



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант № 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

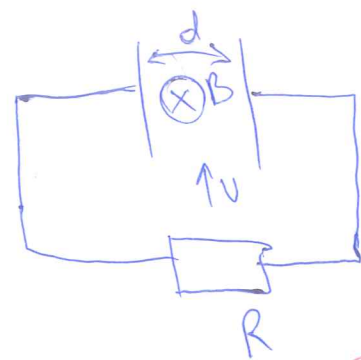
Синевской Полины Антоновны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
« 14 » февраля 2025 года

Подпись участника

Черновик

N°3



Дано:

$$P_m = 1 \text{ мВт}$$

$$R = 0,4 \text{ Ом}$$

$$U = 10 \text{ мВ}$$

$$B = 1 \text{ Тл}$$

$$d = ?$$

$$P_m = U_{\text{ТМ}} = \frac{U_m^2}{R} = \frac{2Ug^2}{R}$$

$$U_m = \sqrt{P_m \cdot R}$$

$$\frac{U_m}{\sqrt{2}} = \mathcal{E} = \frac{\Phi}{\Delta t} = \frac{B \cdot d \cdot v \cdot \Delta t \cdot \cos 90^\circ}{\Delta t} = Bdv$$

$$\Rightarrow 2B^2 d^2 v^2 = P_m \cdot R$$

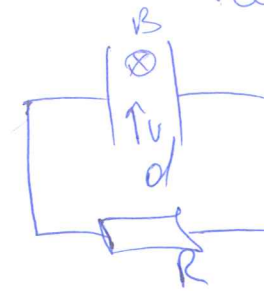
$$\Rightarrow d = \frac{\sqrt{P_m \cdot R}}{\sqrt{2} \cdot B \cdot v}$$

$$= \frac{\sqrt{1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,4}}{\sqrt{2} \cdot 1 \cdot 10 \cdot 10^{-2}} = \frac{\sqrt{10^{-4} \cdot 4}}{\sqrt{2} \cdot 0,1} = \frac{0,01 \cdot 2}{\sqrt{2} \cdot 0,1} = 0,2 \text{ м}$$

Ответ: $0,2 \text{ м} = 20 \text{ см}$

Черновик

N°3



$$P_m = 1 \text{ мВт} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Вт}$$

$$P = UI = I^2 R = \frac{U^2}{R}$$

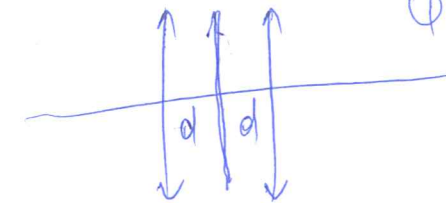
$$I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{10^{-3}}{0,4}} = \sqrt{\frac{10^{-2}}{4}} = \sqrt{\frac{1}{4 \cdot 100}}$$

$$= \frac{1}{20} = 0,05 \text{ А}$$

$$\mathcal{E} = BvL$$

$$\Phi T_1: \frac{1}{d} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F_1} \Rightarrow F_1 = \frac{d}{2}$$

$$\Phi T_2: \frac{1}{d} + \frac{1}{3d} = \frac{1}{F_2} \Rightarrow F_2 = \frac{3d}{4}$$



$$\Gamma = \frac{F_2}{F_1} = 3$$

$$F_2 = 3F_1$$

$$F_1 = F_2 = \frac{F_1}{d_1} = \frac{F_2}{d_2}$$

$$d_1 + d_2 = 2d$$

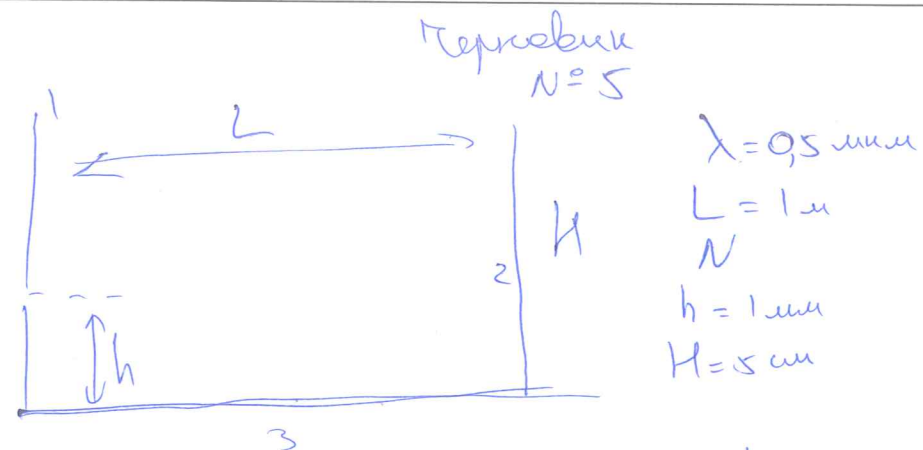
$$F_1 = x d_1 \quad F_2 = x d_2$$

$$\frac{1}{d_1} + \frac{1}{x d_1} = \frac{d}{2} \quad \frac{1}{d_2} + \frac{1}{x d_2} = \frac{3d}{4}$$

$$\frac{x+1}{x d_1} = \frac{d}{2} \quad \frac{x+1}{x d_2} = \frac{3d}{4}$$

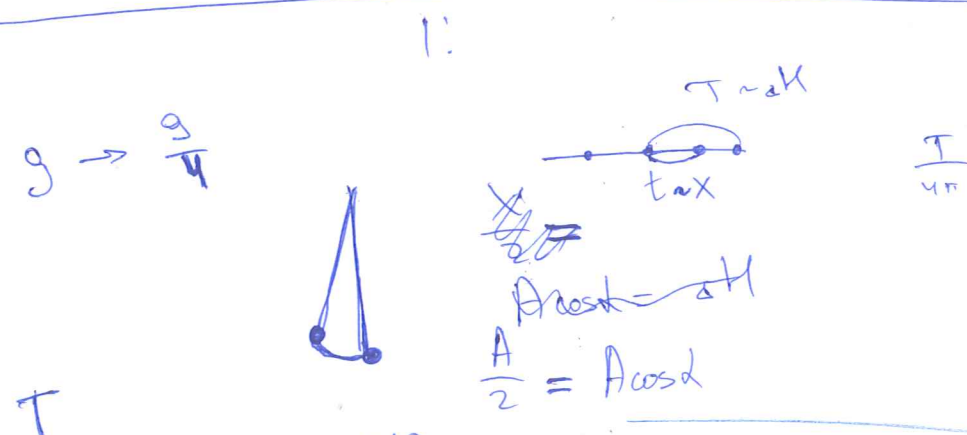
$$\frac{x+1}{x d_1} = \frac{d}{2} \quad \frac{x+1}{x(2d-d_1)} = \frac{3d}{4}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 3,14 \\ \times 4 \\ \hline 1256 \end{array}$$



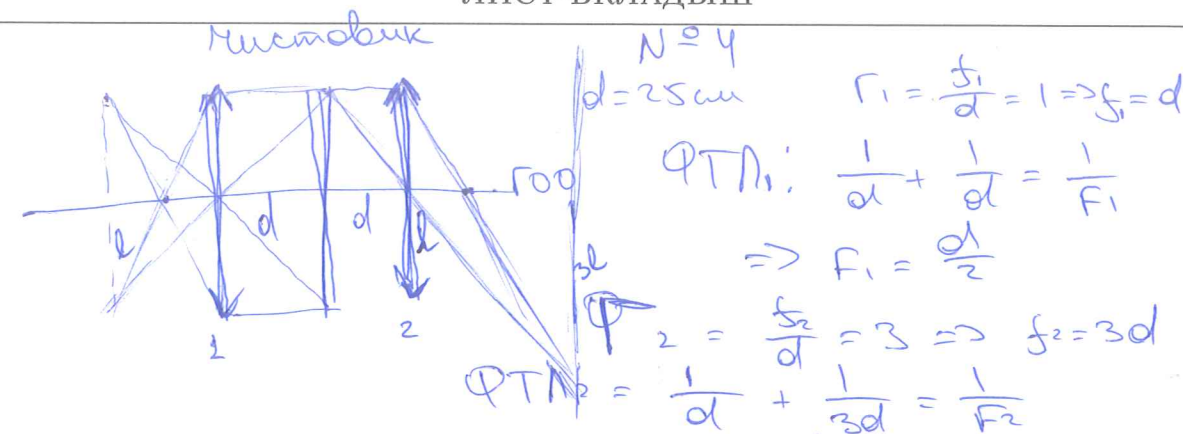
$\Delta x = \lambda \frac{L}{d} = \lambda \frac{L}{h}$
 $N = \frac{H}{\Delta x} = \frac{H h}{\lambda L}$

$= \left(\frac{0.5 \cdot 10^{-2} \cdot 0.5 \cdot 10^{-6} \cdot 1}{10^{-3}} \right) = \frac{0.5 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-3}}{0.5 \cdot 10^{-6} \cdot 1} = \frac{H h}{\lambda L} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{0.5 \cdot 10^{-7}} = 100$



$240 = 4 \cdot 60$
 $250 = 4$
 $125 \cdot 2 = 250$
 $62.5 \cdot 4 = 250$

09-17-05-25
(1.11)



Или измерением:
 $\Gamma = \frac{f_1}{d_1} = \frac{f_2}{d_2}$
 $f_1 = r d_1$
 $f_2 = r d_2$
 $2d = d_1 + d_2 \Rightarrow d_2 = 2d - d_1$

$\Phi T \Pi_{1+2}: \frac{1}{d_1} + \frac{1}{r d_1} = \frac{2}{d}$
 $\frac{1}{d_2} + \frac{1}{r d_2} = \frac{4}{3d}$
 $\frac{r+1}{r d_1} = \frac{2}{d}$
 $\frac{r+1}{r d_2} = \frac{4}{3d}$
 $\frac{r+1}{r(2d-d_1)} = \frac{4}{3d}$
 $d(r+1) = 2r d_1$
 $3d(r+1) = 4r(2d-d_1)$

$\begin{cases} r d + d = 2r d_1 \\ 3r d + 3d = 8r d_1 - 4r d_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} r(2d_1 - d) = d \\ r(5d - 4d_1) = 3d \end{cases}$

$\Rightarrow \frac{d}{2d_1 - d} = \frac{3d}{5d - 4d_1}$
 $3(2d_1 - d) = 5d - 4d_1$
 $6d_1 - 3d = 5d - 4d_1$
 $10d_1 = 8d$
 $d_1 = \frac{4}{5}d$

$x = d - d_1 = d - \frac{4}{5}d = \frac{1}{5}d = \frac{1}{5} \cdot 25 \text{ см} = 5 \text{ см}$ (к лау мизе)
 Ответ: 5 см

Числовик №5

Зеркало "делает" из 1ой
изем две. Так создаются
и интерференционные полосы

• Ширина полос:

$$\Delta x = \lambda \frac{L}{2h}$$

расстояние между центрами 2h

• кол-во полос - это высота экрана
поделить на ширину полос:

$$N = \frac{H}{\Delta x} = \frac{H \cdot 2h}{\lambda L} =$$

$$= \frac{5 \cdot 10^{-2} \cdot 2 \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 1} = \frac{10^{-4}}{5 \cdot 10^{-7}} = 200$$

Ответ: 200 полос

Числовик №1

ПЗН.
 $mg = kx$

3(Э): $mgh = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{2gh}$

$$\frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2} + 2mgh = \frac{2mv^2}{2} + \dots$$

$$2ghm = 2mu^2$$

$$u = \sqrt{gh}$$

3(Э): $\frac{2mu^2}{2} + \frac{kx^2}{2} + 2mgh = \frac{k(x-\Delta x)^2}{2} + 2mg(h+\Delta x)$

$$mu^2 + \frac{kx^2}{2} + 2mgh = \frac{kx^2}{2} - kx\Delta x + \frac{k\Delta x^2}{2} + 2mg\Delta x$$

$$mgh = 2mg\Delta x - mg\Delta x + \frac{k\Delta x^2}{2}$$

$$mgh = mg\Delta x + \frac{k\Delta x^2}{2}$$

$2mg = k(x+\Delta x) = 2ux$

$mg = k\Delta x$

$\frac{kx^2}{2} + \frac{2mv^2}{2} + 2mgh = \frac{k(x-\Delta x)^2}{2}$

$$\frac{kx^2}{2} + \frac{2mv^2}{2} = 2mgh + \frac{k(x-\Delta x)^2}{2}$$

$$mv^2 = 2mgh + \frac{kx^2}{2} - kx\Delta x + \frac{k\Delta x^2}{2}$$

$$mv^2 = 2mgh + mg\Delta x + \frac{k\Delta x^2}{2}$$

$$mv^2 = mg\Delta x + \frac{k\Delta x^2}{2}$$

$$mg\Delta x + \frac{2mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{2mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2}$$

$$2mg\Delta x + 2mgh + kx^2 = 2mv^2 + 4kx^2$$

$$2m(g\Delta x + gh - v^2) = 3kx^2$$

1,4
x 1,4
5,6
1,4
1,8

Червович №1

$$\frac{4kx^2}{2} + \frac{2mv^2}{2} = 2mg\Delta H + \frac{k(x-\Delta H)^2}{2} = mgx + \frac{2mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2}$$

$$2mg\Delta H + \frac{kx^2}{2} - kx\Delta H + \frac{k\Delta H^2}{2} = mgx + \frac{2mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2}$$

$$mg\Delta H + \frac{k\Delta H^2}{2} = mgx + mgh$$

$$w = \sqrt{\frac{2m}{k}} \quad w^2 = \frac{2m}{k} \Rightarrow k = \frac{2m}{w^2}$$

$$mg = kx \Rightarrow x = \frac{mg}{k} = \frac{mg}{2m} \cdot w^2 = \frac{w^2 g}{2}$$

$$k\Delta H^2 + 2mg\Delta H - 2mg \frac{w^2 g}{2} - mgh = 0$$

$$k\Delta H^2 + 2mg\Delta H - mg(w^2 + g) = 0$$

$$\Delta = 4m^2 g^2 + 4 \cdot k \cdot mg(w^2 + g) = 4m^2 g^2 + 4 \cdot \frac{2m}{w^2} \cdot mg(w^2 + g)$$

$$= 4m^2 g^2 + 8m^2 g^2 + 8 \frac{m^2}{w^2} \cdot gh = 12m^2 g^2 + 8 \frac{m^2}{w^2} gh$$

$$\Delta H_{1,2} = \frac{-2mg \pm \sqrt{12g^2 + \frac{8gh}{w^2}}}{2 \cdot \frac{2m}{w^2}} = \frac{-g \pm \sqrt{3g^2 + \frac{2gh}{w^2}}}{\frac{2}{w^2}}$$

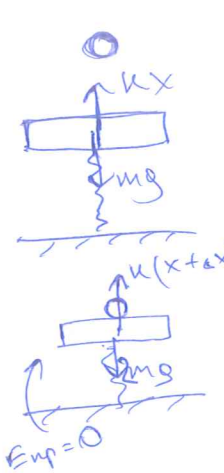
$$\Rightarrow \frac{\sqrt{3g^2 + \frac{2gh}{w^2}} - g}{\frac{2}{w^2}} = \frac{\sqrt{3 \cdot 10^2 + \frac{2 \cdot 10 \cdot 0,2}{5^2}} - 10}{\frac{2}{5^2}} =$$

$$= \frac{\sqrt{300 + \frac{4}{25}} - 10}{\frac{2}{25}} = \frac{\sqrt{\frac{7504}{25}} - 10}{\frac{2}{25}} \approx \frac{\frac{855}{5} - 10}{\frac{2}{25}} =$$

$$\frac{17-10}{2} \cdot 25 \approx 87,5$$

09-17-05-25
(1.11)

Числовик №1



Равновесие вначале $\Sigma F_i: mg = kx$
Равновесие после удара
 $\Sigma F_i: 2mg = k(x + \Delta x) = 2kx$
 $\Rightarrow \Delta x = x$

Относительно этого состояния будет меняться потенциальная энергия, но есть при колебаниях в нём $V_{max} = V_{max}$ (уже ЗСЗ)

По есть чтобы достичь максимальной высоты или бросить нужно спуститься на Δx за t и потом спуститься вниз до крайнего положения, где E_{max} , $E_k = 0$, снова достичь E_{max} и подняться вверх, где E_{max} , но есть пределы $\frac{3}{4}$ периода
Время $T_{общ} = t + \frac{3}{4}T$

Когда шарик падает, ЗСЗ!

$mgh = \frac{2mv^2}{2}$ (в 1-й момент после падения шарика не учитываем $\Rightarrow E_{пот}$)
 $\Rightarrow v = \sqrt{gh}$

Ур. колебаний: $x + w^2 \ddot{x} = 0$

$w = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{w}$

ЗСЗ см. выше до "равновесия"

$$2mg \cdot x + \frac{2mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{2mV^2}{2} + \frac{k(2x)^2}{2}$$

$$2mgx + mgh + \frac{kx^2}{2} = mV^2 + 2kx^2$$

$$2mgx + mgh = mV^2 + \frac{3mgx}{2}$$

$$\frac{mgx}{2} + mgh = mV^2$$

$$g(h + \frac{x}{2}) = V^2$$

Ф. расхождения без времени:

$$x = \frac{V^2 - V_0^2}{2a} \Rightarrow 2ax = gh + \frac{gx}{2} - \frac{gx}{2}$$

$$\Rightarrow a = \frac{g}{4}$$

$$V_{max} = V + at \Rightarrow \sqrt{g(h + \frac{x}{2})} =$$

Числовик $\rightarrow N \approx 1$ 3(Э) между E_{max} и E_{min} :

$$\frac{2mU_m^2}{2} + \frac{k(2x)^2}{2} = 2mg \cdot \Delta H + \frac{k(2x - \Delta H)^2}{2}$$

$$mU_m^2 + 2kx^2 = 2mg\Delta H + 2kx^2 - 2kx\Delta H + \frac{k\Delta H^2}{2}$$

$$mg(h + \frac{x}{2}) = 2mg\Delta H - 2mg\Delta H + \frac{k\Delta H^2}{2}$$

$$mgh + \frac{mgx}{2} = \frac{k\Delta H^2}{2}$$

$$mU_m^2 = \frac{k\Delta H^2}{2}$$

$$\text{Ур. колебаний: } m(\Delta H')^2 = \frac{k\Delta H^2}{2}$$

$$2mg\Delta H' \cdot \Delta H'' + \frac{2k\Delta H \cdot \Delta H''}{2} = 0$$

$$\Delta H + \frac{2m}{k} \Delta H'' = 0$$

$$\text{ур. колебаний: } \omega = \sqrt{\frac{2m}{k}} \Rightarrow k = \frac{2m}{\omega^2}$$

$$kx = mg \Rightarrow x = \frac{mg}{k} = \frac{mg}{2m} \cdot \omega^2 = \frac{\omega^2 g}{2}$$

$$mgh + mg \cdot \frac{\omega^2 g}{2} = \frac{k\Delta H^2}{2}$$

Рассмотрим движение в направлении ΔH

$$mgh + \frac{m\omega^2 g^2}{4} = \frac{k\Delta H^2}{2}$$

$$\Delta H = \sqrt{\frac{2mg}{k} \left(h + \frac{\omega^2 g}{4} \right)} = \sqrt{2x \left(h + \frac{\omega^2 g}{4} \right)}$$

$$\frac{\Delta H}{x} = \frac{T}{4} : \quad \frac{\sqrt{\frac{2mg}{k} \left(h + \frac{\omega^2 g}{4} \right)}}{\frac{\omega^2 g}{2}} = \frac{T}{4}$$

$$\Rightarrow t = \frac{\frac{T\omega^2 g}{8}}{\sqrt{\frac{2mg}{k} \left(h + \frac{\omega^2 g}{4} \right)}} = \frac{2\pi\omega g}{8\sqrt{2x \left(h + \frac{\omega^2 g}{4} \right)}} =$$

$$= \frac{\pi\omega g}{4\sqrt{2\frac{\omega^2 g}{2} \left(h + \frac{\omega^2 g}{4} \right)}} = \frac{\pi\omega g}{4\sqrt{\omega^2 g \left(h + \frac{\omega^2 g}{4} \right)}}$$

$$T = t + \frac{3T}{4} = \frac{\pi\omega g}{4\sqrt{\omega^2 g \left(h + \frac{\omega^2 g}{4} \right)}} + \frac{3}{4} \cdot \frac{2\pi}{\omega} =$$

Числовик $\rightarrow N \approx 1$

$$= \pi \left(\frac{\omega g}{4\sqrt{\omega^2 g \left(h + \frac{\omega^2 g}{4} \right)}} + \frac{3}{2\omega} \right) =$$

$$= 3,14 \left(\frac{8 \cdot 10}{4\sqrt{5 \cdot 10 \left(0,2 + \frac{5 \cdot 10}{4} \right)}} + \frac{3}{2 \cdot 5} \right) =$$

$$= 3,14 \left(\frac{80}{4\sqrt{250 \cdot (62,7)}} + \frac{3}{10} \right) =$$

$$= 3,14 \left(\frac{80}{4 \cdot 5 \sqrt{627}} + \frac{3}{10} \right) \approx$$

$$= 3,14 \left(\frac{8}{2 \cdot 28,5} + \frac{3}{10} \right) = 3,14 \cdot \frac{4}{10} = \frac{12,56}{10} = 1,256$$

Ответ: 1,256 с

