0 184256 600006

18-42-56-60
(1.7)

1755

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Никитина Дмитрия Алексеевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Сдан в 15[21]

Дата

«14» февраля 2025 года

Подпись участника

Черновик ↓x вниз $a_m = x_3\omega^2 =$

$2ma = 2mg - kx$; $a = g - \frac{kx}{2m}$; $x = x_3\cos\omega t + \frac{2mg}{k} = x_3\cos\omega t + \frac{g}{\omega^2}$

$v = -x_3\omega\sin\omega t$; $v_2 = -x_3\omega\sin\omega t_1 \Rightarrow t_1 = -\frac{1}{\omega}\arcsin\left(\frac{v_2}{x_3\omega}\right) \Rightarrow$

$x(t_1) = x_0$; $x_0 = x_3\cos\omega t_1 + \frac{2mg}{k} = x_3\sqrt{1-\frac{v_2^2}{x_3^2\omega^2}} + \frac{g}{\omega^2}$

$\left(x_0 - \frac{g}{\omega^2}\right)^2 = \left(x_3^2 - \frac{v_2^2}{\omega^2}\right)$; $\left(\frac{mg}{k} - \frac{2mg}{k}\right)^2 = x_3^2 - \frac{2gh}{4k}\cdot 2m$

$\left(\frac{3mg}{k}\right)^2 + \frac{2ghm}{k} = x_3^2$; $x_3 = \sqrt{\frac{9m^2g^2}{k^2} + \frac{2ghm}{k}}$ к.м. $\frac{n}{m}$

$-\frac{\pi}{2} \le t_1 \le \frac{\pi}{2}$

x-min, $\omega t_2 = \pi + 2\pi n$, но т.к. спрашивают про первый м-т, то $\omega t_2 = \pi$.

$\tau = t_2 - t_1 = \frac{\pi}{\omega} - t_1 = \frac{\pi}{\omega} + \frac{1}{\omega}\arcsin\left(\frac{v_2}{\omega}\cdot\frac{1}{\sqrt{\frac{9m^2g^2}{k^2}+\frac{2ghm}{k}}}\right) =$

$= \frac{\pi}{\omega} + \frac{1}{\omega}\arcsin\left(\frac{\sqrt{2gh}}{2\omega}\cdot\frac{1}{\sqrt{\frac{9g^2}{4\omega^4}+\frac{2gh}{\omega^2}}}\right) =$

$= \frac{\pi}{\omega} + \frac{1}{\omega}\arcsin\left(\sqrt{\frac{2gh}{\frac{9}{4}\frac{g^2}{\omega^2}+2gh}}\right) = \frac{\pi}{\omega} + \frac{1}{\omega}\arcsin\left(\sqrt{\frac{1}{\frac{9}{8}\cdot\frac{g}{\omega^2 h}+1}}\right) =$

$= \frac{3{,}14}{5} + \frac{1}{\omega}\arcsin\left(\sqrt{\frac{1}{\frac{9}{8}\cdot\frac{10\cdot 2}{25\cdot 0{,}2}+1}}\right) = \frac{3{,}14}{5} + \frac{1}{5}\arcsin\left(\frac{2}{\sqrt5}\right)$

$x_3 = \sqrt{\frac{9}{4}\cdot\frac{g^2}{\omega^4} + \frac{2gh}{\omega^2}} = \frac{1}{\omega}\sqrt{g\left(\frac{9}{4}\frac{g}{\omega^2}+2h\right)} = \frac{1}{5}\sqrt{10\left(\frac{9}{4}\cdot\frac{10}{5^2}+2\cdot 0{,}2\right)}$

$= \frac{1}{5}\sqrt{10\cdot\left(\frac{9}{2}\cdot\frac{1}{5}+0{,}4\right)} = \frac{1}{5}\sqrt{9+4} = \frac{\sqrt{13}}{5}$; $v_2 = \frac{\sqrt{2\cdot 10\cdot 0{,}2}}{2} = 1$

$t_1 = -\frac{1}{5}\arcsin\left(\frac{1\cdot 5}{\sqrt{13}\cdot 5}\right) = -\frac{1}{5}\arcsin\left(\frac{2}{\sqrt{13}}\right)$

18-42-56-60
(1.7)

1	2	3	4	5	Σ
14	20	~~0~~ 12	20	20	~~74~~

Оценка по апелляции 86 (восемьдесят шесть)

Камилов

№ 1.1.1

ЗСЭ для шарика: $mgh = \frac{mv_1^2}{2} \Rightarrow v_1 = \sqrt{2gh}$, где v_1 – ск. шарика перед прилипанием.

Удар неупругий, т.к. шарик пластилиновый, но можно пользоваться ЗСИ: импульс системы до соударения равен импульсу после. $mv_1 = 2mv_2 \Rightarrow v_2 = \frac{v_1}{2}$ – ск. бруска с налипшим шариком

$\omega = \sqrt{\frac{k}{2m}}$, в м-те равновесия: $2mg = kx_1$; $x_1 = \frac{2mg}{k}$; До налипания пружина сжата на x_0: $mg = kx_0 \Rightarrow x_0 = \frac{mg}{k}$;

Пусть в м-т поднятия на max высоту пружина растянута на x_2;

$\frac{kx_2^2}{2} + 2mg(x_2 + x_0) = \frac{2mv_2^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2}$ – ЗСЭ;

$\frac{k}{2}x_2^2 + 2mg\left(x_2 + \frac{mg}{k}\right) = \frac{2mv_2^2}{2} + \frac{k}{2}\cdot\frac{m^2g^2}{k^2}$;

$\frac{k}{2}x_2^2 + \frac{3}{2}\frac{m^2g^2}{k} + 2mgx_2 = 4mgh$;

$\frac{k}{2m}x_2^2 + \frac{3}{2}\frac{mg^2}{k} + 2gx_2 = 4gh$;

$\omega^2x_2^2 + \frac{3}{4}\frac{g^2}{\omega^2} + 2gx_2 = 4gh$; $D = 4g^2 - \omega^2\left(3\frac{g^2}{\omega^2} - 16gh\right) = g^2 + 16gh\omega^2$

$x_2 = \frac{-2g \pm \sqrt{g^2 + 16gh\omega^2}}{\omega^2}$

Направим ось x вниз, тогда $2ma_x = 2mg - kx$; $a_x = g - \frac{k}{2m}x$;

$\omega = \sqrt{\frac{k}{2m}}$; $x = x_3\cos\omega t + \frac{g}{\omega^2} \Rightarrow v_x = x' = -x_3\omega\sin\omega t$

пусть в м-т слипания $t = t_1 \Rightarrow v_x(t_1) = v_2$, $x(t_1) = x_0 - x_1$

$v_2 = -x_3\omega\sin\omega t_1$, $-\frac{mg}{k} = x_3\cos\omega t_1 + \frac{g}{\omega^2} \Rightarrow -\frac{g}{2\omega^2} = -\frac{v_2}{\omega}\operatorname{ctg}\omega t_1 + \frac{g}{\omega^2} \Rightarrow \frac{v_2}{\omega}\cdot\operatorname{ctg}\omega t_1 = \frac{3g}{2\omega^2} \Rightarrow \operatorname{ctg}\omega t_1 = \frac{3g}{2\omega v_2} = \frac{3g}{\omega\sqrt{2gh}} =$

$= \frac{3}{\omega}\sqrt{\frac{g}{2h}}$

(См. продолжение в конце чистовика)

N2.2.1

$\eta = \frac{A_{ц.}}{Q_{подв}}$; $A_{ц1} = \frac{1}{2}(3p_0 - p_0)(5V_0 - V_0) = 4p_0V_0$; $A_{ц.2} = \frac{1}{2}(3p_0 - p_0)\cdot(5V_0 - V_0) = 4p_0V_0$ – работа в цикле найдена как площадь его на pV-диаграмме;

$Q_{подв1} = Q_{12} + Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{13} = 3p_0\cdot(5V_0 - V_0) + \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_1)$;

$pV = \nu RT \Rightarrow \nu R(T_3 - T_1) = p_3V_3 - p_1V_1$

$Q_{подв1} = 12p_0V_0 + \frac{3}{2}(p_3V_3 - p_1V_1) = 12p_0V_0 + \frac{3}{2}(15p_0V_0 - p_0V_0) = \cancel{19}\,33\,p_0V_0$

$\eta_1 = \frac{4p_0V_0}{19p_0V_0} = \frac{4}{\cancel{19}\,33}$

$Q_{подв2} = Q_{13} = A_{13} + \Delta U_{13} = \frac{1}{2}\cdot(p_0 + 3p_0)(5V_0 - V_0) + \frac{3}{2}\nu R(T_3 - T_1) =$

$= 8p_0V_0 + \frac{3}{2}\cdot 14p_0V_0 = 29p_0V_0$

+

$\eta_2 = \frac{4p_0V_0}{29p_0V_0} = \frac{4}{29}$; $\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{29}{33} \approx 0{,}85$

29|33 — 0,854; 290, 264, 260, 231, 29

Ответ: ~~...~~ 0,85

При реш. считалось, что работа в изох. пр. равна 0, поскольку $\Delta V = 0 \Rightarrow A = 0$

N3.3.1

при движении проводника (в дан. задаче – жидкости) возникает ЭДС индукции – эффект Холла

$\mathcal{E} = BVd$; ~~2-е пр. Кирхгофа $U_c + U_R = \mathcal{E} = BVd$~~

~~$P = \frac{U_R^2}{R}$~~ ~~U_c~~ $I\frac{\rho d}{S} + IR = BVd$; $I = \frac{BVd}{R + \frac{\rho d}{S}}$;

из 2-го пр. Кирхгофа для цепи

ρ – уд. сопр. жидкости, S – площ. пластин

~~$P = I^2R = \frac{B^2V^2d^2}{\left(R + \frac{\rho d}{S}\right)^2}\cdot R$; $P' = B^2V^2 \cdot \frac{2d\left(R + \frac{\rho d}{S}\right)^2 - 2\left(R + \frac{\rho d}{S}\right)\frac{\rho}{S}d^2}{\left(R + \frac{\rho d}{S}\right)^4} =$~~

~~$= \frac{2B^2V^2Rd}{\left(R + \frac{\rho d}{S}\right)^3}\left(R + \frac{\rho d}{S} - \frac{\rho d}{S}\right) = \frac{2B^2V^2R^2d}{\left(R + \frac{\rho d}{S}\right)^3} > 0 \Rightarrow P \uparrow \Rightarrow P_{max}$ при~~

Черновик

$-x_3\omega\sin\omega t_1 = v_2$; ~~$x_0 = x_3\cos\omega t_1 + \frac{g}{\omega^2} = \sqrt{1 - \frac{v_2^2}{\omega^2x_3^2}}\cdot x_3 + \frac{g}{\omega^2}$~~

$-x_0 = x_3\cos\omega t_1 + \frac{g}{\omega^2}$; $-x_0 = \cos\omega t_1\cdot\left(-\frac{v_2}{\omega\sin\omega t_1}\right) + \frac{g}{\omega^2}$

$\frac{v_2}{\omega}\,ctg\,\omega t_1 = \frac{g}{\omega^2} + x_0$; $x_0 = \frac{mg}{k} = \frac{g}{2\omega^2}$

$\frac{v_2}{\omega}\,ctg\,\omega t_1 = \frac{g}{3\omega^2}$; $ctg\,\omega t_1 = \frac{g}{3\omega v_2}$; $\omega t_1 = arcctg\left(\frac{g\cdot 2}{3\omega\sqrt{2gh}}\right) =$

$= arcctg\left(\frac{g}{3\omega}\cdot\sqrt{\frac{g}{2h}}\right) = arcctg\left(\frac{1}{15}\cdot\sqrt{\frac{10\cdot 2}{0{,}2}}\right) = arcctg\left(\frac{1}{15}\cdot\frac{10}{1}\right) =$

$= arcctg\left(\frac{2}{3}\right)$

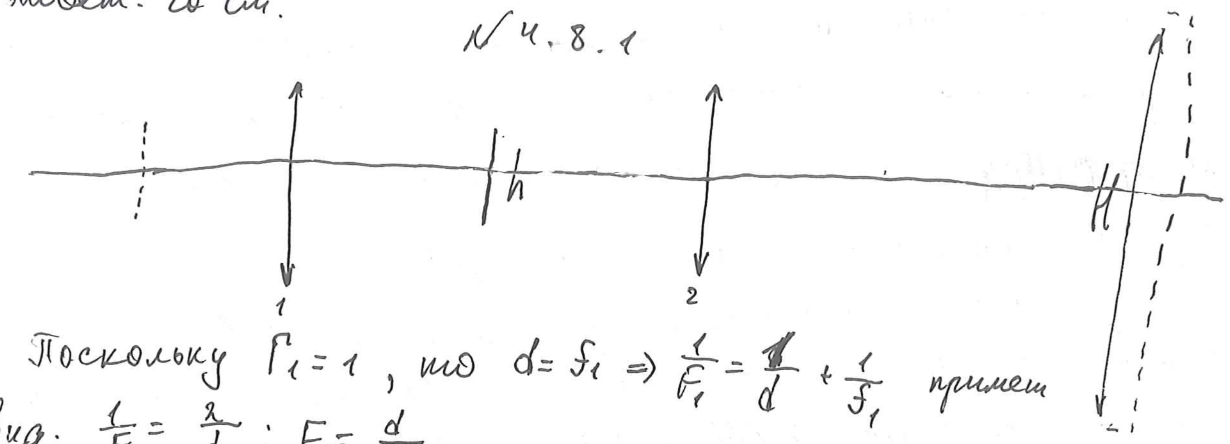
18-42-56-60 (1.7)

2-е пр. Кирхгофа: $U_R = \varepsilon$; $P = \frac{U_R^2}{R}$; $P = \frac{\varepsilon^2}{R} = \frac{B^2 v^2 d^2}{R}$

$d = \frac{\sqrt{P_m R}}{Bv}$; $d = \frac{\sqrt{10^{-3} \cdot 0{,}4}}{1 \cdot 0{,}1} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{0{,}1} = 0{,}2$ (м) ; $d = 20$ см

Ответ. 20 см.

№ 4.8.1



Поскольку $\Gamma_1 = 1$, то $d = f_1 \Rightarrow \frac{1}{F_1} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f_1}$ примет вид: $\frac{1}{F_1} = \frac{2}{d}$; $F_1 = \frac{d}{2}$

Поскольку $\Gamma_2 = 3$, то $\Gamma_2 = \frac{f_2}{d} = \frac{H}{h} = 3 \Rightarrow f_2 = 3d$

$\frac{1}{F_2} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f_2} \Rightarrow \frac{1}{F_2} = \frac{1}{d}\left(1 + \frac{1}{3}\right) = F_2 = d \cdot \frac{3}{4}$

После сдвига: расст. до правой линзы $d - x$, до левой – $d + x$. Считаем, что стержень сдвигают вправо

f_1' и f_2' – расст. от линзы до изображения, тогда

$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{d+x} + \frac{1}{f_1'}$; $\frac{1}{F_2} = \frac{1}{d-x} + \frac{1}{f_2'} \Rightarrow$

$\Rightarrow f_1' = \frac{(d+x)F_1}{d+x-F_1}$; $f_2' = \frac{(d-x)F_2}{d-x-F_2}$; $\Gamma_1' = \Gamma_2' \Rightarrow$ т.к. $\Gamma = \frac{f}{d}$, то

$\frac{F_1}{d+x-F_1} = \frac{F_2}{d-x-F_2}$; $\frac{\frac{d}{2}}{d+x-\frac{d}{2}} = \frac{\frac{3}{4}d}{d-x-\frac{3d}{4}}$; $\frac{d}{d+2x} = \frac{3d}{d-4x} \Rightarrow$

$\Rightarrow d^2 - 4dx = 3d^2 + 6dx$; $-2d^2 = 10dx$; $x = -\frac{d}{5} \Rightarrow$

стержень подвинут влево на $\frac{d}{5} = 5$ см

+

Ответ. 5 см.

№5.8.1

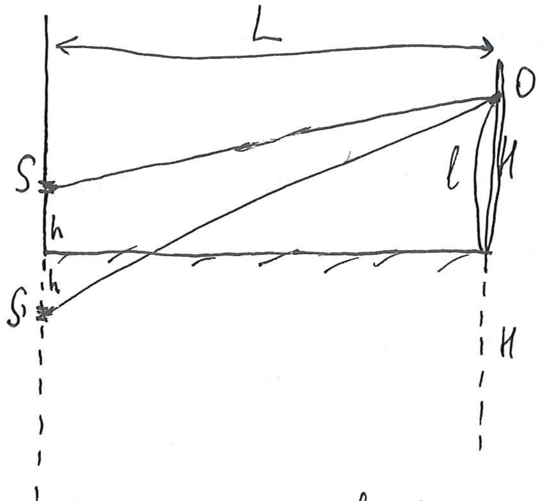
~~По принципу Гюйгенса волна является источником вторичных волн, поэтому можно считать, что монохроматический источник расположен непосредственно~~

На расстоянии h от плоскости зеркала у экрана 1 располагается мнимый источник света, который интерферирует с действительным источником, из-за чего и образуются полосы на экране.

Поскольку источники расположены слева и светят вправо, а зеркало не может повернуть лучи вспять, то полосы будут только на 2 экране.

Расст. между источниками $d = 2h \ll L$, $H \ll L \Rightarrow SO \approx L$, $S_1O \approx L$.

Для выполнения усл. максимумов в разности хода должно быть целое число волн, т.е $\Delta = \lambda m$, где $m \in \mathbb{Z}$



$\Delta = S_1O - SO$, $S_1O^2 = (l+h)^2 + L^2$

$SO^2 = (l-h)^2 + L^2$; $S_1O^2 - SO^2 = (S_1O - SO)\cdot$

$\cdot(\underbrace{S_1O}_{\approx L} + \underbrace{SO}_{\approx L}) \approx 2L\cdot\Delta$;

$(l+h)^2 + L^2 - (l-h)^2 - L^2 = 2L\cdot\Delta$

$2lh + 2lh = 2L\Delta \Rightarrow 2lh = L\Delta$

$\Delta = \frac{2lh}{L} = \lambda m \Rightarrow l = \frac{\lambda m L}{2h}$

Т.к $m \in \mathbb{Z}$, $0 \le l \le H$, то $N = m_{max} \Rightarrow H = \frac{\lambda m_{max} L}{2h} \Rightarrow$

$\Rightarrow N = m_{max} = \frac{2hH}{L\lambda} = \frac{2\cdot 10^{-3}\cdot 0{,}05}{1\cdot 0{,}5\cdot 10^{-6}} = 2\cdot 10^3\cdot 10^{-1} = \underline{200}$

Ответ - 200

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

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

18-42-56-60 (1.7)

№1.1.1. (продолжение) 1 45.

Пусть в момент $t = t_2$ брусок на max высоте, когда x-min $\Rightarrow \omega t_2 = \pi + 2\pi n, n \in \mathbb{Z}$, но т.к. нас интересует первый такой момент, то $\omega t_2 = \pi$

?

т.к. $t_1 = \frac{1}{\omega} \operatorname{arcctg}\left(\frac{3}{\omega}\sqrt{\frac{g}{2h}}\right)$, а $0 \le \operatorname{arcctg}(c) \le \pi$, то $t_1 < t_2$,

$\tau = t_2 - t_1 = \frac{1}{\omega}\left(\pi - \operatorname{arcctg}\left(\frac{3}{\omega}\sqrt{\frac{g}{2h}}\right)\right) = \frac{1}{5}\left(\pi - \operatorname{arcctg}\left(\frac{3}{5}\sqrt{\frac{10}{2 \cdot 0{,}2}}\right)\right) =$

2π

$= \frac{1}{5}\left(\pi - \operatorname{arcctg}\left(\frac{3}{5} \cdot \frac{10}{2}\right)\right) = \frac{1}{5}\left(\pi - \operatorname{arcctg} 3\right)$

ответ неверный

аналит. ф-ла неверная

Оценка изменена с "74" на "86" 2014

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

апелляция.

Прошу пересмотреть мой индивидуальный предварительный результат заключительного этапа, а именно 74 (семьдесят четыре) балла, поскольку считаю, что, во-первых, в решении задаче номер 3 у меня есть формула для ЭДС индукции движущегося проводника в магнитном поле E=BVd. Вывод этой формулы я не писал, поскольку эта формула школьная и вывод её считаю не обязательным. Она стоит в таком же ряду с формулой тонкой линзы, которая использовалась в задаче номер 4 и её вывод не требовался. Формула для ЭДС дана, например, в учебнике (! соответствующего требованиям ФГОС !) Мякишева "Электродинамика" для 10 классов: параграф 5.5, страница 410. Внизу 411 страницы закончен вывод формулы. Считаю вывод этой формулы необязательным, прошу пересмотреть выставленные баллы, за часть задачи, касающейся получения ЭДС цепи.

Во-вторых, максимальная выделяемая мощность на резисторе будет тогда, когда при фиксированном значении напряжения в цепи и фиксированном внешнем сопротивлением (его считаем фиксированным, т.к. сопротивление резистора дано по условию) внутреннее сопротивление источника тока ноль. Покажу это так: при увеличении внутреннего сопротивления падает напряжение на внешнем сопротивлении, следовательно, падает мощность, вычисляемая по формуле P = U^2/R. Значит, максимальная мощность будет при минимальном возможном внутреннем сопротивлении, то есть нуле. Я писал свое решение, как раз из этих соображений. В задаче просилось найти, при каком условии возможна эта максимальная мощность, ответ аргументирован мною выше: почему именно внутреннее сопротивление есть ноль. Также отмечу, что авторское решение с дифференцированием функции мощности по внешнему сопротивлению R ошибочно, поскольку здесь считается, что внешнее сопротивление – переменно, что неверно исходя из условия. Не дано именно внутреннее сопротивление, которое и можно считать переменным. Если брать производную функции мощности по внутреннему сопротивлению r, то результат получится тот же, про который я говорил выше.

Решение задачи номер 3, о котором шла речь, приведено на второй странице чистовика внизу страницы (наверху этой же страницы оформлена задача номер 2). Прошу пересмотреть моё решение на предмет полной безошибочности и требую составления новых критериев к этому заданию с учетом обнаружения этой неточности в официальном решении.

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