

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Миронова Никита Петрович
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Выход из аудитории: 13:16 БВ Возвращение: 13:18 БВ
Работа окончена: 14:22 БВ

Дата

«14» сентября 2025 года

Подпись участника

БВ

Черновик

$$mgh = \frac{mv^2}{2}; \quad v = \sqrt{2gh};$$

$$mv = 2mv_1; \quad v_1 = 0.5v;$$

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

$$k\Delta x_1 = 2mg$$

$$\Delta x_1 = \frac{2mg}{k}$$

Пружина растянута на $\Delta x = \frac{mg}{k}$

$$\frac{2mv_1^2}{2} = 2mg(\Delta x + x_0)$$

$$v_1^2 = 2g(\Delta x + x_0)$$

$$v_1 = \sqrt{2g(\Delta x + x_0)}; \quad v_2 = 2\sqrt{2g(\Delta x + x_0)}$$

$$\sqrt{2gh} = 2\sqrt{2g(\Delta x + x_0)}; \quad 2h = 8(\Delta x + x_0)$$

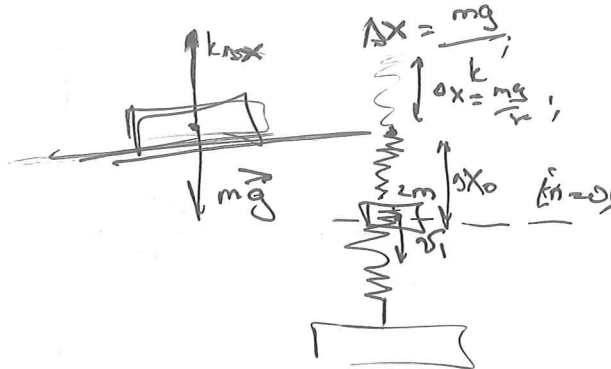
$$h = 4(\Delta x + x_0) = 4\left(\frac{mg}{k} + \frac{mg}{k}\right) = \frac{8mg}{k} = \frac{8 \cdot 0.1 \cdot 10}{100} = 0.08 \text{ м.}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_+}; \quad \frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{\frac{A}{Q_{2+}}}{\frac{A}{Q_{1+}}} = \frac{Q_{1+}}{Q_{2+}}; \quad \frac{24.5}{21.5} = \frac{24.5}{21.5} = \frac{49}{43}$$

$$\frac{24.5}{21.5} = \frac{24.5}{21.5} = \frac{49}{43}$$

$$Q_+ = \frac{3}{2} (3p_0 V_0) + 2p_0 V_0 + \frac{3}{2} \cdot 2p_0 V_0 = \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{3}{2} = \frac{3}{2} + \frac{1}{2} = 2$$

$$\frac{Q_+}{Q_-} = \frac{Q_+ + A}{Q_-} = 1 + \frac{A}{Q_-} = \frac{3p_0 V_0}{5p_0 V_0 + \frac{3}{2} p_0 V_0} + 1 = \frac{3 \cdot 2}{43} + 1 =$$



14-95-72-14
(2.12)

Чистовик.

Δ1

Дано:

$$m = 100 \text{ г} = 0.1 \text{ кг}$$

$$k = 100 \text{ Н/м}$$

$$h_{\text{max}} = ?$$

Колебания перестанут быть гармоническими, если нижний брусок оторвется от стола. Т.е. $N = 0$.

$$F_{\text{упр}} = mg$$

Т.е. в этот момент сила упругости действует вверх, то есть отрыва. $F_{\text{упр}} = k\Delta x; k\Delta x = mg$

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

До удара с шариком: $F_{\text{упр}} = mg;$
 $k\Delta x_1 = mg; \Delta x_1 = \frac{mg}{k};$

Пружина сжата на $\Delta x_1;$

$$\frac{2mv_1^2}{2} = 2mg(\Delta x + \Delta x_1)$$

$$v_1 = \sqrt{2g(\Delta x + \Delta x_1)}$$

ЗСЧ в момент удара:

$$mv = 2mv_1; \quad v = 2v_1 = \sqrt{8g(\Delta x + \Delta x_1)}$$

$$\text{ЗСЭ для полета шарика: } mgh_{\text{max}} = \frac{mv^2}{2};$$

$$h_{\text{max}} = \frac{v^2}{2g} = \frac{8g(\Delta x + \Delta x_1)}{2g} = 4(\Delta x + \Delta x_1) = 4\left(\frac{mg}{k} + \frac{mg}{k}\right) = \frac{8mg}{k} = \frac{8 \cdot 0.1 \cdot 10}{100} = 0.08 \text{ м.}$$

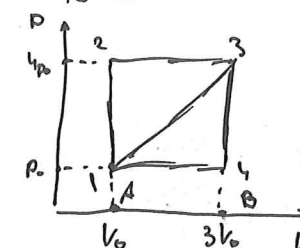
$$Q_{1+} = 0.08 \text{ м.}$$

Дано:

Пр-к (p, V).

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

Δ2.



$$A_2 = S_{134}$$

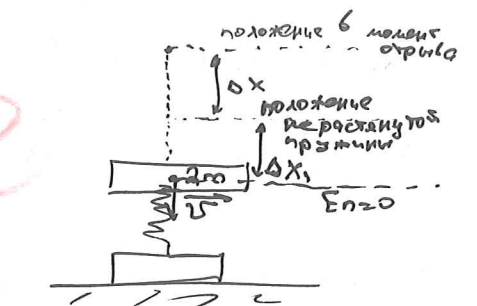
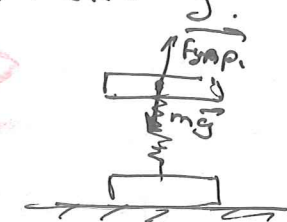
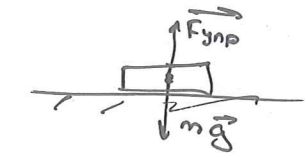
$$S_{123} = S_{134}; \quad A_2 = A_1;$$

$$A_1 = S_{123}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_+};$$

$$\frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{\frac{A_2 \cdot Q_{1+}}{Q_{2+} \cdot A_1}}{\frac{A_1 \cdot Q_{1+}}{Q_{1+} \cdot A_1}} = \frac{A_2}{A_1} = \frac{Q_{1+}}{Q_{2+}}$$

$$\frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{Q_{1+}}{Q_{2+}}$$



Учтено:

$$Q_{1+} = Q_{12} + Q_{23};$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} (4\rho_0 V_0 - \rho_0 V_0) = \frac{9}{2} \rho_0 V_0;$$

$$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23};$$

$$A_{23} = 4\rho_0 (3V_0 - V_0) = 8\rho_0 V_0.$$

$$\Delta U_{23} = \frac{3}{2} (4\rho_0 \cdot 3V_0 - 4\rho_0 V_0) = \frac{3}{2} \cdot 8\rho_0 V_0 = 12\rho_0 V_0.$$

$$Q_{1+} = \frac{9}{2} \rho_0 V_0 + 8\rho_0 V_0 + 12\rho_0 V_0 = 24,5 \rho_0 V_0$$

$$Q_{2+} = Q_{13} = \Delta U_{13} + A_{13};$$

$$\Delta U_{13} = \frac{3}{2} (4\rho_0 \cdot 3V_0 - \rho_0 V_0) = 11\rho_0 V_0 \cdot \frac{3}{2} = \frac{33}{2} \rho_0 V_0 = 16,5 \rho_0 V_0.$$

$$A_{13} = S_{AB31} = \frac{(\rho_0 + 4\rho_0)(3V_0 - V_0)}{2} = 5\rho_0 V_0.$$

$$Q_{2+} = 16,5 \rho_0 V_0 + 5 \rho_0 V_0 = 21,5 \rho_0 V_0.$$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{21,5 \rho_0 V_0}{24,5 \rho_0 V_0} = \frac{43}{49}.$$

$$Q_{\text{отв}}: 43/49.$$

Дано:

$$R = 0,4 \text{ Ом}.$$

$$d = 40 \text{ см} = 0,4 \text{ м}.$$

$$v = 10 \text{ см/с} = 0,1 \text{ м/с}.$$

$$P_m = 1 \text{ кВт} = 10^3 \text{ Вт}.$$

$$B = ?$$

Если на резисторе максимальная мощность, то

~~на резисторе ΔU минимально~~

$$U_R = U_{\text{макс}}.$$

$$\Delta \Phi = B \Delta S \cdot \cos \alpha.$$

$$\cos \alpha = 1.$$

$$\Delta \Phi = B \Delta S;$$

$$\Delta S = d \Delta l = d \cdot v \cdot \Delta t;$$

$$\Delta \Phi = B d v \cdot \Delta t;$$

$$U_R = U_{\text{макс}} = \mathcal{E} = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = B d v.$$

$$P_m = \frac{U_R^2}{R}; \quad U_R = \sqrt{P R}$$

$$\sqrt{P R} = B d v; \quad B = \frac{\sqrt{P R}}{d v} = \frac{\sqrt{10^3 \cdot 0,4}}{0,4 \cdot 0,1} = 0,5 \text{ Тл}$$

$$Q_{\text{отв}}: 0,5 \text{ Тл}.$$

12

Учтено:

$$P = I^2 R = \frac{\mathcal{E}^2}{R}; \quad \mathcal{E} = \sqrt{P R}$$

$$B \Delta S = B \cdot d \cdot v \cdot \Delta t$$

$$\mathcal{E} = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = B d v;$$

$$B d v = \sqrt{P R};$$

$$B = \frac{\sqrt{P R}}{d v}$$

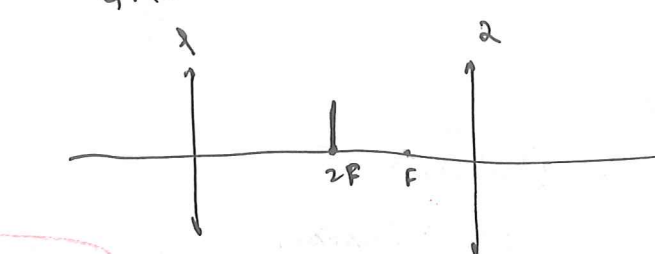
$$\frac{\sqrt{4 \cdot 10^{-4}}}{4 \cdot 10^{-2}} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^{-1}}$$

$$3 = \frac{f}{d} \quad f = 3d;$$

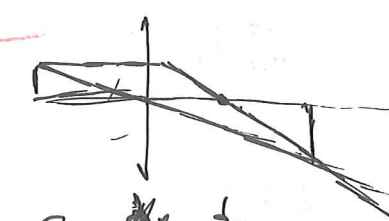
$$\frac{1}{d} + \frac{1}{3d} = \frac{1}{F_1};$$

$$\frac{4}{3d} = \frac{1}{F_1}; \quad F_1 = \frac{3d}{4};$$

$$F_1 = \frac{3 \cdot 2 F_2}{4} = \frac{3}{2} F_2;$$



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



$$F_1 = \frac{1}{2}; \quad F_2 = \frac{3d}{4};$$

$$F_1 = \frac{f_1}{d_1} = \frac{f_1}{d-x};$$

$$F_2 = \frac{f_2}{d+x}; \quad \frac{f_2}{d+x} = \frac{f_1}{d-x};$$

$$f_2(d-x) = f_1(d+x).$$

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

$$\frac{2}{d} = \frac{1}{F_1} + \frac{1}{d-x}; \quad \frac{1}{F_1} = \frac{2}{d} - \frac{1}{d-x};$$

$$\frac{1}{F_1} = \frac{2d-2x-d}{d(d-x)}.$$

$$F_1 = \frac{d(d-x)}{d-2x}.$$

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

$$\frac{4}{3d} = \frac{1}{F_2} + \frac{1}{d+x};$$

$$\frac{1}{F_2} = \frac{4}{3d} - \frac{1}{d+x};$$

$$\frac{1}{F_2} = \frac{4d+4x-3d}{3d(d+x)};$$

$$F_2 = \frac{3d(d+x)}{d+4x}.$$

Черновик;

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

$$d^2 + d \cdot 4x = 3d^2 - 6dx;$$

$$2d^2 - 10dx = 0.$$

$$d^2 - 5dx = 0.$$

$$d - 5x = 0 \quad d = 5x; \quad d = 25 \text{ см.}$$

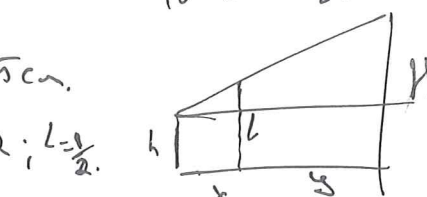
$$\frac{49}{50} \cdot 200 = 196.$$

$$5 \cdot 10^{-3} \cdot 196 = 10^{-3} \cdot \frac{H}{L};$$

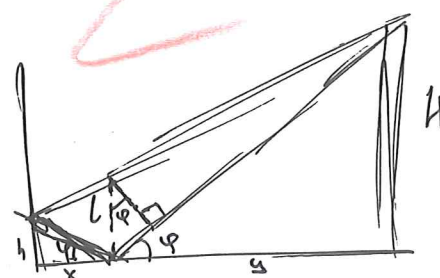
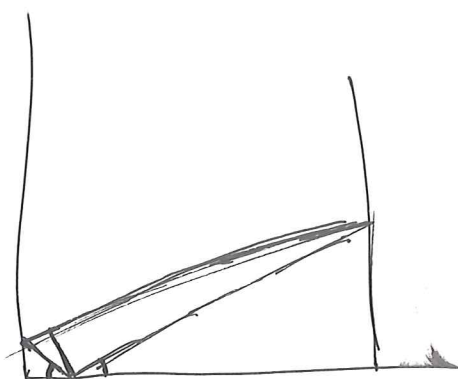
$$5 \cdot 10^{-4} = \frac{0,05}{L};$$

$$10^{-4} \cdot 200 = \frac{0,05}{L};$$

$$\frac{1}{L} = 2; \quad L = \frac{1}{2}.$$



$$L = h + \frac{(h-h) \cdot x}{x+y} = h + \frac{hx}{x+y} - \frac{hx}{x+y} = \frac{hx}{x+y} + h \left(1 - \frac{x}{x+y}\right) = \frac{hx}{x+y} + \frac{hy}{x+y} = \frac{h(x+y)}{x+y} = h$$



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

$$x+y=L.$$

$$y = \frac{xH}{h};$$

$$x \left(1 + \frac{H}{h}\right) = L; \quad x = \frac{hL}{h+H}; \quad y = L \left(1 - \frac{h}{h+H}\right) = \frac{L \cdot H}{h+H};$$

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

$$\frac{2Hh \cdot L}{h+H} \cdot \frac{h+H}{\sqrt{(h+H)^2 + L^2}} = 10^{-4};$$

$$\frac{10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{-2}}{5 \cdot 10^{-3} \cdot 200} = \frac{10^2}{200} = 0,5$$

Черновик

54.

$$\Gamma = 3$$

$$x = 5 \text{ см.}$$

$$d = ?$$

$$d = f_1;$$

$$\frac{1}{d} = \frac{f_2}{d} = 3;$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f_1} = \frac{1}{f_1}; \quad \frac{1}{d} + \frac{1}{d} = \frac{1}{f_1};$$

$$f_1 = \frac{d}{2};$$

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{f_2}; \quad \frac{1}{d} + \frac{1}{3d} = \frac{1}{f_2}; \quad f_2 = \frac{3d}{4}; \quad \frac{f_2}{f_1} = \frac{3}{2};$$

Если сместить стержень вправо, то увеличение первой линзы уменьшится, а второй увеличится, это не подходит.

Если сместить стержень влево, то увеличение первой линзы увеличится, второй уменьшится, это нам подходит.

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{d-x} + \frac{1}{f_1}; \quad \frac{1}{f_1} = \frac{1}{f_1} - \frac{1}{d-x} = \frac{2}{d} - \frac{1}{d-x} = \frac{2d-2x-d}{d(d-x)} = \frac{d-2x}{d(d-x)}; \quad f_1 = \frac{d(d-x)}{d-2x}.$$

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{d+x} + \frac{1}{f_2}; \quad \frac{1}{f_2} = \frac{1}{f_2} - \frac{1}{d+x} = \frac{4}{3d} - \frac{1}{d+x} = \frac{4d+4x-3d}{3d(d+x)} = \frac{d+4x}{3d(d+x)}; \quad f_2 = \frac{3d(d+x)}{d+4x}.$$

$$\Gamma_1 = \frac{f_1}{d-x}; \quad \Gamma_2 = \frac{f_2}{d+x}; \quad \frac{f_1}{d-x} = \frac{f_2}{d+x}$$

$$\frac{d(d-x)}{(d-2x)(d-x)} = \frac{3d(d+x)}{(d+4x)(d+x)}; \quad \frac{d}{d-2x} = \frac{3d}{d+4x};$$

$$d^2 + 4dx = 3d^2 - 6dx; \quad 2d^2 - 10dx = 0.$$

$$d = 0 \text{ - не подходит.}$$

$$d = 5x$$

$$d = 5x = 5 \cdot 5 = 25 \text{ (см.)}$$

$$\text{Возв. расстояние до первой линзы } d_1 = 25 - 5 = 20 \text{ (см.)}$$

$$\text{До второй линзы: } d_2 = 25 + 5 = 30 \text{ (см.)}$$

$$0 \text{ и } 5: 20 \text{ (см.)}; 30 \text{ (см.)}$$

не
будет
выраст.

(После перемещения)

$$d_1 = 25 - 5 = 20 \text{ (см.)}$$

не те величины

Чистовик.

55.

Дано:

$$\lambda = 0,5 \text{ мкм} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ м.}$$

$$h = 1 \text{ мм} = 10^{-3} \text{ м}$$

$$H = 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м.}$$

$$N = 200$$

$$h \ll L.$$

$$L = ?$$

Принцип работы зонной с-мы

Аналогичен принципу работы дифракционной

решетки, поэтому, учитывая, что $h \ll L$, можно считать верным

$$h \cdot \sin \alpha = \lambda N;$$

$$\text{тогда } \sin \alpha \approx \alpha \approx \tan \alpha = \frac{H}{L};$$

$$\frac{h \cdot H}{L} = \lambda N; \quad L = \frac{h \cdot H}{\lambda N} = \frac{10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{-2}}{5 \cdot 10^{-7} \cdot 200} = 0,5 \text{ (м).}$$

$$L = 0,5 \text{ м.} \quad \textcircled{+}$$

где α ? где h ?
условие интерференции!

Образец заявления участника
олимпиады об апелляции

Оценки
не учтены

Председателю апелляционной комиссии
олимпиады школьников «Ломоносов»
Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова
академику В.А. Садовничему от участника
заключительного этапа по профилю
«физика» Миронова Никиты Петровича

апелляция.

Прошу пересмотреть мой индивидуальный предварительный результат заключительного этапа, а именно 76 баллов, поскольку считаю, что

1) Авторское решение задачи №3 неверно, так как берется производная от функции мощности, зависящей от внешнего сопротивления, что ошибочно, ведь внешнее сопротивление задано условием. Если брать производную по внутреннему сопротивлению, что является правильным способом, то можно увидеть, что мощность будет максимальна при внутреннем сопротивлении 0. Рассмотрев авторское решение и подставив в формулу $E=BdV$ авторский ответ, можно заметить, что при отсутствии внутреннего сопротивления на резисторе будет выделяться мощность $P = E^2/R = 4\text{мВт}$, что больше 1мВт - противоречие условию, то есть авторский ответ неверен.

Таким образом, прошу пересмотреть оценивание задачи и поставить 20 баллов в соответствии с критерием оценивания №5, так как в моем решении указано, что при условиях, написанных в задаче, напряжение на резисторе будет равно напряжению на пластинах.

2) Решение задачи №4 подходит под критерий №4, т.е. «Задача решена, но допущены незначительные погрешности», а не критерий №3, т.е. «Задача не

решена, но правильно сформулированы физические законы и правильно записаны основные уравнения, необходимые для решения задачи». Задача была решена, по ходу решения был получен верный ответ $d=25$ см, но в ответе указана не требуемая величина.

Таким образом, прошу пересмотреть оценивание задачи №4 и поставить 19 баллов.

3) В задаче №5 правильно сформулировано главная идея для решения задачи. Ошибочно принято только значение для периода дифракционной решетки (d , а не $2d$), что и повлияло на неверное решение задачи. Поэтому решение данной задачи соответствует критерию оценивания №3.

Таким образом, прошу пересмотреть оценивание задачи №5 и поставить 15 баллов.

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)