0 478318 250002

47-83-18-25
(3.9)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 3

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов

по физике

Аверьянова Арсения Павловича

фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«14» февраля 2025 года

Подпись участника

47-83-18-25 (3.9)

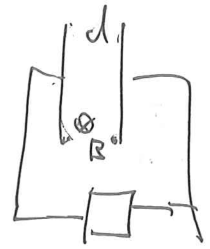
1	2	3	4	5	Σ
20	20	12	20	10	92

девяносто два

черновик

$\Delta q = I dt$

$S \cdot v$



$F_A = qvB$

V

$qvBd = \Delta q$

$P = UI \quad I^2R \quad q'^2R$

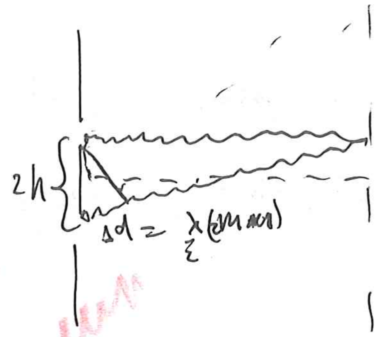
$U = \sqrt{PR}$

$\frac{U^2}{R}$

$U = \Delta \varphi = A_{поля} =$

$\Delta\varphi = qvBd$

$N = 400$

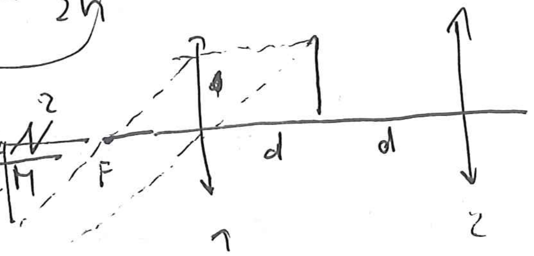


$\frac{10 см}{400} = \frac{\lambda L}{2h}$

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

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

$+q \quad -q$



$\Gamma F_2 = \Gamma d - F_2$

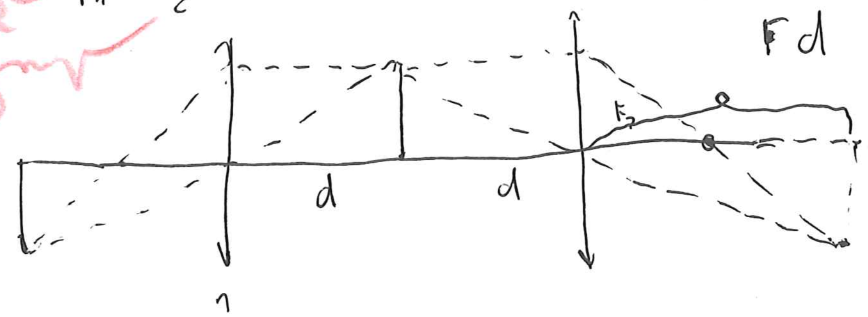
$\frac{F_2}{\Gamma d - F} = \frac{1}{F}$

$F_2 = \frac{d \cdot \Gamma}{\Gamma + 1}$

$qvB = \frac{kq^2}{d^2}$

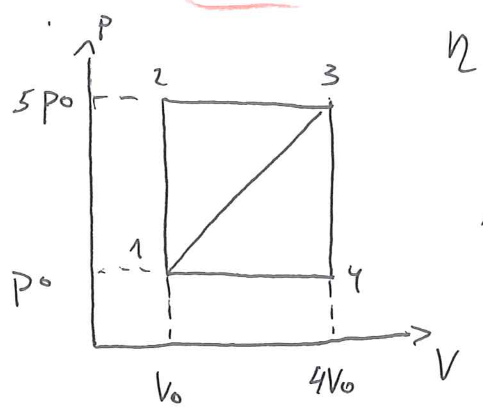
$F_1 = \frac{d}{2}$

Fd



Чистовик

2.2.3



$$\eta = \frac{Q_н - Q_х}{Q_н} = \frac{A}{Q_н}$$

$$A_{1-2-3-1} = S_{1-2-3-1} = \frac{4p_0 \cdot 3V_0}{2} = 6p_0V_0$$

$$Q_{н\ 1-2-3-1} = Q_{12} + Q_{23}$$

Q_I 1НТ: $Q_{12} = W_2 - W_1 + 0 = \frac{3}{2}(5p_0V_0 - p_0V_0) = 6p_0V_0$

1НТ: $Q_{23} = W_3 - W_2 + \underset{5p_0\Delta V}{\underset{\parallel}{A_{23}}} = \frac{3}{2}(20p_0V_0 - 5p_0V_0) + 15p_0V_0 =$

$\frac{15}{2}$

$$\eta_1 = \frac{6p_0V_0}{p_0V_0\left(6 + 15 + \frac{15\cdot 3}{2}\right)} = \frac{2}{2+5+\frac{15}{2}} = \frac{4}{29}$$

Q_{II} $A_{1-3-4-1} = A_{1-2-3-1} = S_{1-2-3-1} = 6p_0V_0$

$$Q_{н\ 1-3-4-1} = Q_{1-3}$$

1НТ: $Q_{1-3} = \frac{3}{2}(20p_0V_0 - p_0V_0) + A_{1-3} =$

$\frac{3}{2}\cdot 19p_0V_0 + 6p_0V_0 + 3p_0V_0 \Rightarrow \eta_2 = \frac{6p_0V_0}{\left(3\cdot\frac{19}{2} + 6 + 3\right)p_0V_0}$

$= \frac{4}{19+4+2} = \frac{4}{25} \Rightarrow \frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{4}{25}\cdot\frac{29}{4} = \frac{29}{25}$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

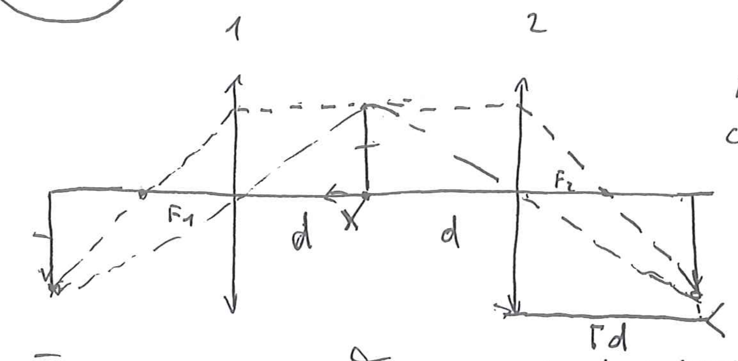
Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

47-83-18-25
(3.9)

11 Чистовик

4.8.3



$l_{1,2}$ – расстояния после перемещения стержня от изображения до соответствующей линзы.

+

Построим изображения предмета:

для т.к. линза 1 не увеличивает стержень $\Rightarrow$

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

для второй линзы: ФТЛ: $\frac{1}{d} + \frac{1}{\Gamma d} = \frac{1}{F_2} \Rightarrow$

$F_2 = \frac{\Gamma \cdot d}{\Gamma + 1}$. Заметим, что стержень переместили ближе к линзе 1 т.к. увеличения стали равны (изображение второй линзы уменьшилось).

$\Rightarrow$ ФТЛ $\begin{cases} \text{для 1: } \frac{1}{d-x} + \frac{1}{l_1} = \frac{2}{d} \\ \text{для: } \frac{1}{d+x} + \frac{1}{l_2} = \frac{\Gamma+1}{\Gamma d} \Rightarrow \\ \text{при этом } \frac{d-x}{l_1} = \frac{d+x}{l_2} \text{ т.к. увеличения равны} \end{cases}$

$$\frac{1}{d-x} + \frac{d+x}{l_2(d-x)} = \frac{2}{d} \Rightarrow \cancel{l_2} \; \frac{1}{l_2} = \frac{2(d-x)}{d(d+x)} - \frac{1}{d+x} =$$

$$= \frac{d-2x}{d(d+x)} \Rightarrow \frac{1}{d+x} + \frac{d-2x}{d(d+x)} = \frac{\Gamma+1}{\Gamma d} \Rightarrow$$

$$\frac{2d-2x}{d+x} = \frac{\Gamma+1}{\Gamma} \Rightarrow 2\Gamma d - 2\Gamma x = \Gamma d + \Gamma x + d + x \Rightarrow$$

$$\Gamma(d-3x) = d+x \Rightarrow$$

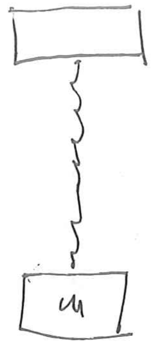
$$\Gamma = \frac{d+x}{d-3x} = 3$$ +

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

Черновик

$0{,}001 \cdot \quad 0{,}0004$

$1\cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot 10^{-1}$ $\quad \frac{}{0{,}02}$



$mg + kx$

$kx_{макс} = mg$

$\frac{2\cdot 10^{-2}}{4\cdot 10^{-1}} =$

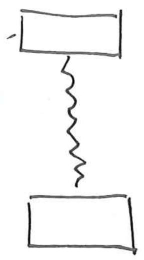
$\frac{2mV_1^2}{2} = >$

$\frac{1}{20} + \frac{1}{\ell_1} = \frac{2}{25}$ $\quad \frac{\cancel{m}V^2}{8}$ $\quad \frac{1}{20} =$

$\cancel{\frac{1}{0{,}24}}$ $\quad \frac{1}{30} + \frac{1}{\ell_2} = \frac{4}{75}$ $\quad \frac{mV^2}{4}$ $\quad 0{,}05$

$V - \frac{V}{2}$ $\quad mgh = mV$

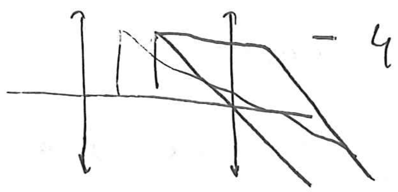
$BV = E$ $\quad \frac{1}{\ell_1} =$



0 - - - -

$k_{\Delta}x = mg$ $\quad P = \frac{E^2 d}{R}$

$E_{полное} = \cancel{\frac{2mV}{8}} = 4mgh + \frac{k\Delta x^2}{2} =$



$-4mgh + \frac{m^2g^2}{2k} = mg\left(4h + \frac{mg}{2k}\right)$

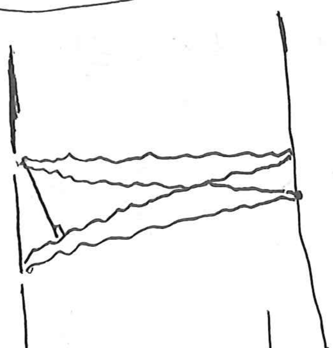
$2x \cdot 2mg + \frac{k\Delta x^2}{2} = 4mgx + \frac{m^2g^2}{2k}$

$\frac{4m^2g^2}{k} + \frac{m^2g^2}{2k} = \frac{m^2g^2}{2k} - 4mgh$

$\frac{8mg}{k}$

$F = q\cdot E = qVB$

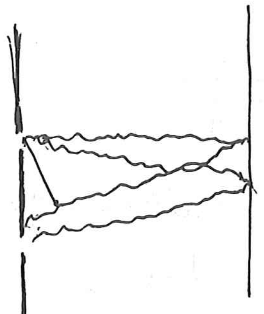
$E = VB$

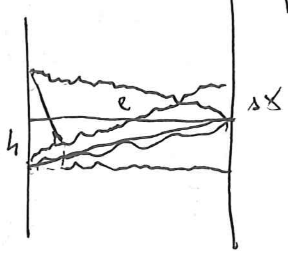


2h

$tg\,\alpha = \frac{\lambda}{2h}$

$\sin\alpha = \frac{\lambda}{2h}$





$h + \Delta x = \frac{\ell \cdot x}{2h}$

$\Delta x = \frac{\ell\lambda - h^2}{2h}$

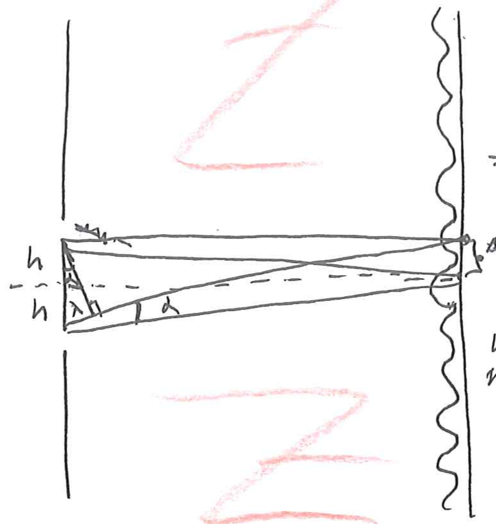
ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

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

Чистовик

5.8.3

В задаче представленно зеркало Ллойда (частный случай опыта Юнга).



Найдем ширину полосы:
т.к. ~~свет~~ максимум =>
выполняется условие максимума
=> разность хода $= \lambda m$
т.к. Δx между 0 и 1 => $m=1$

$\sin\alpha = \frac{\lambda}{2h}$ => т.к. $L \gg h$,
то можно считать лучи, приходящие в о макс $\perp H$ =>

$\frac{\Delta x}{\sqrt{L^2+\Delta x^2}} = \sin\alpha = \frac{\lambda}{2h}$ =>

Отраженные от зеркала лучи ведут себя так, будто были испущены из источника, симметричного данному относительно плоскости зеркала. Источник и его изображение когерентны т.к. лучи фактически испущены одним источником.

=> т.к. $\Delta x \ll L$ => $\frac{\Delta x}{\sqrt{L^2+\Delta x^2}} \approx \frac{\Delta x}{L}$ =>

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

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

$h = \frac{5\cdot 10^{-7}\cdot 2\cdot 10^{2}}{2\cdot 5\cdot 10^{-2}}$ м $= 10^{-3}$ м $=$ 1 мм.

47-83-18-25 (3.9)

Чистовик

1.1.3

Колебания будут гармоническими, при условии неподвижности нижнего бруска, т.к. если брусок отрывается от поверхности $x(t) \neq A\cos(\omega t)$ т.к. движутся оба бруска.

Найдём полную энергию системы

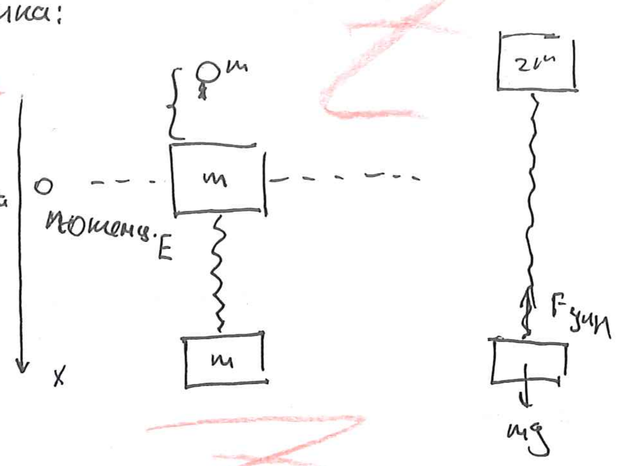
ЗСЭ до удара для шарика:

$mgh = \frac{mV^2}{2} \Rightarrow V^2 = 2gh$

ЗСИ на x в момент удара

$mV = 2mV_1 \Rightarrow$

$V_1 = \frac{V}{2}$



II з-Н на OX до удара:

$mg = kx \Rightarrow x = \frac{mg}{k} \Rightarrow$

E полная после удара $= \frac{2m\cdot V_1^2}{2} + \frac{kx^2}{2} =$

$\frac{m\cdot gh}{2} + \frac{m^2g^2}{2k}$

Ясно, что Fупр максимальна в крайних положениях, когда $V=0$

Условие отрыва: $N=0 \Rightarrow kx_1 = mg \Rightarrow x_1 = x \Rightarrow$

Т.к. E системы сохраняется (нет неконсервативных сил) => изначально пружина сжата на x, потом растянута на x

=> E конечное $= 2m\cdot 2x\cdot g + \frac{kx^2}{2} = \frac{4m^2g^2}{k} + \frac{m^2g^2}{2k} = \frac{9}{2}\frac{m^2g^2}{k}$

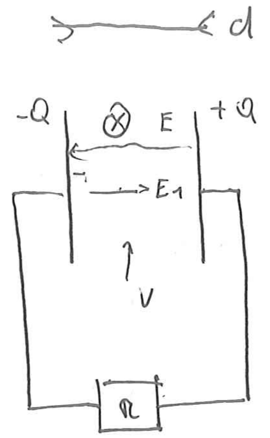
=> $\frac{9}{2}\frac{m^2g^2}{k} = \frac{m^2g^2}{2k} + \frac{mgh}{2} \Rightarrow \frac{8mg}{k} = h \Rightarrow k = \frac{8mg}{h} \Rightarrow$

$k = \frac{8\,Н}{0{,}08\,м} = 100$ Н/м

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

3.3.3

Чистовик



~~Заметим~~

На заряд, пролетающий между пластинами действует постоянная сила Лоренца, модуль которой = qVB, направленная ~~перпендикулярно~~ ⊥ пластинам (по правилу правой тройки векторов)

~~Сила Лоренца~~ Рассмотрим систему из двух пластин как конденсатор => сила ~~Лоренц~~ "расталкивает" заряды, создавая напряженность E внутри => ток ~~переставал~~ через R перестанет течь, когда ~~напряженнос~~ $E_1 = qVB = E_k$ =>

~~E_1~~ в начальный момент ток и напряжение максимальны т.к. $E_k = 0$ и напряженность "создаёт" только ~~сила~~ qVB =>

$qVB = qE_1 \Rightarrow E_1 = VB$ $\qquad U = \Delta\varphi = Ed$

$$P_{max} = \frac{U^2}{R} = \frac{E^2 d^2}{R} = \frac{V^2 B^2 d^2}{R} \Rightarrow$$

$$\cancel{B^2 = \frac{PR}{V^2 d^2} \Rightarrow B = \frac{\sqrt{PR}}{Vd}} \qquad V^2 = \frac{PR}{B^2 d^2} \Rightarrow$$

$$V = \frac{\sqrt{RP}}{Bd} = \frac{\sqrt{0{,}4 \cdot 0{,}001}}{1 \cdot 0{,}4} \text{ м/с} = 5 \text{ см/с}$$

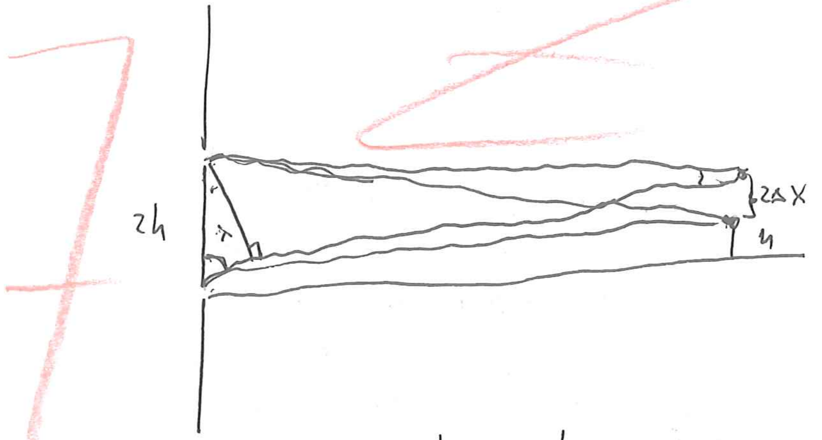
не учел внутр. сопр.

⊖

12б.

~~3.3.3~~

Черновик



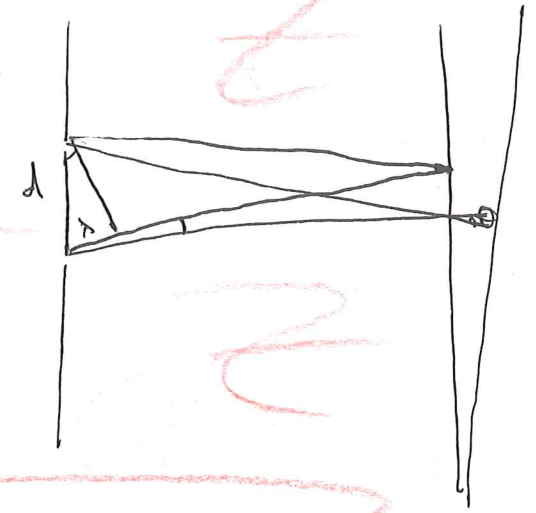
$$\frac{2h}{\lambda} = \frac{L}{\sqrt{L^2+4h^2}}$$

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

$$\frac{h}{L} - \frac{\lambda}{2h} = \frac{2\Delta x}{L} \Rightarrow \qquad 2\Delta x = h - \frac{2hL}{\lambda}$$

$$Lh - \frac{L\lambda}{2h} = 2\Delta x \qquad \frac{\lambda h - 2hL}{\lambda}$$

$2Lh^2 - L$



$$\frac{\Delta x}{\sqrt{L^2 + \Delta x^2}} = \frac{\lambda}{d}$$

$\approx L$

11

Оценка не изменена

Председателю апелляционной комиссии
олимпиады школьников «Ломоносов»
Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова
академику В.А. Садовничему от участника
заключительного этапа по профилю
«Физика» Аверьянова Арсения Павловича

апелляция.

Прошу пересмотреть мой индивидуальный предварительный результат заключительного этапа, а именно 92 балла, пересмотрев оценку задачи под номером три.

Я считаю, что условие задачи сформулировано неоднозначно. Первое возможное толкование заключается в максимизации функции мощности при заданных константах (R, d, V), где изменяемым параметром является только внутреннее сопротивление источника r. Второе толкование предполагает возможность изменения всех параметров системы для максимизации мощности, что отражено в официальном решении через дифференцирование по dR.

Важно отметить, что в условии отсутствует указание на возможность изменения сопротивления резистора (отсутствие характеристики реостата), в то время как внутреннее сопротивление источника может варьироваться за счет изменения геометрических параметров или площади контакта с проводящей жидкостью. В своем решении я исходил из логичного предположения о неизменности заданных параметров системы, в частности R. При этом максимальная мощность выделяется на резисторе постоянного сопротивления при нулевом сопротивлении в блоке с жидкостью, так как все напряжение, генерируемое в блоке, падает на резистор. При сравнении с официальным решением, где производная должна была бы браться по dr вместо dR, полученный ответ в два раза меньше официального, что соответствует моему результату. Учитывая, что условие не содержит указаний на конкретное толкование, а в начале задачи четко указано "на резистор с сопротивлением 0.4 Ом", что подразумевает постоянное R, прошу признать мое решение задачи №3 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