вых 13:25
вх 13:30

0 069508 640002

06-95-08-64
(1.8)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Ломоносов"
наменование олимпиады

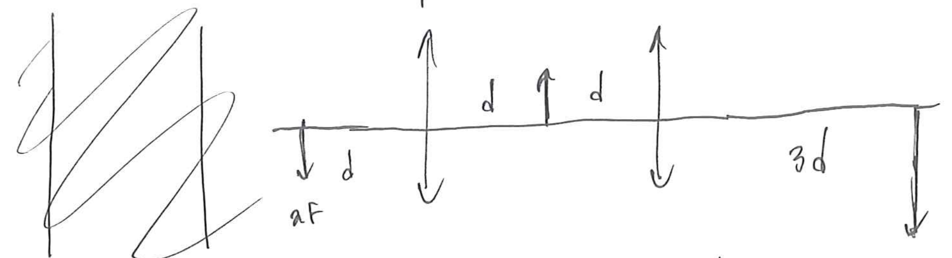
по Физике
профиль олимпиады

Тиканова Антона Станиславовича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«14» февраля 2025 года

Подпись участника
Атик

Черновик



$X_0 = A(\sin\omega t_0 + \varphi_0)$ $t_0 = 0 \Rightarrow X_0 = A\sin\varphi_0$

$\frac{X_0}{A} = \sin\varphi_0$ $\sin(\omega t_1 + \varphi_0)$

$A = A(\sin(\omega t_1 + \varphi_0))$

$\sin(\omega t_1 + \varphi_0) = 1$

Рассмотрим сечение

$F = E\Delta q = Bv\Delta q \Rightarrow E = Bv$

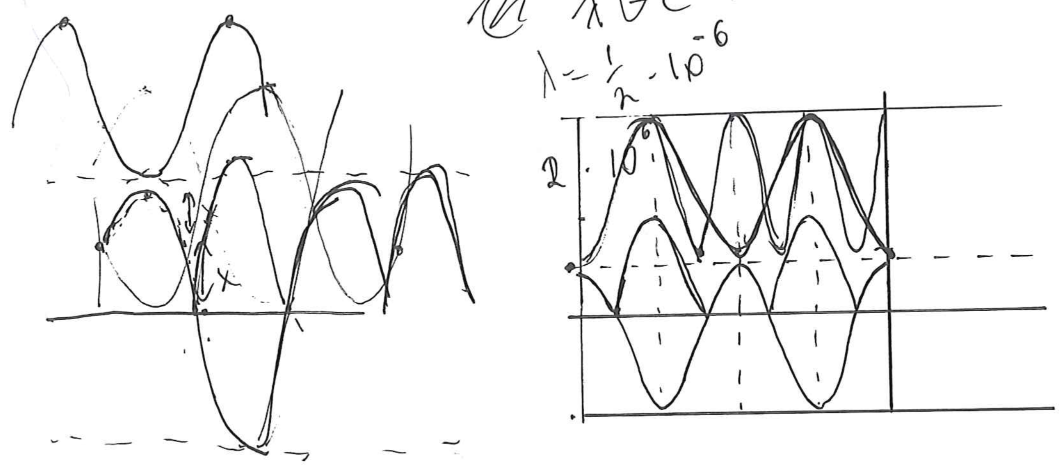
$U = Ed$

$\frac{R}{(r+R)^2} = \frac{1}{\frac{1}{R}(r^2+2rR+R^2)} = \frac{1}{\frac{r^2}{R}+2r+R}$; $\frac{r^2}{R}+2r+R \to \min$

$0 = -\frac{r^2}{R^2} + 1 = 0$ $\frac{r^2}{R^2} = 1$ $R = r$

$\lambda = c\cdot T$

$\lambda = \frac{1}{2}\cdot 10^{-6}$



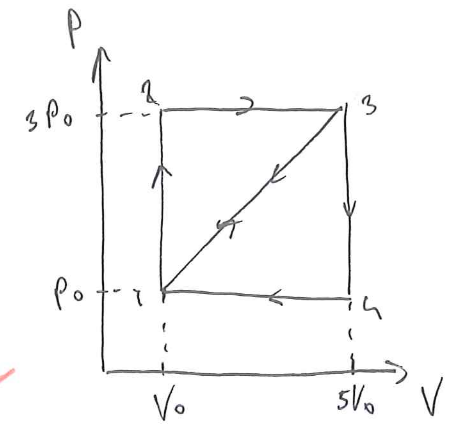
06-95-08-64 (1.8)

1	2	3	4	5	Σ
15	20	20	20	1	76
Якут...	Истомина	Соловьев	Иронкина Р.	Камилов	

Семьдесят шесть

Чистовик

№2



$\eta_{1231} = \frac{A_{ц1}}{Q_{н1}}$ $A_{ц}$ – площадь 123 (работа цикла)

Очевидно из рисунка $A_{ц1} = A_{ц2} = A_ц$

$A_ц = \frac{(3P_0 - P_0)\cdot(5V_0 - V_0)}{2} = \frac{2P_0\cdot 4V_0}{2} = 4P_0V_0$

$Q_{н1} = Q_{12} + Q_{23}$; $Q_{12} = \frac{3}{2}\nu R\Delta T = \frac{3}{2}(3P_0V_0 - P_0V_0) = 3P_0V_0$

(газ одноатомный $\Rightarrow i = 3$) $C_v = \frac{3}{2}R$; $C_p = \frac{5}{2}R$

$Q_{23} = \frac{5}{2}(3P_0\cdot 5V_0 - 3P_0V_0) = \frac{5}{\cancel{2}}\cdot 3P_0\cdot \overset{2}{\cancel{4}}V_0 = 30P_0V_0$

$Q_{н1} = 33P_0V_0 \Rightarrow \eta_{1231} = \frac{4}{33}$

$\eta_{1341} = \frac{A_ц}{Q_{н2}} = \frac{A_ц}{A_ц + |Q_{x2}|}$; $|Q_{x2}| = |Q_{34}| + |Q_{41}|$

$Q_{н2} = A_ц + |Q_{x2}|$

$|Q_{34}| = \frac{\cancel{3}}{\cancel{2}}\cdot 5V_0\cdot \cancel{2}P_0 = 15P_0V_0$; $|Q_{41}| = \frac{5}{\cancel{2}}P_0\cdot \overset{2}{\cancel{4}}V_0 = 10P_0V_0$

$|Q_{x2}| = 25P_0V_0 \Rightarrow \eta_{1341} = \frac{4P_0V_0}{4P_0V_0 + 25P_0V_0} = \frac{4}{29}$

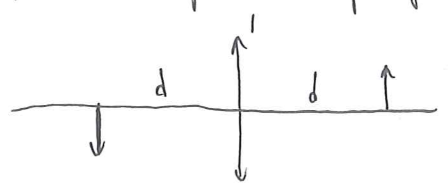
$\frac{\eta_{1231}}{\eta_{1341}} = \frac{\cancel{4}\cdot 29}{33\cdot\cancel{4}} = \frac{29}{33}$

+

Ответ: $\frac{29}{33}$

№4 Чистовик

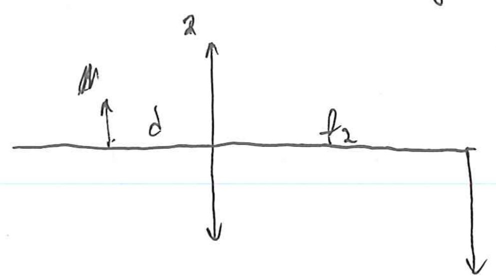
1) Рассмотрим первую линзу



$$\Gamma_1 = \frac{f}{d}; \quad \text{т.к } \Gamma_1 = 1 \Rightarrow f = d$$

$$\frac{1}{F_1} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d} = \frac{2}{d} \Rightarrow F_1 = \frac{d}{2}$$

2) Рассмотрим вторую линзу



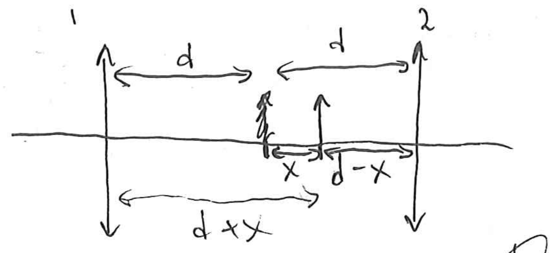
$$\Gamma_2 = \frac{f_2}{d} = 3 \Rightarrow f_2 = 3d$$

$$\frac{1}{F_2} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f_2} = \frac{3}{3d} + \frac{1}{3d} = \frac{4}{3d}$$

$$F_2 = \frac{3d}{4}$$

$$\frac{1}{F_i} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{f_i}; \quad \frac{1}{F_i} - \frac{1}{d_i} = \frac{1}{f_i} = \frac{d_i - F_i}{F_i d_i}$$

$$f_i = \frac{F_i d_i}{d_i - F_i} \Rightarrow \Gamma_i = \frac{f_i}{d_i} = \frac{F_i}{d_i - F_i}$$



$$\Gamma_i = \left|\frac{F_i}{d_i - F_i}\right|$$

$$\Gamma_1' = \Gamma_2'$$

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

$$\left|\frac{d}{2(d + x - \frac{d}{2})}\right| = \left|\frac{3d}{4(d - x - \frac{3}{4}d)}\right| \Rightarrow \left|2\left(\frac{d}{4} - x\right)\right| = \left|3\left(\frac{d}{2} + x\right)\right|$$

$$\begin{cases} 2\left(\frac{d}{4} - x\right) = 3\left(\frac{d}{2} + x\right) \\ 2\left(\frac{d}{4} - x\right) = -3\left(\frac{d}{2} + x\right) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{d}{2} - 2x = \frac{3d}{2} + 3x \\ \frac{d}{2} - 2x = -\frac{3d}{2} - 3x \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -d = 5x \\ 2d = -x \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = -\frac{d}{5} \\ x = -2d \end{cases}$$

(минус т.к я принял положительное движение x вправо)

$\Rightarrow$ сдвигать надо влево; $|x| < d \Rightarrow |x| = 2d$ не подходит

$\Rightarrow |x| = \frac{d}{5}$ Ответ: надо сдвинуть на $\frac{d}{5}$ влево относит. первоначального положения.

число?

+

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

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

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

06-95-08-64
(1.8)

Чистовик

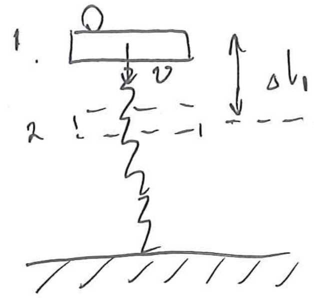
№1

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m_i}{k_i}}$ после столкновения $m_i = 2m$

$k_i = k$; $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{5}$

$\frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{2m}{k}} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{2m}}$; $\cancel{T = 2\pi\sqrt{}}$ $2\omega^2 m = k$

От полож. равновесия до положения один тело проходит ~~4~~l_0 за время t_1



$\Delta l_1 = S_1$

положение равновесия

$\tau = t_1 + 3\cdot\left(\frac{T}{4}\right) = t_1 + \frac{3T}{4}$

$mg = k\Delta l_1$

$\Rightarrow \Delta l_2 = 2\Delta l_1 \Rightarrow S_1 = \Delta l_1$

$2mg = k\Delta l_2$

(~~тела~~ положение равновесия сместится на $\Delta l_2 - \Delta l_1$ вниз
$\Delta l_2 - \Delta l_1 = \Delta l_1 = S_1$)

$S_1 = \frac{mg}{k} = \frac{mg}{2\omega^2 m} = \frac{g}{2\omega^2} = \Delta l_1$

ЗСЭ: $\cancel{2mgh_1} + \frac{2mv^2}{2} + \frac{kS_1^2}{2} = 2mg(\cancel{h_1} + A - \Delta l_1) + \frac{kA^2}{2}$

$\frac{2mv^2}{2} + \frac{k\Delta l_1^2}{2} = 2mg(A - \Delta l_1) + \frac{kA^2}{2}$

$\frac{k}{2}\cdot A^2 + 2mg\cdot A - \left(2mg\Delta l_1 + \frac{k\Delta l_1^2}{2} + \frac{2mv^2}{2}\right) = 0$

Рассмотрим движение шарика

$a = g$ $v_1^2 = 2gh \Rightarrow v_1 = \sqrt{2gh}$ – конечная скорость шарика прямо перед соприкосновением с бруском

ЗСИ:

$mv_1 = 2mv$ $v = \frac{v_1}{2} = \cancel{\quad} = \frac{\sqrt{2gh}}{2}$

$A = \frac{-2mg \pm \sqrt{4m^2g^2 + 4\cdot\frac{k}{2}\left(2mg\Delta l_1 + \frac{k}{2}\Delta l_1^2 + mv^2\right)}}{k}$ (Корень с минусом не подходит)

$A = -2\Delta l_1 + \sqrt{4\Delta l_1^2 + 2\cdot\left(2\frac{mg}{k}\Delta l_1 + \frac{\Delta l_1^2}{2} + \frac{m\cdot 2gh}{2\cdot 4k}\right)}$

$A = -2\Delta l_1 + \sqrt{4\Delta l_1^2 + 4\Delta l_1^2 + \Delta l_1^2 + \Delta l_1 h} = -2\Delta l_1 + \sqrt{9\Delta l_1^2 + \Delta l_1 h}$

$A = \Delta l_1\left(\sqrt{9 + \frac{h}{\Delta l_1}} - 2\right)$ $\Delta l_1 = \frac{10}{2\cdot 25} = \frac{10}{50} = 0{,}2$ м $= 20$ см $= h$

$\frac{h}{\Delta l_1} = 1$ $\frac{\Delta l_1}{A} = \frac{1}{\sqrt{10} - 2}$

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

Чистовик №1.1.1.

15б

№1 (продолжение)

$X_0 = A \sin(\omega t_0 + \varphi_0)$ $\quad t_0 = 0,\ X_0 = \Delta l_1 \Rightarrow \frac{\Delta l_1}{A} = \sin \varphi_0$

$A = A \sin(\omega t_1 + \varphi_0)$ $\quad \sin(\omega t_1 + \varphi_0) = 1 \Rightarrow \omega t_1 + \varphi_0 = \frac{\pi}{2}$

$\sin \varphi_0 = \frac{1}{\sqrt{10} - 2}$ $\quad t_1 = \frac{\pi}{2\omega} - \frac{\varphi_0}{\omega}$

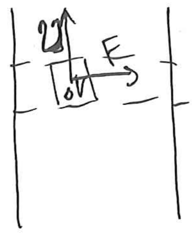
$t_1 = \frac{\pi}{10} - \frac{1}{5} \arcsin\left(\frac{1}{\sqrt{10}-2}\right)$

$\tau = \frac{3}{4}T + t_1 = \frac{3}{2\cancel{4}} \cdot \frac{\cancel{2}\pi}{5} + t_1 = \frac{3\pi}{10} + t_1 = \frac{4\pi}{10} - \frac{1}{5} \arcsin\left(\frac{1}{\sqrt{10}-2}\right)$

Ответ: $\tau = \frac{4\pi}{10} - \frac{1}{5} \arcsin\left(\frac{1}{\sqrt{10}-2}\right)$

№3

Рассмотрим ~~тока~~ пластины каждый малый кусок жидкости движется со скоростью v; пусть σ – объемная плотность заряда воды рассмотрим ΔV жидкости



$\sigma = \frac{\Delta q}{\Delta V}$ $\quad \Delta q = \sigma \Delta V$

На ΔV жидкости действует сила Лоренца вправо $F = B v \Delta q$

Такая сила действует на каждый малый кусочек жидкости ΔV представим Фиктивное поле E

$E \Delta q = F \Rightarrow E = Bv$ (Мы как бы пластины заменили на источник $U = Ed$ и резистор r

$U = Ed = Bvd$

Закон Ома в дифф. виде $\frac{I}{S} = \frac{1}{\rho} E$ (через каждую пластину протек. ток I)

$r = \frac{\rho L}{S}$ $\quad \cancel{I = \frac{\rho d}{S} E}$ $\quad Ir = Ed = Bvd = U$

~~$P = I^2 R;\ I = \frac{U}{r+R};\ P = \frac{U^2 R}{(r+R)^2} = \frac{U^2}{\frac{r^2}{R} + 2r + R}$~~ ~~Для такой цепи известен факт~~

$P = I^2 R;\ I = \frac{U}{r+R};\ P = \frac{U^2 R}{(r+R)^2};\ \frac{U^2}{\frac{r^2}{R} + 2r + R} = P \quad P \to max$

Пусть $f(R) = \frac{r^2}{R} + 2r + R$ $\quad f \to min \Rightarrow f'(R) = 0$ $\quad -\frac{r^2}{R^2} + 1 = 0 \Rightarrow r = R$ ✓

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

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

06-95-08-64
(1.8)

Чистовик

№3 (продолжение)

$r = R$

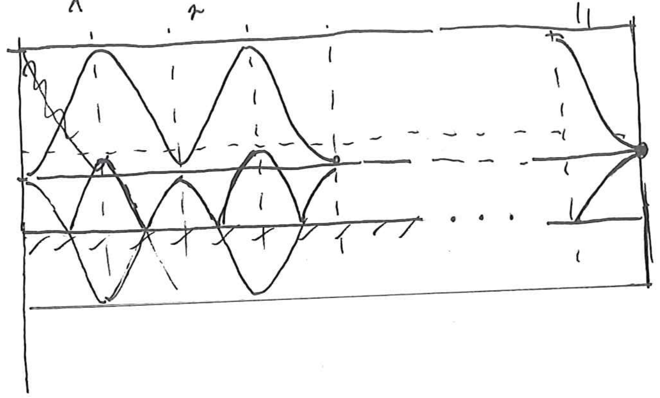
$$P_{max} = \frac{U^2 R}{(2R)^2} = \frac{U^2 R}{4R^2} = \frac{U^2}{4R} = \frac{B^2 v^2 d^2}{4R} \qquad \sqrt{\frac{4 R P_{max}}{B^2 v^2}} = d$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 4 \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 1^2 \cdot (0{,}1)^2}} = 4\sqrt{\frac{10^2 \cdot 10^{-3}}{10}} = 4\sqrt{\frac{1}{100}} = \frac{4}{10}\ м = 40\ см$$

Ответ: $d = 40$ см.

№5

$$\frac{L}{\lambda} = \frac{1}{\frac{1}{2} \cdot 10^{-6}} = 2 \cdot 10^6$$ ⇒ волна будет приходить "тем же участком по экран"



Из рисунка видно, что $N = 1$