p_0V_0$

$\eta_{1341} = \frac{A_{1341 \, \Sigma}}{Q_{1341 \, н}} = \frac{3p_0V_0}{\frac{43}{2}p_0V_0} = \cancel{\frac{2}{11}} = \frac{6}{43}$

2) $\eta_{1231} = \frac{A_{1231 \, \Sigma}}{Q_{1231 \, н}}$

• $A_{1231 \, \Sigma} = \frac{1}{2}(4p_0 - p_0)(3V_0 - V_0) = \frac{1}{2} \cdot 3p_0 \cdot 2V_0 = 3p_0V_0$

• $Q_{1231 \, н} = Q_{12} + Q_{23}$

$Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}(4p_0V_0 - p_0V_0) = \frac{9}{2}p_0V_0$

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

$= \frac{3}{2}(4p_0 \cdot 3V_0 - 4p_0V_0) + 4p_0 \cdot 2V_0 = \frac{3}{2} \cdot 8p_0V_0 + 8p_0V_0 =$

$= 20p_0V_0$

Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

$$Q_{1231\,н} = \frac{9}{2}p_0V_0 + 20p_0V_0 = \frac{49}{2}p_0V_0$$

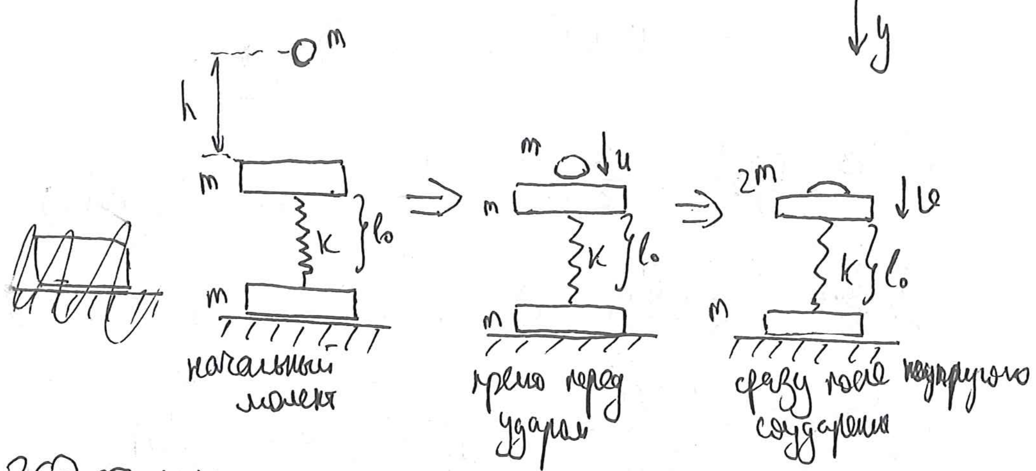
$$\eta_{1231} = \frac{3p_0V_0}{\frac{49}{2}p_0V_0} = \frac{6}{49}$$

3) $$\frac{\eta_{1341}}{\eta_{1231}} = \frac{\frac{6}{43}}{\frac{6}{49}} = \frac{49}{43}$$

Ответ: $\frac{49}{43}$.

(1) $m=0{,}1кг$; $k=100\frac{Н}{м}$; $g=10\frac{м}{с^2}$; h_{max}-?

1)



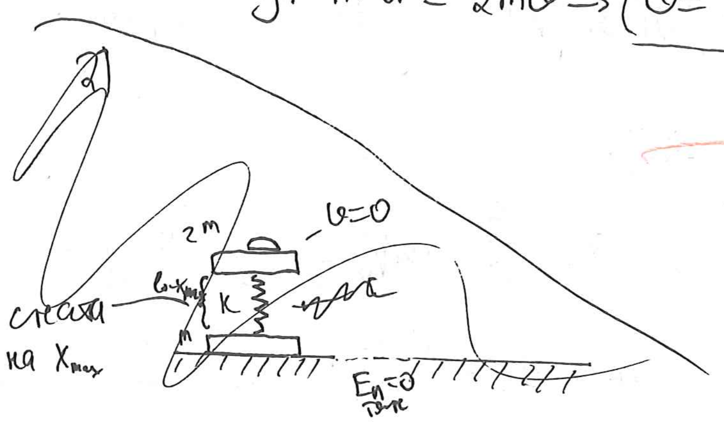
ЗСЭ от начала до момента перед ударом для пластилина:

$$mgh = \frac{mu^2}{2} \to u=\sqrt{2gh}$$ +

ЗСИ для пластилина и бруска (ЗСИ верен, т.к. влиянием сил тяжести в процессе удара можно пренебречь)

$$y:\ mu = 2m\upsilon \to \upsilon = \frac{u}{2} = \frac{1}{2}\sqrt{2gh}$$ +

2)



$$l_2^2-l_1^2 = L^2+(H+h)^2-(L^2+(H-h)^2) = (H+h)^2-(H-h)^2 =$$
$$= (H+h-H+h)(H+h+H-h) = 4Hh$$

$$\underbrace{l_2^2-l_1^2}_{4Hh} = \underbrace{(l_2-l_1)}_{\Delta}\underbrace{(l_2+l_1)}_{\approx 2L}$$

$$4Hh = \Delta\cdot 2L \to L = \frac{2Hh}{\Delta} = \frac{2Hh}{N\cdot\lambda}$$ +

$$L = \frac{2\cdot 0{,}05м\cdot 0{,}001м}{200\cdot 0{,}5\cdot 10^{-6}м} = \frac{2\cdot 5\cdot 10^{-2}\cdot 10^{-3}}{10^{-4}}м =$$
$$= 1м$$

Ответ: $L = \frac{2Hh}{N\lambda} = 1м$. +

$\cancel{\Delta = l_2 - l_1 = \sqrt{\quad}}$

$\cancel{l_2 = \sqrt{L_1^2+h^2} + \sqrt{L_2^2+h^2} = \sqrt{\left(\frac{1}{51}L\right)^2+h^2} + \sqrt{\left(\frac{50}{51}L\right)^2+h^2} =}$

$\cancel{= \sqrt{\frac{L^2}{2601}+h^2} + \sqrt{\frac{2500L^2}{2601}+h^2}}$

$\cancel{\Delta = l_2 - l_1 = \sqrt{\frac{L^2}{2601}+h^2} + \sqrt{\frac{2500L^2}{2601}+H^2} - \sqrt{L^2+(H-h)^2}}$

$\cdot\ l_2 = \sqrt{L^2+(H+h)^2}$ +

$\cancel{\Delta = l_2 - l_1 = \sqrt{L^2+(H+h)^2} - \sqrt{L^2+(H-h)^2}}$

$\cancel{\Delta^2 = L^2+(H+h)^2 - 2\sqrt{(L^2+(H+h)^2)(L^2+(H-h)^2)} + L^2+(H-h)^2}$

$\cancel{\Delta^2 = 2L^2+2H^2+2h^2 - 2\sqrt{(L^2+(H+h)^2)(L^2+(H-h)^2)}}$

$\cancel{\Delta^2 = 2L^2+2H^2+2h^2 - 2\sqrt{(L^2+H^2+2Hh+h^2)(L^2+H^2-2Hh+h^2)}}$

$\cancel{\Delta^2 = 2L^2+2H^2+2h^2 - 2\sqrt{(L^2+H^2+h^2-2Hh)(L^2+H^2+h^2+2Hh)}}$

$\cancel{\Delta^2 = 2L^2+2H^2+2h^2 - 2\sqrt{(L^2+H^2+h^2)^2-(2Hh)^2}}$

$\cancel{O_2 1 = \sqrt{L^2+51^2} - \sqrt{L^2+49^2}}$

$\cancel{O_2 1 = \sqrt{x^2+51^2} - \sqrt{x^2+49^2}}$

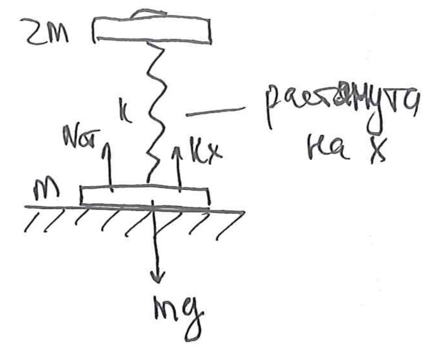
$\cancel{O_1 O_1 = x^2+51^2+x^2+49^2}$

~~ЗСЭ для системы от удара до остановки бруска и пластилина:~~

$\cancel{\Delta E_{K\,сист} + \Delta E_{п\,сист} = 0}$

$\cancel{0 - \frac{2m\upsilon^2}{2} + \frac{kx_{max}^2}{2} + 2mg(l_0 - x_{max}) - 2mg\,l_0 = 0}$

$\cancel{\frac{kx_{max}^2}{2} - 2mg\,x_{max} - \frac{2m\upsilon^2}{2} = 0}$

2) 

2ЗН для нижнего бруска:

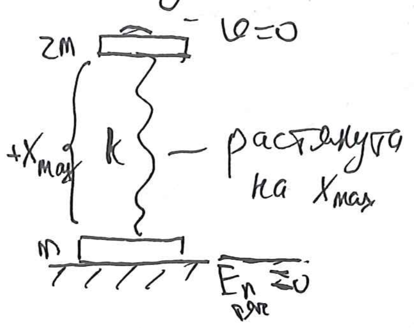
$kx + N_{ст} = mg$

$N_{ст} = mg - kx$

Дальнейшие колебания будут гармоническими лишь при условии, что $N_{ст} \geq 0 \rightarrow mg - kx \geq 0 \Rightarrow$

$\rightarrow kx \leq mg \rightarrow x \leq \frac{mg}{k} \rightarrow \boxed{x_{max} = \frac{mg}{k}}$ (+)

3) Рассм. систему в момент, когда пружина максимально растянута:



ЗСЭ от удара до этого момента:

$E_{K\,нач} + E_{п\,нач} = E_{K\,кон} + E_{п\,кон}$

$\frac{2m\upsilon^2}{2} + 2mgl_0 + \cancel{0} = 0 + 2mg(l_0 + x_{max}) + \frac{kx_{max}^2}{2}$ $\frac{kx_0^2}{2}$

$m\upsilon^2 = 2mgx_{max} + \frac{kx_{max}^2}{2}$

$\upsilon^2 = 2gx_{max} + \frac{k\cdot x_{max}^2}{2m} = 2g\cdot\frac{mg}{k} + \frac{k\cdot m^2g^2}{2m\cdot k^2} = \frac{2mg^2}{k} + \frac{mg^2}{2k} = \frac{5mg^2}{2k}$

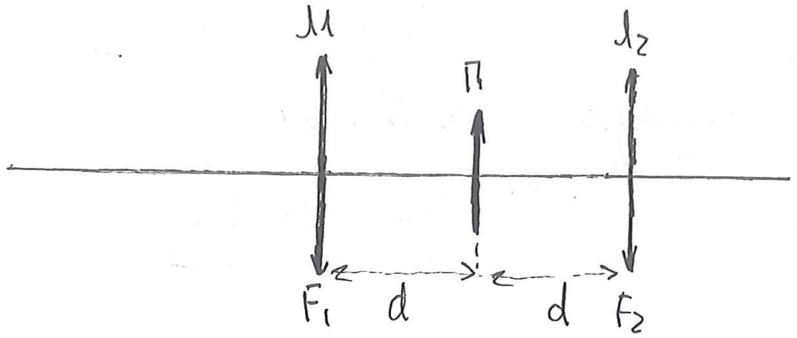
 Чистовик

4) $\left(\frac{1}{2}\sqrt{2gh}\right)^2 = \frac{5mg^2}{2k}$

$\frac{1}{\cancel{2}} g h = \frac{5mg^{\cancel{2}}}{\cancel{2}k} \to h = \frac{5mg}{k} \to \boxed{h_{max} = \frac{5mg}{k}} = \frac{5\cdot 0{,}1кг\cdot 10\frac{м}{с^2}}{100\frac{Н}{м}} = \frac{1}{20}м = 0{,}05м = 5см$

<u>Ответ:</u> $\frac{5mg}{k} = 5см.$

(5) $\Gamma_1 = 1$; $\Gamma_2 = 3$; $x = 5см$; $d - ?$



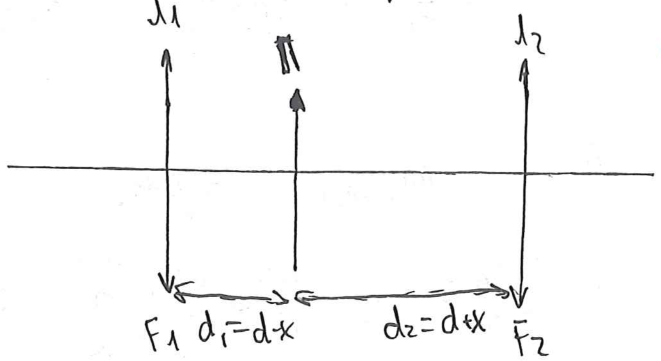
1) Т.к. первая линза даёт изобр. в натуральную величину, то она собирающая, причём $d = 2F_1 \to \boxed{F_1 = \frac{1}{2}d}$ (+)

Вторая линза Л2 даёт увеличенное изображение →
→ она также собирающая. Поскольку её изображение действительное и увеличенное, $F_2 < d < 2F_2 \to$

$\to \Gamma_2 = \frac{F_2}{d - F_2} \to \frac{F_2}{d-F_2} = 3 \to F_2 = 3d - 3F_2 \to$

$\to 4F_2 = 3d \to \boxed{F_2 = \frac{3}{4}d}$ (+)

2) Допустим, стержень переместили на x влево:



 Чистовик

• $l_1 = \sqrt{L^2 + (H-h)^2}$

• $l_2 = \sqrt{L_1^2 + h^2} + \sqrt{L_2^2 + H^2}$ (−)

Из ~~...~~ подобия треугольников

$\frac{L_1}{L_2} = \frac{h}{H} \to L_2 = L_1\frac{H}{h}$

$L_1 + L_2 = L \to L_1 + L_1\frac{H}{h} = L$

$L_1\left(1 + \frac{H}{h}\right) = L \to L_1\left(\frac{h+H}{h}\right) = L$

$L_1 = \frac{Lh}{h+H}$, $L_2 = \frac{LH}{h+H}$

51
×51
51
255
2601

$\cancel{l_2 = \sqrt{\left(\frac{Lh}{h+H}\right)^2 + h^2} + \sqrt{\left(\frac{LH}{h+H}\right)^2 + H^2} =}$

$\cancel{= h\sqrt{\left(\frac{L}{h+H}\right)^2 + 1} + H\sqrt{\left(\frac{L}{h+H}\right)^2 + 1} = (h+H)\sqrt{\frac{L^2}{(h+H)^2} + 1} =}$

$\cancel{= \sqrt{L^2 + (h+H)^2} = \sqrt{L^2 + H^2 + 2hH + h^2} = \sqrt{L^2 + H^2 + 2hH}}$

$\cancel{\Delta = \sqrt{L^2 + H^2 + 2hH} - \sqrt{L^2 + H^2 - 2Hh}}$

$\cancel{\Delta^2 = L^2 + H^2 + 2hH - 2\sqrt{(L^2+H^2+2hH)(L^2+H^2-2hH)} + L^2 + H^2 - 2Hh =}$

$\cancel{= 2L^2 + 2H^2 - 2\sqrt{(L^2+H^2)^2 - (2hH)^2}}$

$\cancel{L_1 = L\cdot\frac{0{,}001м}{0{,}001м + 0{,}05м} = L\cdot\frac{1}{1+50} = \frac{1}{51}L}$

$\cancel{L_2 = \frac{50}{51}L}$

$= (h+H)\sqrt{1+\frac{L^2}{(h+H)^2}} - \sqrt{L^2+(H-h)^2} = \sqrt{(h+H)^2+L^2} - \sqrt{L^2+(H-h)^2}$

~~$= \sqrt{L^2+(h+H)^2} - \sqrt{L^2+(H-h)^2}$~~

~~$\lambda \cdot N = \sqrt{L^2+(h+H)^2} - \sqrt{L^2+(H-h)^2}$~~

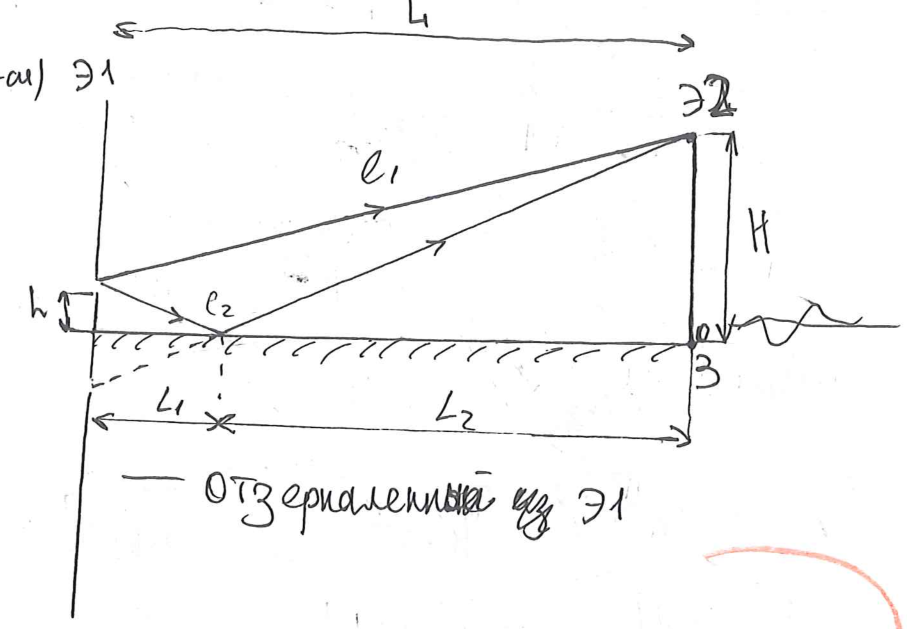
~~$N = \frac{1}{\lambda}\left(\sqrt{L^2+(h+H)^2} - \sqrt{L^2+(H-h)^2}\right)$~~

~~$N^2\lambda^2 = L^2+(h+H)^2 - 2\sqrt{(L^2+(h+H)^2)(L^2+(H-h)^2)} + L^2 + (H-h)^2$~~

---

⑤ $\lambda = 0{,}5\cdot 10^{-6}$ м; $h = 10^{-3}$ м; $H = 0{,}05$ м; $N = 200$ $L_1 - ?$

1) N-ая (т.е 200-ая) полоса будет наблюдаться на верхнем краю экрана Э2.



2) Воспользуемся формулой для интерференции:
$\Delta = N\cdot\lambda$, где Δ - разность хода лучей
$\Delta = l_2 - l_1$

$\Gamma_1^* = \frac{F_1}{d_1 - F_1} = \frac{F_1}{d - x - F_1} = \frac{\frac{1}{2}d}{d - x - \frac{1}{2}d} = \frac{\frac{1}{2}d}{\frac{1}{2}d - x} = \frac{d}{d-2x}$

$\Gamma_2^* = \frac{F_2}{d_2 - F_2} = \frac{F_2}{d + x - F_2} = \frac{\frac{3}{4}d}{d + x - \frac{3}{4}d} = \frac{\frac{3}{4}d}{\frac{1}{4}d + x} = \frac{3d}{d+4x}$

$\Gamma_1^* = \Gamma_2^* \rightarrow \frac{d}{d-2x} = \frac{3d}{d+4x} \Big| : d$, т.к. $d \neq 0$

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

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

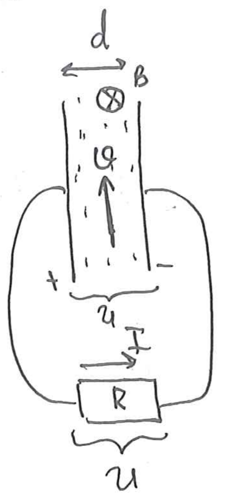
$\rightarrow d = 5x = 5 \cdot 5см = 25см$

3) Расм. случай, если стержень перенесут вправо:
Т.к. $d_1\uparrow$, то изображение в Л1 будет уменьшенным (т.к. $d_1 > 2F_1$)
Т.к. $d_2\downarrow$, то изображение в Л2 ~~бу~~ останется увеличенным (действительным или мнимым)
Выходит, что этот случай не подходит.

Ответ: $d = 25см$. ⊕ Нет букв. ответа!

(3) $R = 0{,}4\ \text{Ом};\ d = 0{,}4\ \text{м};\ \upsilon = 0{,}1\ \frac{\text{м}}{\text{с}};\ P_m = 10^{-3}\ \text{Вт}$

$B - ?$

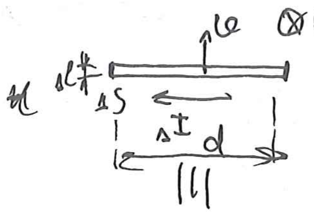


1) $P_m = \frac{U^2}{R} \to U = \sqrt{P_m \cdot R}$

2) $\mathcal{E}_i = U = \sqrt{P_m \cdot R}$

~~3)~~

3) Разобъём пластины и слой жидкости между ними на множество малых участков, все эти участки соединены параллельно, т.е их напряжения равны.



$\mathcal{E}_i = B\upsilon d$

4) $B\upsilon d = \sqrt{P_m \cdot R} \to B = \frac{\sqrt{P_m \cdot R}}{\upsilon d} =$

$= \frac{\sqrt{10^{-3}\ \text{Вт} \cdot 0{,}4\ \text{Ом}}}{0{,}1\ \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0{,}4\ \text{м}} = \frac{\sqrt{4 \cdot 10^{-4}}}{0{,}04}\ \text{Тл} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^{-2}}\ \text{Тл} =$

$= 0{,}5\ \text{Тл}$

12.

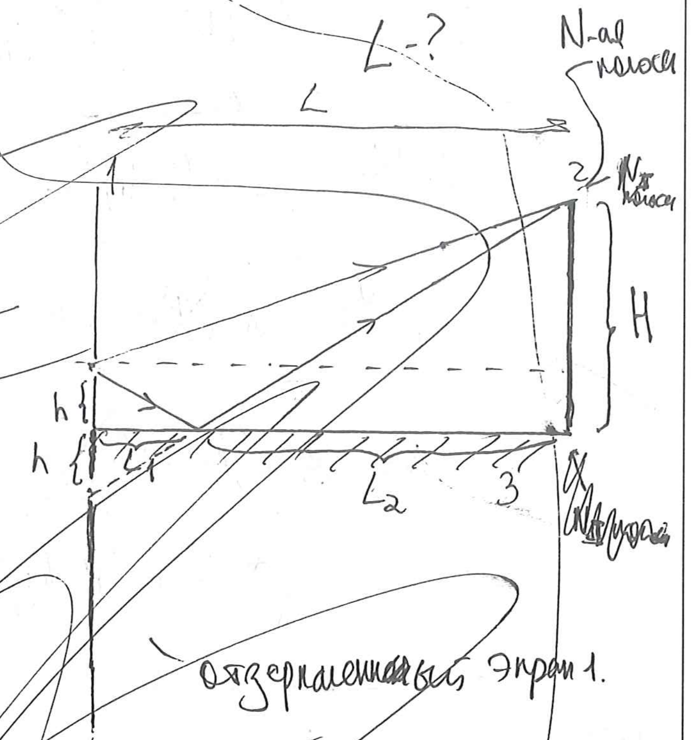
Ответ: $B = \frac{\sqrt{P_m R}}{\upsilon d} = 0{,}5\ \text{Тл}.$

нет учёта r источника

(5) ~~$x = 0{,}5 \cdot 10^{-6}$~~

$\lambda = 0{,}5 \cdot 10^{-6}\ \text{м};\ h = 10^{-3}\ \text{м};\ H = 0{,}05\ \text{м};\ N = 200$

$L - ?$



$\frac{h}{L_1} = \frac{H}{L_2} \to$

$\to L_1 = \frac{h}{H} L_2$

$L_1 + L_2 = L \to \frac{h}{H} L_2 + L_2 = L \to \frac{h+H}{H} L_2 = L \to L_2 = \frac{LH}{h+H}$

$L_1 = \frac{LH}{h+H} \cdot \frac{h}{H} = \frac{Lh}{h+H}$

$\Delta = \lambda \cdot N$

$\Delta = \sqrt{h^2 + L_1^2} + \sqrt{H^2 + L_2^2} - \sqrt{L^2 + (H-h)^2} =$

$= \sqrt{h^2 + \left(\frac{Lh}{h+H}\right)^2} + \sqrt{H^2 + \left(\frac{LH}{h+H}\right)^2} - \sqrt{L^2 + (H-h)^2} =$

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

$= h\sqrt{1 + \frac{L^2}{(h+H)^2}} + H\sqrt{1 + \frac{L^2}{(h+H)^2}} - \sqrt{L^2 + (H-h)^2} =$

Оценка не ~~изменено~~ изменена

Председателю апелляционной
комиссии олимпиады школьников
«Ломоносов»
Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова
академику В.А. Садовничему
от участника заключительного этапа по
профилю «*физика*»
Гафарова Заура Мансуровича

апелляция.

Прошу пересмотреть мой индивидуальный предварительный результат заключительного этапа, а именно 79 баллов, поскольку считаю, что в третьей задаче 3.2.3. в авторском решении мощность, выделяемая на резисторе, неверно дифференцируется по R (т.е. $\frac{dP(R)}{dR}$), так как по условию $R = const$. Максимальная мощность $P = \frac{U^2R}{(R+r)^2}$, выделяемая на резисторе R, реализуется при $r = 0$, то есть при пренебрежимо малом внутренним сопротивлением проводящей жидкости, что было учтено в моём решении, как очевидный факт.

Также я не вполне понимаю причину снижения двух баллов в четвёртой задаче 4.8.2., поскольку ни в самой задаче, ни в критериях оценивания задачи не говорится о необходимости наличия буквенного ответа.

Кроме того, в пятой задаче 5.8.2. мне снизили один балл за уравнение $l_2 = \sqrt{{L_1}^2 + h^2} + \sqrt{{L_2}^2 + H^2}$, однако в рамках моего чертежа и решения оно является верным.

Подтверждаю, что я ознакомлен с Положением об апелляциях на результаты олимпиады школьников «Ломоносов» и осознаю, что мой индивидуальный предварительный результат может быть изменён, в том числе в сторону уменьшения количества баллов.

Дата 07.03.2025 (подпись)