

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант № 1
г. Москва

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Ломоносов“ по физике

по физике

Оморбаева Табура Тимуровича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«14» февраля 2025 года

Подпись участника

Чертовик

$\Delta p = F \Delta t$
 $\Delta p = (mg + mg - k \Delta x) \Delta t$
 $mg \Delta t - k \Delta x \Delta t = 0 \quad (\Delta t \rightarrow 0)$

$\Delta p = 0 \Rightarrow \Delta x = \frac{mg}{k}$

$mgh = \frac{mv^2}{2}$
 $v = \sqrt{2gh}$
 $10 - 1.2 = 8.8$
 $100 + 100 = 200$
 $\Delta x = \frac{k}{m} \frac{mv^2}{k}$

уравнение гармонических колебаний:
 $\ddot{y} + \omega^2 y = 0$
 $\omega^2 = \frac{k}{m}$
 $k = \frac{F}{\Delta x} = \frac{m \cdot \frac{v^2}{2}}{\Delta x} = \frac{m v^2}{2 \Delta x}$
 $k = \frac{100}{0.2} = 500$

$y = A \cos(\omega t + \varphi_0)$
 $\dot{y} = -\omega A \sin(\omega t + \varphi_0)$
 $t = 0:$
 $\Delta x = A \cos(\varphi_0)$
 $-\frac{v}{2} = -\omega A \sin(\varphi_0)$
 $(\Delta x)^2 = A^2 \cos^2(\varphi_0)$
 $(\frac{v}{2\omega})^2 = A^2 \sin^2(\varphi_0)$
 $A^2 = \Delta x^2 + \frac{v^2}{4\omega^2}$
 $A = \sqrt{0.16 + 0.04} = \sqrt{0.2} = 0.447$
 $\varphi_0 = \arccos(\frac{0.4}{\sqrt{0.2}})$

65-30-21-20	(1.7)
18	2
3	4
12	20
45	45

Чертовик

Дано: $h = 0.2 \text{ м}$; $\omega = 5 \left(\frac{\text{рад}}{\text{с}} \right)$; $g = 10 \text{ м/с}^2$

Решение:

$mgh = \frac{mv^2}{2}$
 $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0.2} = 2 \text{ м/с}$

По 3С9:
 $mgh = \frac{mv^2}{2}$
 $v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0.2} = 2 \text{ м/с}$

Так как удар происходит быстро, масса шара не успевает изменить свою скорость (пренебречь их действием), тогда импульс сохраняется + к:

Изначально пружина была сжата на величину: $\Delta x = \frac{mg}{k}$, а как только произошло столкновение, координата равновесия сместилась вниз на Δx , $(k - 2\Delta x) = 2m \cdot g$.

Уравнение колебаний: $\ddot{y} + \omega^2 y = 0$
 $\omega^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow k = \omega^2 \cdot m$
 $\Delta x = \frac{mg}{\omega^2 \cdot m} = \frac{g}{\omega^2}$

$y = A \cos(\omega t + \varphi_0)$
 $\dot{y} = -\omega A \sin(\omega t + \varphi_0)$
 $y(0) = \Delta x$
 $\dot{y}(0) = -\frac{v}{2}$
 $A \cos(\varphi_0) = \Delta x$
 $-A \omega \sin(\varphi_0) = -\frac{v}{2}$
 $A^2 \cos^2(\varphi_0) + A^2 \sin^2(\varphi_0) = \Delta x^2 + \frac{v^2}{4\omega^2}$
 $A = \sqrt{0.16 + 0.04} = \sqrt{0.2} = 0.447$
 $\varphi_0 = \arccos(\frac{0.4}{\sqrt{0.2}})$

$$\sqrt{0,2} = \sqrt{0,2} \cdot \cos(5t + \phi_0)$$

~~$\cos(5t + \phi_0) = 1$~~

~~$$\psi + \varphi_0 = 2\pi$$~~

~~$$5t + \varphi_0 = 2\pi$$
$$(t \geq 0) \quad t = \frac{2\pi - \varphi_0}{5} = \frac{2\pi - \arccos\left(\frac{0,4}{\sqrt{0,2}}\right)}{5}$$~~

Отвеч: $\tau = \frac{2\pi - \arccos\left(\frac{v_0/4}{v_0/2}\right)}{\omega}$

$$\omega^2 = \frac{k}{2m}$$

$$k = \omega^2 \cdot 2m$$

$$\Delta x = \frac{10}{2 \cdot 25} = 0,2 \text{ (m)}$$

$$y = A \cos(\omega t + \phi_0)$$

$$y(0) = \Delta x$$

$$\dot{y} = -A\omega \cdot \sin(\omega t + \phi_0)$$

$$\dot{y}(0) = -\frac{5}{2}$$

$$A \cdot \cos(\varphi_0) = \Delta x$$

$$A^2 \cdot \cos^2(\theta_0) = \Delta x^2$$

$$-A\omega \cdot \sin(\phi_0) = -\frac{5}{2}$$

$$A^2 \cdot \sin^2(\phi_0) = \frac{v^2}{4\omega^2}$$

$$A = \sqrt{\Delta x^2 + \frac{v^2}{4c^2}} = \sqrt{0,04 + 0,04} = \sqrt{0,08} \text{ (m)}$$

$$(A > 0) \quad \cos(\varphi_0) = \frac{\Delta x}{A} = \frac{0,2}{0,2 \cdot \sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \varphi_0 = \frac{\pi}{4}$$

$$\sqrt{908} = \sqrt{0,08} \cdot \cos(\omega \cdot T + \frac{\pi}{4})$$

$$\cos(\omega \cdot \tau + \frac{\pi}{4}) = 1 \quad (\tau > 0)$$

$$\omega T + \frac{\pi}{4} = 2\pi \quad T = \frac{175\pi}{\omega} = \frac{175\pi}{5} = \frac{7}{20}\pi$$

Ombem: $\frac{175\pi}{5} (C), \frac{7}{20} \pi (C)$

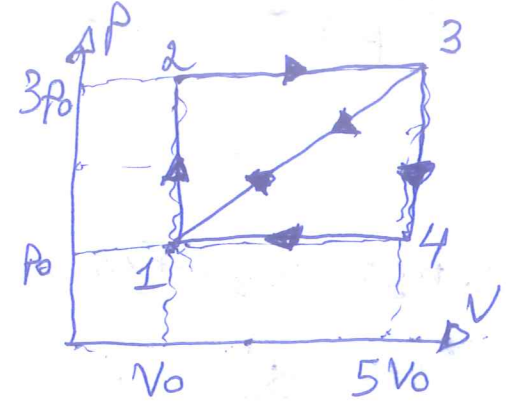
[illegible]

65-30-21-20
(1.7)

Условие № 2.2.1

Dako: gba yurua 1-2-3-1
 i=3 1-3-4-1

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} - ?$$



Решение:

$$\eta = \frac{A_2}{Q_{2n}}$$

$$A_1 = A_2 = 4p_0V_0 \quad pV = \text{const}$$

प्र 3 T: $\Delta u = Q - A_2$

$$1-2: \Delta u_{12} = Q_{12} = \frac{3}{2} (V R T_2 - V R T_1) = \frac{3}{2} \cdot 2 p_0 V_0 = 3 p_0 V_0$$

$$2-3; \quad \Delta U_{23} = Q_{23} - A_{23}$$

$$\frac{3}{2} \cdot (15 p_0 V_0 - 3 p_0 V_0) = Q_{23} - 3 p_0 \cdot 4 V_0$$

$$Q_{23} = 30 \text{ p.u.} > 0$$

$$3-1; \Delta U_{31} = Q_{31} - A_{231}$$

$$\frac{3}{2} \cdot (\underbrace{p_0 V_0 - 15 p_0 V_0}_V) = \underbrace{Q_{31} + A_{231}}_V$$

$Q_{31} < 0$

$$Q_{171} = Q_{12} + Q_{23} = 3\rho_0 V_0 + 30\rho_0 V_0 = 33\rho_0 V_0$$

1-3: $\Delta U_{12} = Q_{12} - A_{12}$

$$\frac{3}{2} \cdot (15 p_0 V_0 - p_0 V_0) = Q_{13} - \delta p_0 V_0$$

$$Q_{12} = 29 p_0 V_0 > 0$$

3-4: $\Delta U_{34} = Q_{34} + W_{34}$ $Q_{34} < 0$

$$\hookrightarrow 4-1; \Delta U_{41} = Q_{41} - A_{241}$$

$$\frac{3}{2}(\rho_0 V_0 - 5\rho_0 V_0) = Q_{21} + |A_{21}| \quad (A_{21} < 0)$$

$Q_{21} < 0$ Чистовик

$$Q_{12} = Q_{13} = 29\rho_0 V_0$$

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{A_{21}}{Q_{11}} \cdot \frac{Q_{12}}{A_{22}} = \frac{29\rho_0 V_0}{33\rho_0 V_0} = \frac{29}{33}$$

Ответ: $\frac{29}{33}$
N 33,1

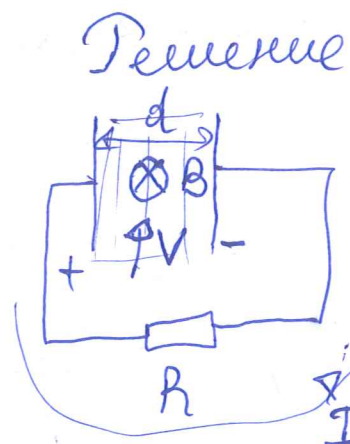
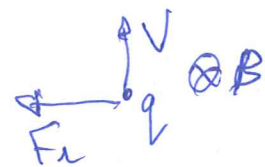
Дано: $R = 0,4(\Omega)$; $V = 10 \text{ м/с} = 0,1(\text{м/с})$; $B = 1 \text{ Тл}$

$P_m = 1 \text{ МВт} = 10^{-3}(\text{Вт})$

d - ?

Решение:

$$P_m = I^2 \cdot R$$



Поскольку на частицу в проводящей среде действует сила Лоренца, из-за этого на обкладках как пластин конденсатора накапливаются разноименные заряды, и возникает поле. Это похоже на ЭДС источника: $\mathcal{E} = \frac{A}{q} = \frac{F_L \cdot d}{q} = \frac{q \cdot V \cdot B \cdot d}{q}$

A - работа внешних сил на участке между обкладками.

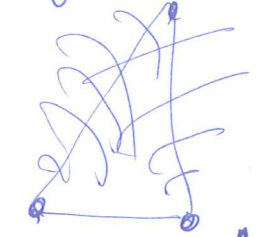
Закон Ома:

$$\mathcal{E} = I \cdot R$$

$$\mathcal{E} = V B \cdot d$$

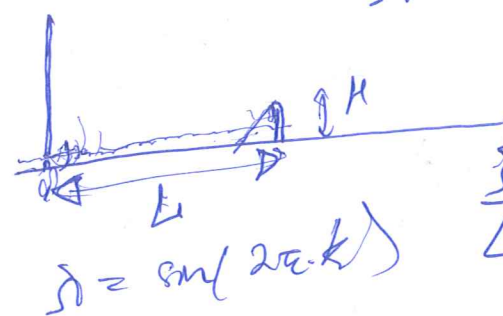
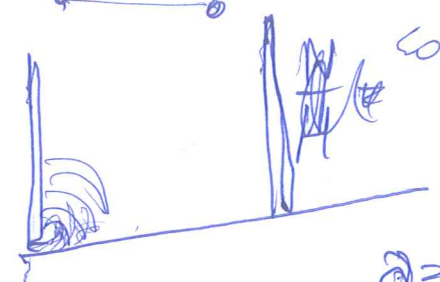
$$I \cdot R = V B \cdot d$$

Черновик



$$B = 0,2 \text{ Тл}$$

$$\sin(\alpha) = \frac{v}{v_0} = \frac{v}{c}$$



$$\frac{v}{c} = \sin(\alpha) \Rightarrow \alpha = \arcsin\left(\frac{v}{c}\right)$$

$$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k}$$

$$\epsilon_0 \propto \frac{1}{r^2}$$

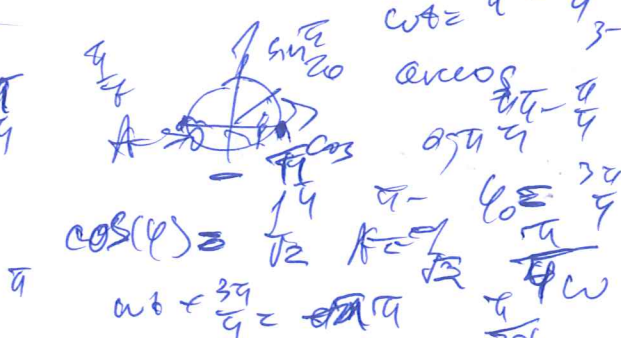
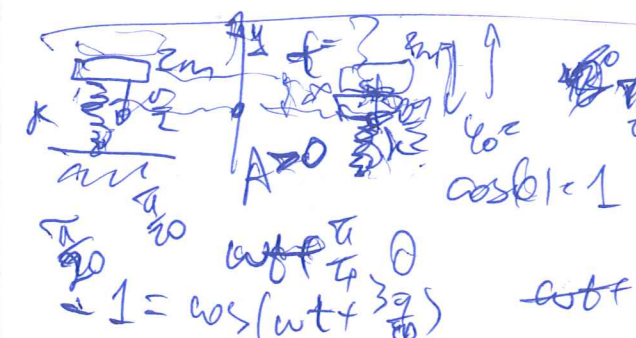
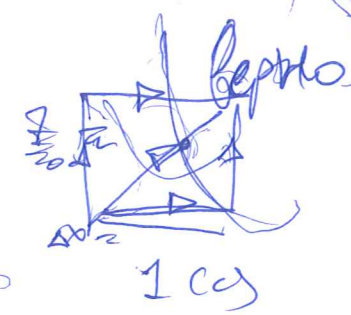
$$\cos(\epsilon_0) = \frac{1}{\sqrt{2}}$$



$$\sin(\epsilon_0) = \frac{v}{c} \Rightarrow \epsilon_0 = \arcsin\left(\frac{v}{c}\right)$$

$$\epsilon_0 = \frac{\pi}{4}$$

$$-A = \omega \cdot \sin\left(-\frac{\pi}{4}\right) = -\frac{\omega}{\sqrt{2}}$$



$$I^2 = \frac{P_m}{R} \Rightarrow I = \sqrt{\frac{P_m}{R}} \Rightarrow \sqrt{\frac{P_m}{R}} \cdot \sqrt{R}^2 = V \cdot B \cdot d$$

$$\sqrt{P_m \cdot R} = V \cdot B \cdot d \Rightarrow d = \frac{\sqrt{P_m \cdot R}}{V \cdot B}$$

$$d = \frac{\sqrt{4 \cdot 10^{-4}}}{0,1 \cdot 1} = 0,2 (\text{м})$$

Ответ: 0,2 (м).

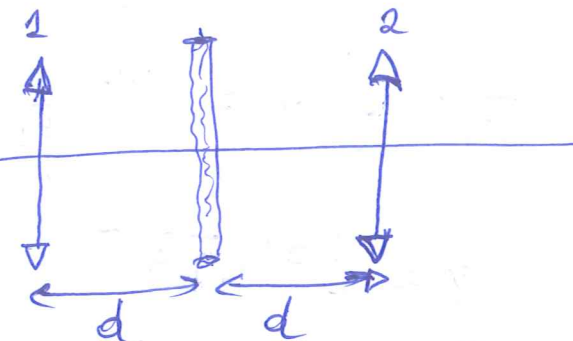
✓ 4.8.1

Дано: $\Gamma = 3$; $d = 25 (\text{см}) = 0,25 (\text{м})$;

х-?

Пусть F_1 - фокусное расстояние первой линзы
 F_2 - фокусное расстояние второй линзы.

Решение:



Первая линза даёт чёткое изображение без увеличения, значит $2F_1 = d \Rightarrow F_1 = \frac{d}{2} = 12,5 (\text{см}) = 0,125 (\text{м})$

Для второй линзы:

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_2} \quad \frac{f}{d} = \Gamma \Rightarrow f = \Gamma \cdot d = 0,75 (\text{м})$$

$$\frac{1}{0,25} + \frac{1}{0,75} = \frac{1}{F_2}$$

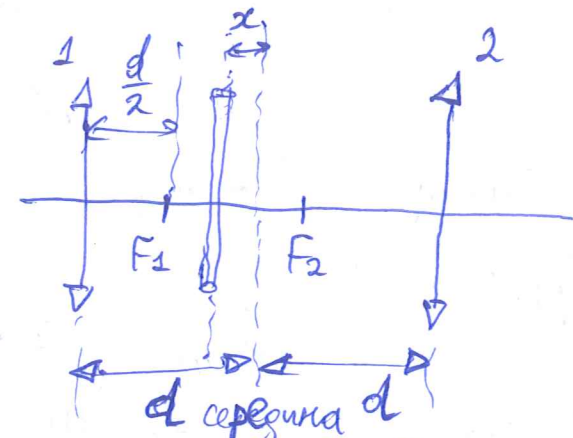
$$\frac{16}{3} = \frac{1}{F_2} \Rightarrow F_2 = \frac{3}{16} (\text{м})$$

для 1-й линзы:

$$\frac{1}{d-x} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{F_1}$$

для 2-й линзы:

$$\frac{1}{d+x} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F_2}$$



Увеличение у обеих линз одинаково:

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

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{F_1} - \frac{1}{d-x} \quad (1) \quad \frac{f_2}{f_1} = \frac{d+x}{d-x} \quad \text{Условие}$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{F_2} - \frac{1}{d+x} \quad (2)$$

$$\frac{(1)}{(2)}: \frac{1}{f_1} \cdot \frac{f_2}{1} = \frac{\frac{1}{F_1} - \frac{1}{d-x}}{\frac{1}{F_2} - \frac{1}{d+x}} \cdot \frac{d+x}{d-x}$$

прямая пропорция

$$\frac{1}{F_1} \cdot (d-x) = \frac{1}{F_2} \cdot (d+x)$$

$$\frac{1}{F_1} \cdot d - \frac{1}{F_1} \cdot x = \frac{1}{F_2} \cdot d + \frac{1}{F_2} \cdot x$$

$$\left(\frac{1}{F_1} - \frac{1}{F_2}\right) \cdot d = x \cdot \left(\frac{1}{F_2} + \frac{1}{F_1}\right)$$

$$x = \frac{d \cdot \left(\frac{1}{F_1} - \frac{1}{F_2}\right)}{\left(\frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2}\right)}$$

$$x = \frac{0,25 \cdot \left(\frac{1}{0,125} - \frac{16}{3}\right)}{\frac{1}{0,125} + \frac{16}{3}}$$

$$x = \frac{0,25 \cdot \left(8 - \frac{16}{3}\right)}{8 + \frac{16}{3}} = 0,25 \cdot \frac{1}{5} = 0,05 \text{ (м)} = 5 \text{ (см)}$$

Ответ: 5 (см).

✓ 5.8.1

Дано: $\lambda = 0,5 \text{ мкм} = 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ (м)}$

Решение:

Может ли свет вести себя как луч, и как волна. В данном случае будет наблюдаться некоторая интерференционная картина: N интер. полос наблюдается на втором экране.



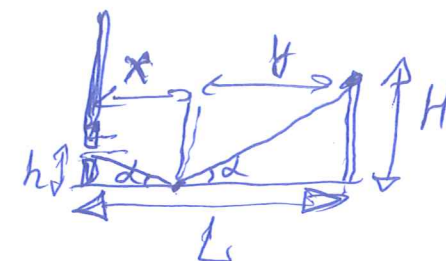
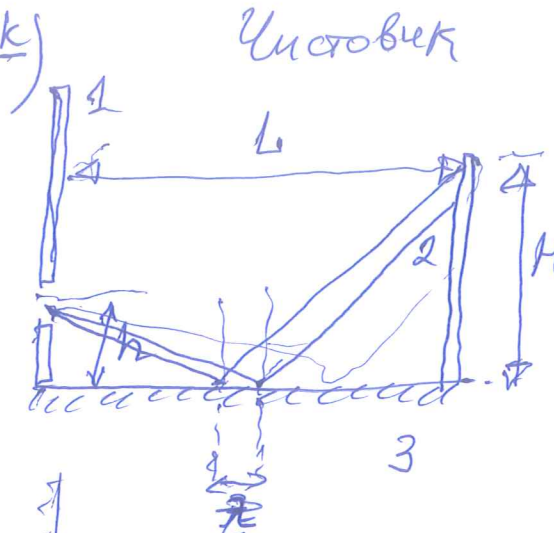
$$\frac{1}{\lambda} = \sin(\alpha) \approx \frac{y}{L} \quad \sin\left(\frac{\lambda k}{2}\right)$$

$$k = 1, 2, 3, \dots$$

Закон

Закон Стоунена

$$A = \cos(\omega t + \phi)$$



$$\tan \alpha = \frac{h}{x} = \frac{H}{y}$$

$$x + y = L$$

Если бы зеркала не было

на зеркале появляется

$$N_3 = \frac{L}{\lambda} \text{ интерференционных}$$

полос. По закону Стоунена,

каждая такая точка на

зеркале действует как отдельный

источник волн.



Интерференционные волны появляются на экране

Интерференционные волны появляются потому что в результате комбинации двух волн, если их фазы отличаются на π , то мы видим темное пятно на экране, а если их фазы совпадают, то белое пятно, и получаются полосы.

Оценки
не учтены
ВН Анны

11

Председателю апелляционной
комиссии олимпиады школьников
"Ломоносов" Сектору ИТУ имени
М.В. Ломоносова академику
В.А. Саровнику от участника
заключительного этапа по про-
блеме "Физика" Оморбаева Ба-
дур Тимуровича

Апелляция

Прошу пересмотреть мой индивидуальный предвари-
тельный результат заключительного этапа, а именно 75 баллов,
поскольку считаю, что в первой задаче мне сняли
баллы за то, что я не выписал предельно
значения ответа, но в условиях задачи не было
написано, что ответ надо предельно вы-
писать, тот кому нужен ответ, может сам
подставить число π , и получить ответ в нужной
степени точности. В третьей задаче я не учел
что у источника ЭРС может быть свое сопротивле-
ние, но основная идея была, что "эффект Холла"
эквивалентен ЭРС, есть, и я думаю за это мож-
но поставить 15 баллов, вместо 12 баллов.
Итого получится 80 баллов, вместо 75 баллов.
Пожалуйста.

Дата 07.03.2025

Бадур