0 651810 810008

65-18-10-81
(47.1)

+1 лист

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Ложкиной Екатерины Дмитриевной
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

вышла 13,35 -
вернулась 13:37 Лоншин В.А.

Работа сдана 15:10 Ф.Р. Создегинсн

Дата

«05» марта 2023 года

Подпись участника

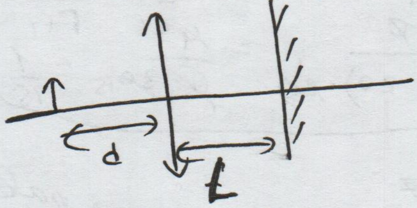
65-18-10-81 (47.1)

Черновик

ч.5.1

$\Gamma = 3$

$L = 80\,см$



$$\frac{d}{\Gamma} = \frac{f}{f}$$

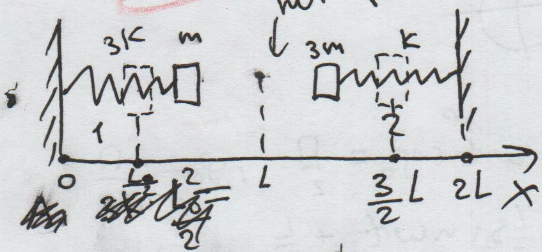
$$d = \frac{L}{\Gamma}$$

$$D = \frac{1}{L} + \frac{\Gamma}{L}$$

$$D = \frac{\Gamma + 1}{L} \quad D = \frac{4 \cdot 100}{80\,см} = 5\,дптр$$

1.2.1

пол. равн.



$$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{3K}} = \frac{2\pi}{\sqrt{3}}\sqrt{\frac{m}{K}}$$

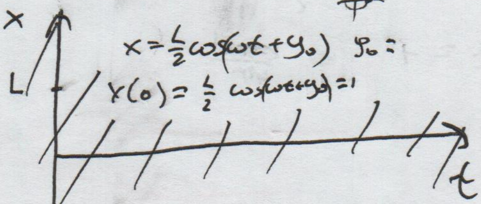
$$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{3m}{K}} = 2\pi\sqrt{3}\sqrt{\frac{m}{K}}$$

T_2 в 3 раза больше

$T_2 = 3T_1$

$L_0 = 10\,см$

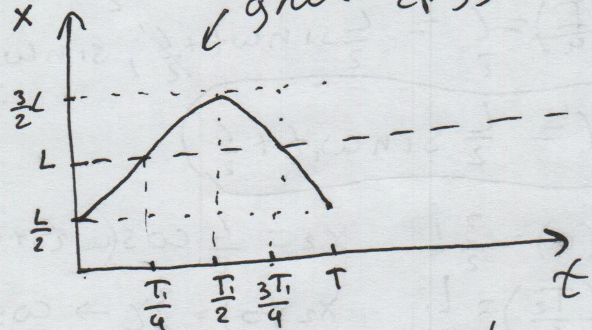
$L = 20\,см$



$x = \frac{L}{2}\cos(\omega t + \varphi_0)$ $\varphi_0 =$

$x(0) = \frac{L}{2}\cos(\omega t + \varphi_0) = 1$

для груза m



$$x = \frac{L}{2}\cos\omega t = \frac{L}{2}\cos\frac{2\pi t}{T}$$

$$x\left(\frac{T}{4}\right) = \frac{L}{2} \cdot \cos\frac{2\pi T}{4T}$$

$x = L$

$x = \frac{L}{2}\cos\omega t + \frac{L}{2}$

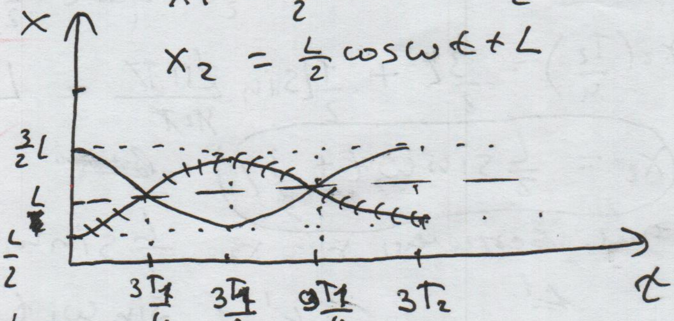
$x = \frac{L}{2}\sin\omega t + \frac{L}{2}$

$x(0) = \frac{L}{2}$

$$x\left(\frac{T_1}{4}\right) = \frac{L}{2}\sin\frac{2\pi T}{4 \cdot T} + \frac{L}{2}$$

$$x_1 = \frac{L}{2}\sin\omega t + \frac{L}{2}$$

$$x_2 = \frac{L}{2}\cos\omega t + L$$

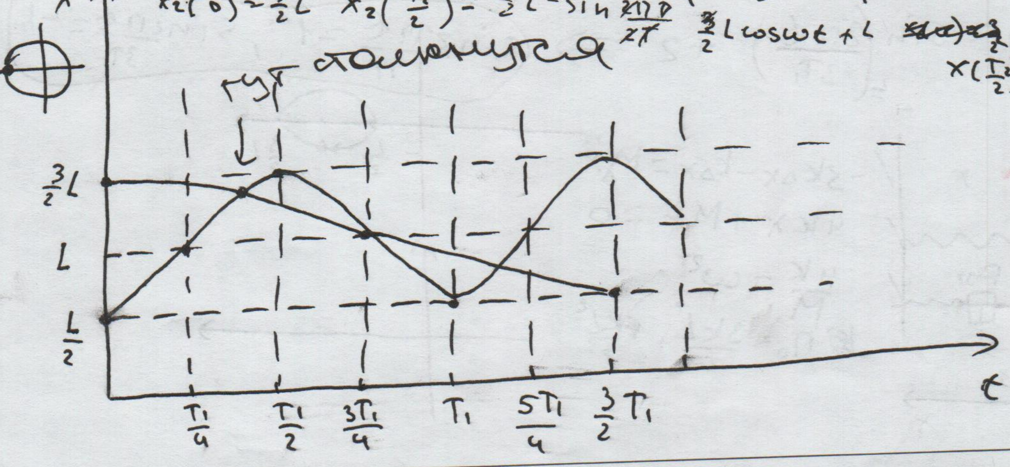


$x_2 = \frac{3}{2}L - \sin\omega t$

$x_2(0) = \frac{3}{2}L$ $\quad x_2\left(\frac{T_1}{2}\right) = \frac{3}{2}L - \sin\frac{2\pi T}{2T}$ $\quad \frac{3}{2}L\cos\omega t + L$

$$x\left(\frac{T_1}{2}\right) = \frac{L}{2}\cos\frac{2\pi T}{2T} + L$$

тут столкнутся



1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Σ
10 | 20 | 15 | 20 | 3 |
1 | 2 | 15 | 2 | 3 | 50

+ 18 = 68 (шестьдесят восемь)

исправлено по апелляции (пятьдесят)

$D = \frac{L}{(L-d)d}$ Черновик

$d = \frac{L}{\Gamma+1} = \frac{80}{4} = 20$ см

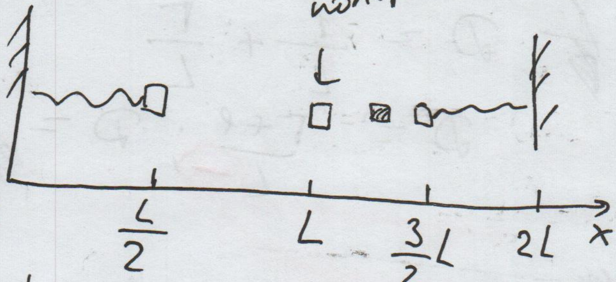
$D = \frac{80}{(80-20)\cdot 20} = \frac{1}{60} \cdot \dots = \frac{1}{15}$

$\frac{16}{80\cdot 3}$

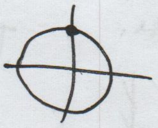
1.2.1

$T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{3k}} = \frac{2\pi}{\sqrt{3}}\sqrt{\frac{m}{k}}$

$T_2 = 2\pi\sqrt{3}\sqrt{\frac{m}{k}}$ $3T_1 = T_2$



$x_1\left(\frac{T}{4}\right) = L$



$x_1 = \frac{L}{2}\cos(\omega t + \varphi_0) + \frac{L}{2}$

$x(0) = \frac{L}{2} \to \cos(\omega t + \varphi_0) = 0 \quad \omega t + \varphi_0 = -\frac{\pi}{2} \;; \varphi_0 = -\frac{\pi}{2}$

$x = \frac{L}{2}\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) + \frac{L}{2} = \frac{L}{2}\sin\omega t + \frac{L}{2}$

$x\left(\frac{T}{4}\right) = L = \frac{L}{2}\sin\omega t + \frac{1}{2}; \ \sin\omega t = 1 \quad \frac{2\pi T}{4T}$

$x_1(= \frac{L}{2}\sin\omega_1 t + \frac{L}{2}$

$x_2(0) = \frac{3}{2}L \qquad x_2 = \frac{L}{2}\cos(\omega t + \varphi_0) + \frac{3}{2}L$

$x_2\left(\frac{T_2}{4}\right) = L \qquad x_2(0) = \frac{3}{2}L \to \cos(\varphi_0) = 0 \quad \varphi_0 = -\frac{\pi}{2}$

$x_2' = \frac{L}{2}\left(\cos\left(\omega t - \frac{\pi}{2}\right) + \frac{3}{2}L = \frac{L}{2}\sin\omega t + \frac{3}{2}L\right.$

$x_2\left(\frac{T_2}{4}\right) = \frac{3}{2}L + \frac{1}{2}l\sin\frac{2\pi T}{4\cdot 2T} = L$ ✓

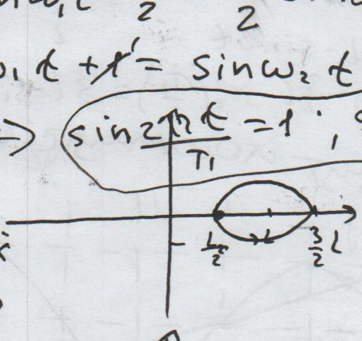
$x_2 = \frac{L}{2}\sin\omega_2 t + \frac{3}{2}L$

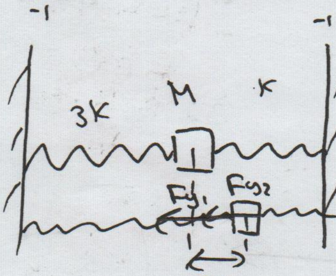
усл. встречи: $x_1 = x_2 \qquad \frac{L}{2}\sin\omega_1 t + \frac{L}{2} = \frac{L}{2}\sin\omega_2 t + \frac{3L}{2} \Big| \cdot \frac{2}{L}$

$\sin\omega_1 t + 1 = \sin\omega_2 t + 3$

$\sin\left(\frac{2\pi t}{T_1}\right) = \sin\left(\frac{2\pi t}{3T_1}\right) + 2 \Rightarrow \sin\frac{2\pi t}{T_1} = 1, \ \sin\frac{2\pi t}{3T_1} = -1$

$-1 \le \quad -1 \le$



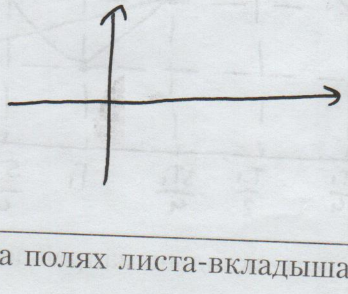


$-3k\Delta x - k\Delta x = M\ddot{x}$

$4kx + M\ddot{x} = 0$

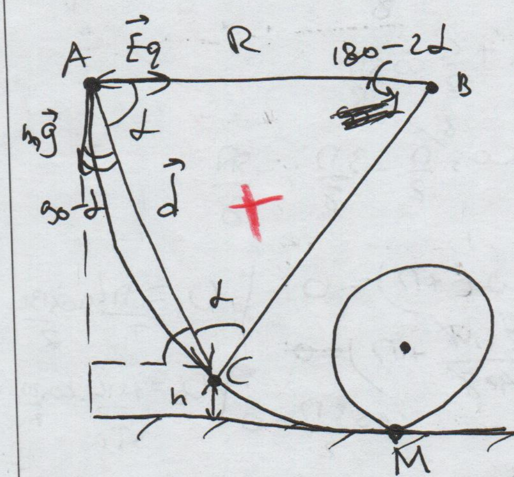
$\frac{4k}{M} = \omega^2$

$\Pi_0 = \frac{3kL^2}{2} + \frac{kL^2}{2}$



Листовик

N 3.9.1



$E_п = 0$

По закону изменения энергии:

$$\frac{mv^2}{2} = \sum_{i=1}^{n} A_{Fi}$$

$$\frac{mv^2}{2} = mg(R-h) + Eqd\cos\alpha$$ ±

По т. косинусов для △ ABC:

$$d^2 = R^2 + R^2 - 2R^2\cos(180-2\alpha) = 2R^2 + 2R^2\cos 2\alpha$$

$$d = R\sqrt{2+2\cos 2\alpha}$$

~~$h = R - R\cos\alpha = R(1-\cos\alpha)$~~

$$h = R - R\sin\alpha = R(1-\sin\alpha)$$

$$\frac{mv^2}{2} = mgR(1-\sin\alpha) + EqR\sqrt{2+2\cos 2\alpha}\cdot\cos\alpha$$

Эта формула описывает движение бусинки до попадания в т. M, т.е $\alpha \in [0;45]$

$$v = \sqrt{2gR(1-\sin\alpha) + \frac{2EqR}{m}\sqrt{2+2\cos 2\alpha}\cdot\cos\alpha}$$

$$v'_\alpha = \frac{1\cdot(-2gR\cos\alpha) + \left(\frac{2EqR}{m}\left(\frac{-\sin 2\alpha\cdot\cos\alpha}{2\sqrt{2+2\cos 2\alpha}} + \sqrt{2+2\cos 2\alpha}\cdot(-\sin\alpha)\right)\right.}{2\sqrt{2gR(1-\sin\alpha + 2\frac{EqR}{m}\sqrt{2+2\cos 2\alpha}\cdot\cos\alpha}}$$

в т. M скорость будет максимальна

$$v = \sqrt{2gR\left(1-\frac{\sqrt{2}}{2}\right) + \frac{2EqR}{m}\sqrt{2}\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}} = \sqrt{gR(2-\sqrt{2}) + \frac{EqR\cdot 2}{m}}$$ ±

$$v = \sqrt{(2-\sqrt{2})gR + \frac{2EqR}{m}}$$

(стр 1)

$\alpha = 2\pi t - \frac{\pi}{4}$ $\quad t = \ldots 2\pi - \frac{\pi}{4} = \frac{7\pi}{4} = \frac{2\pi t}{3T_1}$; $t = \frac{21}{8}T_1$

$x_1\left(\frac{3T_1}{16}\right) = L + \frac{L}{2}\sin\frac{2\pi\, 3T_1}{16\, 3T_1} = L + \frac{L}{2}\sin\frac{3\pi}{8}$

$x_2\left(\frac{3T_1}{16}\right) = L + \frac{L}{2}\cos\frac{2\pi\, 3T_1}{16 \cdot 3T_1} = L + \frac{L}{2}\cos\frac{5\pi}{8}$

$x_1 = L + \frac{L}{2}\cos(\omega t + \pi)$ $\quad \sin\frac{3\pi}{8} = \cos\frac{\pi}{2} - \frac{3\pi}{8} = \frac{5\pi}{8}$

$x\left(\frac{T}{4}\right) = L = L + \frac{L}{2}\cos(\omega t + \pi) \Rightarrow \cos(\omega t + \pi) = 0$

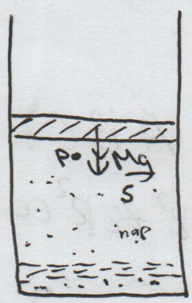
$\cos\left(\frac{2\pi T}{4 T} + \pi\right) = 0$

$\cos\frac{3\pi}{2} = 0$

$U_1 = \frac{\pi L}{T_1}\cos\frac{13\pi}{2}$

$U_2 = \frac{4\pi L}{3T_1}\cdot\cos\frac{2\pi}{7}$

2.9.1



$\frac{Mg}{S} + p_0 = p_{внутри}$

$\frac{Mg}{S} = \frac{1000}{100 \cdot 10^{-4}} = 100000 = 10^5$

$2 \cdot 10^5$ $\quad 10^{-3}$ н

$p_{пара} = 2,5$

$U_0 = \frac{U_1 - 3U_2}{4}$

$U_0 = \frac{\pi L}{T_1}\cos\frac{13\pi}{7} - 3\cdot\frac{\pi L}{3T_1}\cdot\cos\frac{2\pi}{7}$

$= \frac{\pi L}{4T_1}\left(\cos\frac{13\pi}{7} - \cos\frac{2\pi}{7}\right)$

$\frac{\pi L}{\ldots}\cdot\sin\frac{3\pi}{7} -$

$\frac{Mg}{S} + p_0 = \frac{mRT}{\mu SH}$

$\frac{Mg + p_0 S}{S} = \frac{mRT}{\mu S H}$

$H = \frac{mRTS}{\mu S(Mg + p_0 S)}$

$H = \frac{9 \cdot 10^{-3} \cdot 8{,}31 \cdot 400 \cdot \cancel{10^{-4}}}{18 \cdot 10^{-3}(1000 + 10^5 \cdot 100 \cdot 10^{-4})} = \frac{7}{5+2-4} =$ $\quad 5^{\frac{7}{-}+2-4^{-3}}$

$= \frac{9 \cdot 8{,}31 \cdot 400}{18 \cdot 2000} = \frac{8{,}31}{10} = 0{,}831$ м $\quad \frac{8{,}31 \text{ см}}{1}$

$\begin{array}{r} 127 \\ +273 \\ \hline 400 \end{array}$

$\frac{mRT}{\mu(p_0 S + Mg)} = \frac{9 \cdot 10^{-3} \cdot 8{,}31 \cdot 400}{18 \cdot 10^{-3} \cdot (10^5 \cdot 100 \cdot 10^{-4} + 1000)}$

$\frac{8{,}31 \cdot 400}{2 \cdot 2000} = \frac{8{,}31}{10} = 0{,}831$ м

$\boxed{3.9.1}$

$\frac{180 - \varphi}{2}$

$\frac{mv^2}{2} = mg(R - h) + Eqd\cos\beta$

$90 - \frac{\varphi}{2} = \beta$

$E_n = 0$

$d^2 = R^2 + R^2 - 2R^2\cos\varphi =$

$= 2R^2 - 2R^2\cos\varphi =$

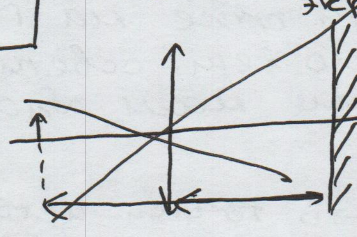
$= R^2(2 - 2\cos\varphi)$

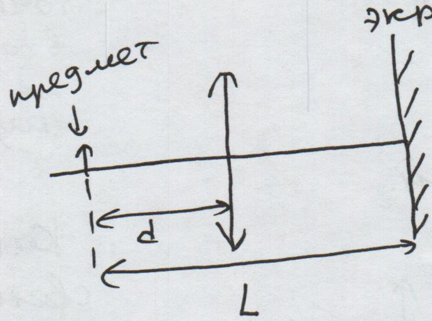
Чистовик

№ 4.5.1

$\Gamma = 3$
$L = 80$ см
$D - ?$

Т.к. линза тонкая можем использовать для решения задачи формулу тонкой линзы.





Пусть d - расстояние между предметом и линзой

$\Gamma = \frac{L-d}{d}$; $\Gamma d = L - d \Rightarrow d = \frac{L}{\Gamma+1}$

По формуле тонкой линзы:

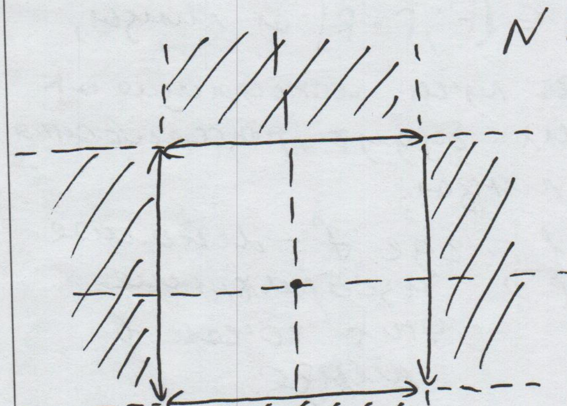
$$D = \frac{1}{L-d} + \frac{1}{d} = \frac{d + L - d}{(L-d)d} = \frac{L}{\left(L - \frac{L}{\Gamma+1}\right)\frac{L}{\Gamma+1}} =$$

$$= \frac{1\cdot(\Gamma+1)^2}{L(\Gamma+1)-L} = \frac{(\Gamma+1)^2}{L\Gamma} = \frac{16^2}{3\cdot\frac{80}{100}\text{ м}} = \frac{20}{3} \text{ дптр}$$

$D \approx 6,67$ дптр

Ответ: $D = \frac{20}{3}$ дптр $\approx 6,67$ дптр

№ 5.3.1



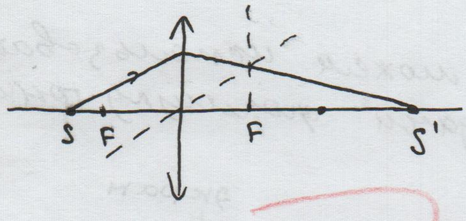
ГОО - главная оптическая ось.

Т.к источник находится в центре, если бы это был точечный источник, то лучи после преломления в линзе, шли бы параллельно ГОО. Т.е. пространство, заштрихованное на рисунке будет точно освещено, т.к. источник не точечный. Вследствие протяженности источника свет будет выходить и под другими углами к ГОО, отличными от нуля.

Рассмотрим из-за чего это может происходить.

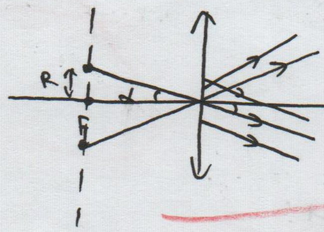
см.след.лист (стр 2)

1. случай   Чистовик



~~Какая~~ какие-то точки источника света будут находиться на расстоянии больше фокусного от линзы. Но в этом случае весь свет от этой точки ~~..~~ будет собираться в одной точке на ГОО и не сможет осветить нужные нам области.

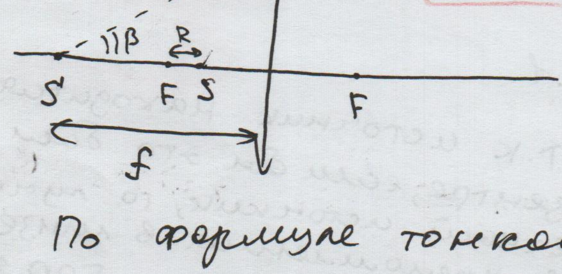
2 случай.



Какие-то точки источника света будут находиться на расстояниях $x \in [0; R]$ от ГОО. Свет от таких точек будет распространяться параллельными пучками под углом α к ГОО, $tg\,\alpha = \frac{R}{F}$

Тогда чтобы ~~покрыть~~ осветить необходимые нам области ~~..~~ лучи должны идти под углом $\alpha = 45^\circ$ к ГОО. Тогда $R = F = a$

3 случай



какие-то точки источника будут находиться на расстоянии $y \in [F; F-R]$ от линзы, ~~свет~~ лучи исходящие от них будут рассеиваться

По формуле тонкой линзы:

$\cancel{\frac{1}{F} = \frac{1}{F-R}}$ $\frac{1}{F} = \frac{1}{F-R} - \frac{1}{f}$, где f — мнимое изображение этих точек в линзе.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F-R} - \frac{1}{F} = \frac{F-F+R}{F(F-R)}$$

$$f = \frac{F(F-R)}{R}.$$ Тогда максимальный угол рассеяния света

$$\beta = arctg\,\frac{a}{f}$$

Чтобы покрыть оставшиеся области

$\beta_{min} = 45^\circ$; $\frac{a}{f} = 1$; т.к. $a = F \Rightarrow 1 = \frac{a \cdot R}{a(a-R)}$ (стр3)

Чистовик

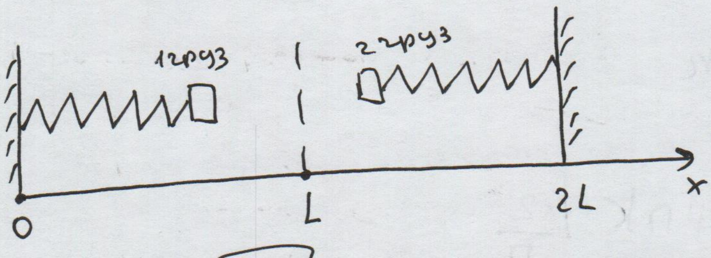
$R = a - R$; $R = \frac{a}{2}$

Получившийся радиус меньше, чем во 2 случ.

$R_{min} = \frac{a}{2}$

Ответ: $R_{min} = \frac{a}{2}$

N 1.2.1



$x = L$ – положение равновесия для обоих грузов. Они оба будут колебаться около него с амплитудой $A = \frac{L}{2}$

$T_1 = \frac{2\pi}{\sqrt{3}}\sqrt{\frac{m}{k}}$ – период кол-ий 1 груза

+

$T_2 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\cdot\sqrt{3}$ – период кол-ий 2 груза

$T_2 = 3T_1$

Зададим ур-я колебаний грузов

$x_1 = L + \frac{L}{2}\cos(\omega_1 t + \varphi_{01})$

$x_1(0) = \frac{L}{2}$; $\frac{L}{2} = L + \frac{L}{2}\cos$; $-\frac{L}{2} = \frac{L}{2}\cos\varphi_{01} \Rightarrow \cos\varphi_{01} = -1$

$\varphi_{01} = \pi$

$x_1(t) = L + \frac{L}{2}\cos(\omega_1 t + \pi)$

$x_2(t) = L + \frac{L}{2}\cos(\omega_2 t + \varphi_{02})$

$x_2(0) = \frac{3}{2}L$; $\frac{3}{2}L = L + \frac{L}{2}\cos(\varphi_{02}) \Rightarrow \cos\varphi_{02} = 1 \Rightarrow \varphi_{02} = 0$

$x_2(t) = L + \frac{L}{2}\cos(\omega_2 t)$

Грузы столкнутся когда их координаты сравняются. $x_1 = x_2$

$\cancel{L} + \frac{L}{2}\cos(\omega_1 t + \pi) = \cancel{L} + \frac{L}{2}\cos(\omega_2 t)$

$\cos\left(\frac{2\pi t}{T_1} + \pi\right) = \cos\left(\frac{2\pi t}{3T_1}\right)$

$\cancel{\sin\left(\frac{\frac{2\pi t}{T_1} + \pi + \frac{2\pi t}{3T_1}}{2}\right)\cdot\sin\left(\frac{\frac{2\pi t}{T_1} + \pi - \frac{2\pi t}{3T_1}}{2}\right) = 0}$

$\frac{6\pi t + 3\pi T_1 + 2\pi t}{6T_1} = \pi k$ или $\frac{6\pi t + 3\pi T_1 - 2\pi t}{6T_1} = \pi k$

стр 4

Чистовик

$\frac{L}{2}\cos(\omega_1 t+\pi)=\frac{L}{2}\cos(\omega_2 t)$ $\qquad \omega_1=\frac{2\pi}{T_1}$

$\omega_2=\frac{2\pi}{3T_1}$

$-\cos\omega_1 t=\cos\omega_2 t$

$\cos\omega_2 t+\cos\omega_1 t=0$

$2\cos\left(\frac{\omega_2 t+\omega_1 t}{2}\right)\cdot\cos\left(\frac{\omega_2 t-\omega_1 t}{2}\right)=0$

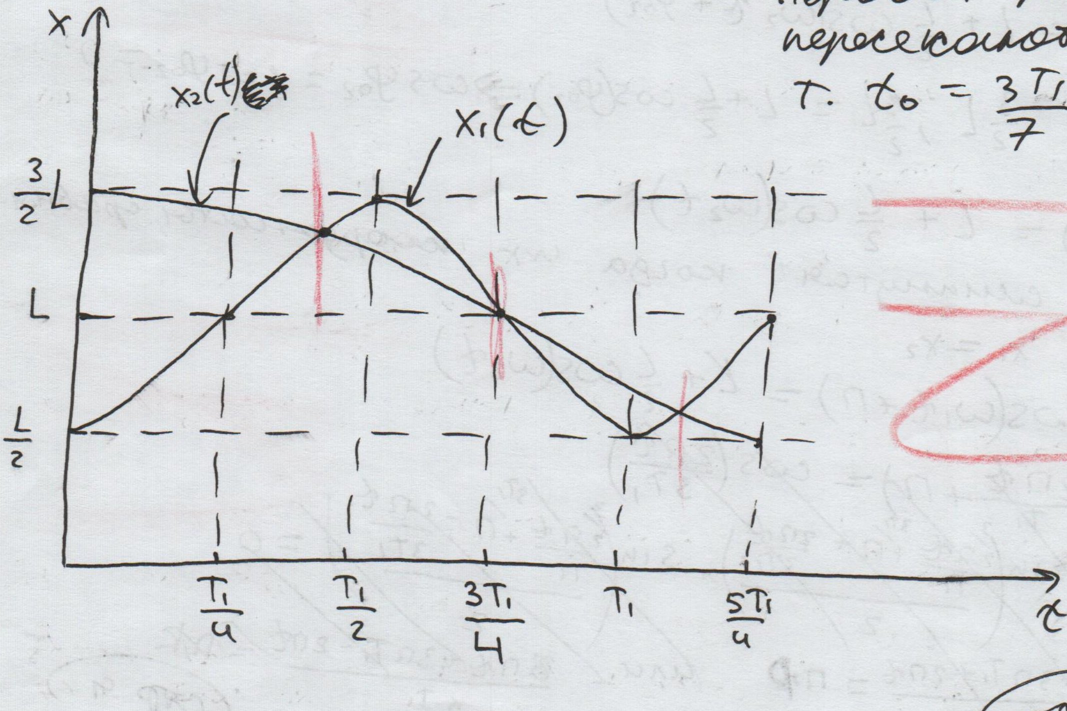
$$\left[\begin{array}{l}\frac{(\omega_2+\omega_1)t}{2}=\frac{\pi}{2}+\pi k\\ \frac{(\omega_2-\omega_1)t}{2}=\frac{\pi}{2}+\pi n\end{array}\right.$$

$$\left[\begin{array}{l}\frac{\left(\frac{2\pi}{T_1}+\frac{2\pi}{3T_1}\right)t}{2}=\frac{\pi}{2}+\pi k \quad \Big|\cdot\frac{2}{\pi}\\ \frac{\left(\frac{2\pi}{3T_1}-\frac{2\pi}{T_1}\right)t}{2}=\frac{\pi}{2}+\pi n \quad \Big|\cdot\frac{2}{\pi}\end{array}\right.$$

$$\left[\begin{array}{l}\frac{\cancel{7}}{3T_1}\cdot t=1+2k\\ \frac{-4t}{3T_1}=1+2n\end{array}\right.$$ 4

при $k=0$ $t_0=\frac{3T_1}{7}$

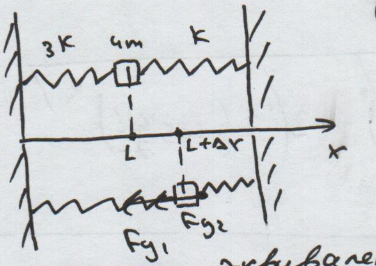
Изобразим графики этих колебаний. Первый раз они пересекаются в т. $t_0=\frac{3T_1}{7}$



стр 5

Чистовик

Рассмотрим колебания грузов после слипания



сместим груз на малый $\Delta x \to 0$

$$-(3k\Delta x + k\Delta x) = 4m\ddot{\Delta x}$$

$$\ddot{\Delta x} + \frac{k}{m}\Delta x = 0\ ;\ \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

эти колеб-я эквивалентны колебаниям груза массой m на пружине жесткостью k

Найдем скорости движения грузов до слипания

$$v_1(t) = \dot{x}_1 = -\frac{L}{2}\omega_1\cdot(\cos\omega_1 t + \pi)$$

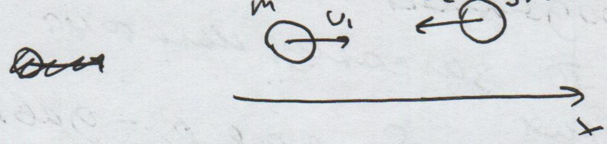
$$v_2(t) = \dot{x}_2 = -\frac{L}{2}\omega_2(\cos\omega_2 t)$$

$$v_1\left(\frac{3T_1}{7}\right) = -\frac{L}{2}\cdot\omega_1\cdot\cos\left(\frac{2\pi\cdot 3T_1}{7\cdot T_1}+\pi\right) = -\frac{L}{2}\cdot\frac{2\pi}{T_1}\cdot\cos\left(\frac{6\pi}{7}+\pi\right) =$$

$$= -\frac{\pi L}{T_1}\cdot\cos\frac{13\pi}{7}$$

$$v_2\left(\frac{3T_1}{7}\right) = -\frac{L}{2}\cdot\frac{2\pi}{3T_1}\cdot\cos\left(\frac{2\pi 3T_1}{7\cdot 3T_1}\right) = -\frac{\pi L}{3T_1}\cdot\cos\frac{2\pi}{7}$$

Рассмотрим процесс соударения



По закону сохранения импульса

$$mv_1 - 3mv_2 = 4mv_0\ ;\ v_0 = \frac{v_1 - 3v_2}{4} = \frac{\pi L}{4T_1}\cos\left(\frac{13\pi}{7} - \cos\frac{2\pi}{7}\right)$$

Потенциальная энергия пружин в этот момент: $\Pi_0 = \frac{k x_1^2(t_0)}{2} + 3k\frac{x_2^2(t_0)}{2}$

$$x_1(t_0) = L + \frac{L}{2}\cos\left(\frac{2\pi}{T_1}\cdot\frac{3T_1}{7}+\pi\right) = L + \frac{L}{2}\cdot\cos\frac{13\pi}{7}$$

$$x_2(t_0) = L + \frac{L}{2}\cos\left(\frac{2\pi}{3T_1}\cdot\frac{3T_1}{7}\right) = L + \frac{L}{2}\cos\frac{2\pi}{7}$$

Тогда по закону сохранения энергии:

$\Pi_0 + \frac{4mv_0^2}{2} = \frac{kA^2}{2}$, где A – новая амплитуда колебаний системы

(стр 6)

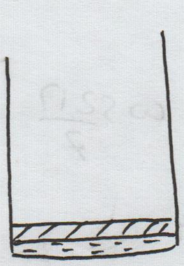
Чистовик

$$\frac{kA^2}{2} = \frac{4m}{2}\cdot\left(\frac{\pi L}{4T_1}\cdot\cos\left(\frac{13\pi}{7}-\cos\frac{2\pi}{7}\right)\right)^2 + \frac{k}{2}\left(\frac{L}{2}\cos\frac{13\pi}{7}+L\right)^2 + \frac{3}{2}k\left(L+\frac{L}{2}\cos\frac{2\pi}{7}\right)^2$$

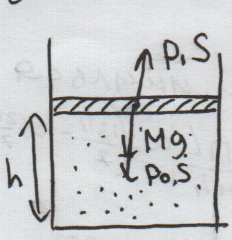
$$A = \sqrt{\frac{4m}{k}\left(\frac{\pi L}{4T_1}\cdot\cos\left(\frac{13\pi}{7}-\cos\frac{2\pi}{7}\right)\right)^2 + \left(\frac{L}{2}\cos\frac{13\pi}{7}+L\right)^2 + 3\left(L+\frac{L}{2}\cos\frac{2\pi}{7}\right)^2}$$

Ответ: $A = \sqrt{\frac{4m}{k}\cdot\left(\frac{\pi L}{4T_1}\left(\cos\frac{13\pi}{7}-\cos\frac{2\pi}{7}\right)\right)^2 + \left(\frac{L}{2}\cos\frac{13\pi}{7}+L\right)^2 + 3\left(L+\frac{L}{2}\cos\frac{2\pi}{7}\right)^2}$

N 2.9.1



В начале, до нагревания, поршень лежал на воде, водяного пара в сосуде не было. По достижении температуры в 100°C вода начала испаряться и уже при температуре $t = 127°C$ в сосуде был только водяной пар, при этом ненасыщенный.



По II закону Ньютона для поршня:

$Mg + p_0S = p_1S$, где p_1 – давление газа в сосуде

По ур-ию Менделеева-Клапейрона:

$$p_1Sh = \frac{m}{\mu}RT;\quad p_1S = \frac{mRT}{\mu h}$$

$$Mg + p_0S = \frac{mRT}{\mu h};\quad h = \frac{mRT}{(Mg+p_0S)\mu}$$

$h = 0{,}831\,м = 83{,}1\,см$

Ответ: $h = 83{,}1\,см$

(стр 7)

65-18-10-81 (47.1)

Черновик

$x_1 = \frac{L}{2}\sin\omega t + \frac{L}{2}$

$x_2 = \frac{L}{2}\,\overset{\sin\omega t}{\cancel{\cos\omega t}} + \frac{3L}{2}$

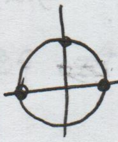
$x_1(0) = \frac{L}{2}$

$x_1\left(\frac{T_1}{4}\right) = \frac{L}{2}\sin\frac{2\pi T_1}{4 T_1} + \frac{L}{2} = L$

$x_1(T_1) = \frac{L}{2}\sin\frac{2\pi T_1}{2\pi} + \frac{L}{2}$

$x_2\left(\frac{T_1}{4}\right) =$

$\sin\frac{2\pi t}{T_1} = 1$; $\sin\frac{2\pi t}{3T_1} = -1$



$\frac{2\pi t}{T_1} = \frac{\pi}{2} + 2\pi n$ $\qquad \frac{2\pi t}{3T_1} = -\frac{\pi}{2} + 2\pi k$

$t_1 = \frac{\pi T_1}{2\cdot 2\pi} + \frac{2\pi n \cdot T_1}{2\pi} = \frac{T_1}{4} + \frac{nT_1}{2}$

$t_1 = \left(-\frac{\pi}{2} + 2\pi k\right)\cdot\frac{3T_1}{2\pi} = -\frac{3T_1}{4} + 3T_1 k$

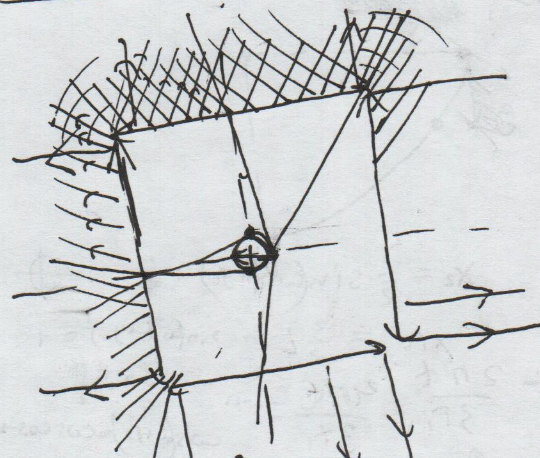
$\frac{T_1}{4} + nT_1 = -\frac{3T_1}{4} + 3T_1 k$

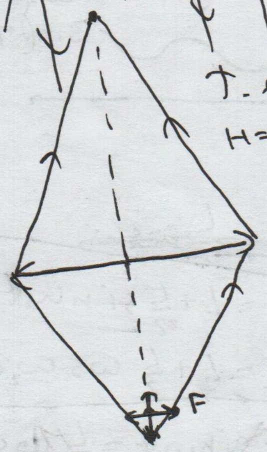
$T_1 = T_1(3k - n)$

$3k = n \quad k : 3$

$t_1 = \frac{T_1}{4} + nT_1 \qquad \frac{T_1}{4}$

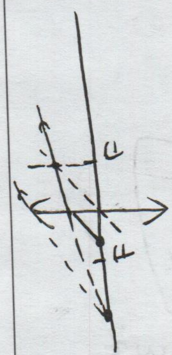
$\frac{T_1}{4} + 3T_1 =$

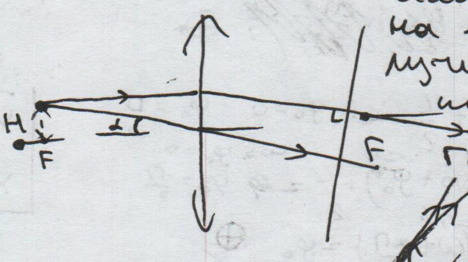




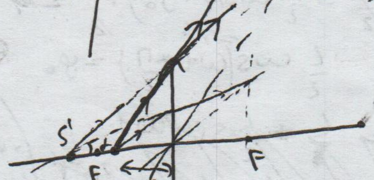
т.е. $\alpha_{вых} = 45^\circ$

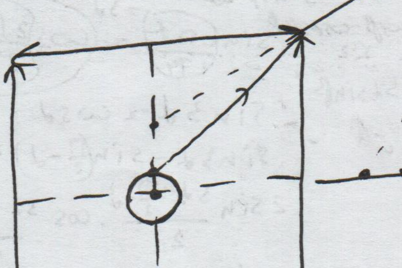
$H = F$

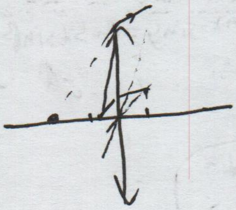




Если поднять ист. на высоту H, то все лучи будут идти под углом α к ГОО, где $\operatorname{tg}\alpha = \frac{H}{F}$







$\frac{1}{F} = \frac{1}{F-R} - \frac{1}{f}$; $\frac{1}{f} = \frac{1}{F-R} - \frac{1}{F} = \frac{F - F + R}{F(F-R)} = \frac{R}{F(F-R)}$

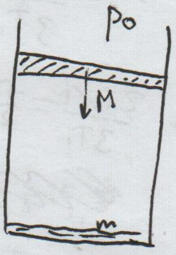
$f = \frac{F(F-R)}{R}$

$\operatorname{tg}\alpha_{рас} = \frac{a}{f} \qquad F = a$

$\operatorname{tg}\alpha_{рас} = \frac{aR}{a(a-R)} = \frac{R}{a-R} = 1$

$R = a - R$; $R = \frac{a}{2}$

Черновик



$p_н = 2{,}5 \cdot 10^5$ Па пока $t \leq 100^\circ C$ в сосуде вода

потом происходит испарение воды. вся вода испарится.

$p_0 + MgS = p_{пара}^{в} + p_{н.п.}$ $\varphi = 100\%$

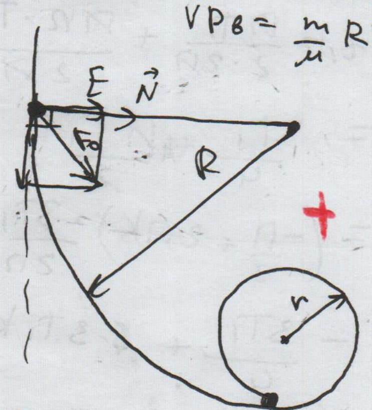
$10^5 + \frac{1000 \cdot 100}{10000}$

$\frac{p_п}{p_{н.п}} = 1$

$\begin{array}{r} 127 \\ +273 \\ \hline 400 \end{array}$

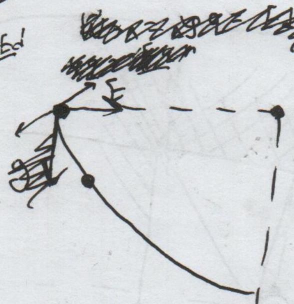
$Vp_в = \frac{m}{\mu}RT$; $V = \frac{mRT}{p_в \mu} = 9 \cdot 10^{-3} \cdot 8{,}31 \cdot$

3.9.1



$E \longrightarrow$

$\vec{F_0} = \vec{E}q + m\vec{g}$



$x_1 = \frac{L}{2}\sin\omega t + \frac{L}{2}$

$x_2 = \frac{L}{2}\sin(\omega t + \varphi_0) + \frac{L}{2}$

$x(0) = \frac{3}{2}L \rightarrow \sin(\omega t + \varphi_0) = 1$

$\varphi_0 = \frac{\pi}{2}$

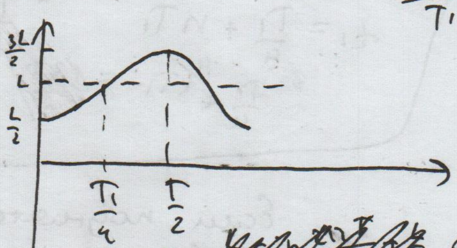
$x_2 = \frac{L}{2}\cos\omega t + L$

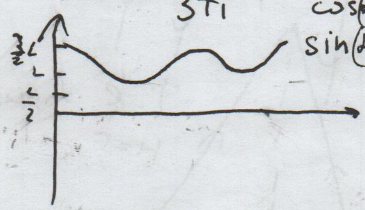
$\frac{2\pi t}{T_1} + \pi = \frac{2\pi t}{3T_1}$

$\frac{4\pi t}{3T_1} = -\pi$

$\cos(\alpha+\beta) = \cos\cos - \sin\sin$

$\sin(\alpha+\beta)\sin(\alpha-\beta)$





$x_1 = \frac{L}{2}(\sin(\varphi_0) + \frac{L}{2}$ $\sin\varphi_0 = 0$ $\varphi_0 = 0$

$\cos\varphi_0 = 0$

$x(0) = \frac{L}{2} = \frac{L}{2}\cos(0 + \varphi_0) + \frac{L}{2}$ $\varphi_0 = -\frac{\pi}{2}$

$\frac{L}{2}\cos(\omega t - \frac{\pi}{2}) = \varphi_0$

~~$x_1 = \frac{L}{2}\cos\omega$~~

$$\boxed{\begin{aligned} x_1 &= L + \frac{L}{2}\sin\omega_1 t \\ x_2 &= L + \frac{L}{2}\cos\omega_2 t \end{aligned}}$$

$\frac{L}{2}\sin\omega_1 t = \frac{L}{2}\cos\omega_2 t$

$x = \frac{L}{2}\sin\omega t$

$\sin(\alpha+\beta) = \sin\alpha\cos\beta + \cos\alpha\sin\beta$

$\sin(\alpha-\beta) = \sin\alpha\cos\beta - \cos\alpha\sin\beta$

$\sin x + \sin$

$\sin x - \sin y = 2\cos\alpha\sin\beta$ $\frac{x+y}{2}$ $\frac{x-y}{2}$

$\sin\frac{2\pi t}{T_1} = \cos\frac{2\pi t}{3T_1}$ $= 3\alpha$ $= \alpha$

$x = L + \frac{L}{2}\sin\omega t$

$x(\frac{T}{4}) = L + \frac{L}{2} \cdot \sin\frac{2\pi T}{4T}$

$\sin 3\alpha = \cos\alpha$

$\sin 3\alpha - \sin(\frac{\pi}{2} - \alpha) = 0$

$2\sin\frac{3\alpha + \frac{\pi}{2} - \alpha}{2} \cdot \cos\frac{3\alpha - \frac{\pi}{2} + \alpha}{2} = 0$

$\sin 3\alpha = \sin 2\alpha\cos\alpha + \cos 2\alpha\sin\alpha =$

$= 2\sin\alpha\cos\alpha \cdot \cos\alpha + \sin\alpha(1 - 2\sin^2\alpha) =$

$= 2\sin\alpha(1 - \sin^2\alpha) + \sin\alpha(1 - 2\sin^2\alpha) =$

$= 2\sin\alpha - 2\sin^3\alpha + \sin\alpha - 2\sin^3\alpha =$

$= 3\sin\alpha - 4\sin^3\alpha$

$\sin(\alpha + \frac{\pi}{4}) \cdot \cos(2\alpha - \frac{\pi}{4}) = 0$

$\sin(\alpha + \frac{\pi}{4}) = 0$

$\cos(2\alpha - \frac{\pi}{4}) = 0$

$\left[\begin{aligned} &\alpha + \frac{\pi}{4} = 2\pi t \\ &2\alpha - \frac{\pi}{4} = \frac{\pi}{2} + \pi k \end{aligned}\right.$

$t = \frac{15T_1}{16}$

$\frac{2\pi t}{3T_1} = \frac{\pi}{8}$

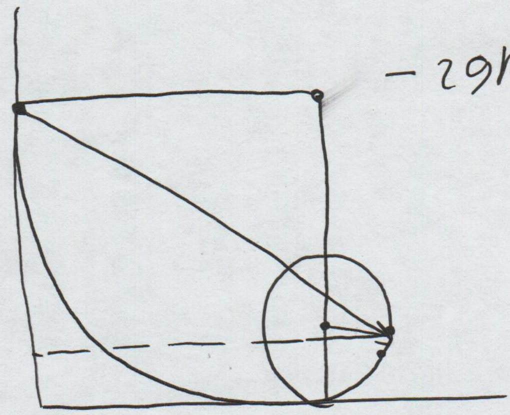
$t = \frac{3T_1}{16}$

$2\alpha = \frac{\pi}{4} + \pi k$; $\alpha = \frac{\pi}{8}$

$2\alpha = \frac{\pi}{4} + \pi = \frac{5\pi}{4}$ $\alpha = \frac{5\pi}{8} = \frac{2\pi t}{3T_1}$

65-18-10-81 (47.1)

Черновик



$$-2gR\cos\alpha + 2\frac{EqR}{m}\left(\frac{-\cos\alpha\sin 2\alpha}{2\sqrt{2+2\cos 2\alpha}} +\right.$$

$$-2gR\cos\alpha + \frac{2EqR}{m}\left(\frac{-\sin 2\alpha\cos\alpha}{2\sqrt{2+2\cos 2\alpha}} + \sqrt{2+2\cos 2\alpha}(-\sin\alpha)\right) = 0$$

$$\cancel{2}gR\cos\alpha + \frac{\cancel{2}EqR}{m}\cdot\frac{\sin 2\alpha\cos\alpha}{2\sqrt{2+2\cos 2\alpha}} + \cancel{2}\sqrt{+2\cos 2\alpha}\sin\alpha = 0$$

$$gR\cos\alpha + \frac{EqR}{m}\cdot\frac{\sin 2\alpha\cos\alpha}{2\sqrt{2+2\cos 2\alpha}} + \sqrt{2+2\cos 2\alpha}\sin\alpha = 0$$

$$mgR\sqrt{2+2\cos 2\alpha}\cdot\cos\alpha + \frac{EqR}{\cancel{m}}2\sin\alpha\cos^2\alpha + \sqrt{2+2\cos 2\alpha}\sin\alpha = 0$$

Оценка изменена с "50" на "68"

Председателю апелляционной комиссии олимпиады школьников „Ломоносов"
Ректору МГУ имени М.В.Ломоносова академику В.А. Садовничему
от участницы заключительного этапа по профилю „Физика"
Ложкиной Екатерины Дмитриевной

Апелляция.

Прошу пересмотреть мой индивидуальный предварительный результат заключительного этапа, а именно 50 баллов, поскольку считаю, что балл за задачу 4.5.1 должен быть поднят, так как в чистовике приведено верное решение этой задачи, соответствующее авторскому решению, а жюри проверили решение этой задачи с черновика и соответственно выставили баллы за решение с черновика. Также прошу пересмотреть баллы, выставленные за задачу 5.4.1, поскольку считаю, что задача решена частично верно, проанализированы случаи, когда будут освещены темные области, ~~ход~~ построен ход лучей в этих случаях, получен ответ с погрешностью 11,8%.

Подтверждаю, что я ознакомлена с Положением об апелляциях на результаты олимпиады школьников „Ломоносов" и осознаю, что мой индивидуальный предварительный результат может быть изменен, в том числе в сторону уменьшения количества баллов.

Дата: 24.03.2023

Подпись: