

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 3

Место проведения Москва  
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов  
наименование олимпиады

по физике  
профиль олимпиады

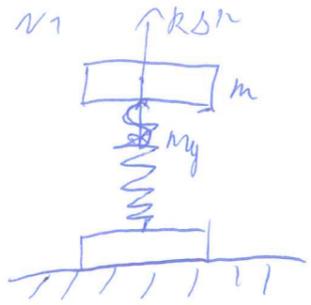
Семин Андрей Алексеевич  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

вышел в 14<sup>51</sup>  
вернулся в 14<sup>53</sup>

Дата  
«14» февраля 2025 года

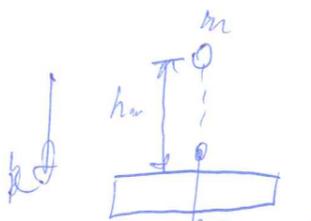
Подпись участника  
А.Сем

Черновик  
N1



$R - ?$   
 $mg = kx \Rightarrow x = \frac{mg}{k}$

$\frac{18}{3}$   
 $\frac{54}{54}$



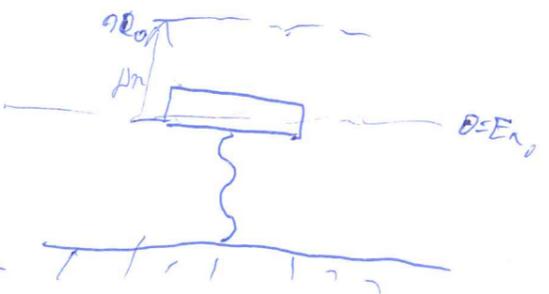
$gh = \frac{v_0^2}{2} \Rightarrow v_0 = \sqrt{2gh}$

ЗСН:  $2mg = kx_0 \Rightarrow x_0 = \frac{2mg}{k}$

Новое положение:

$2mg = kx_0 \Rightarrow x_0 = \frac{2mg}{k}$

$\frac{k \cdot (mg)^2}{2k}$



$\frac{(mg)^2}{2k} + mgh = \frac{(mg)^2}{2k} + \frac{2mU^2}{2}$

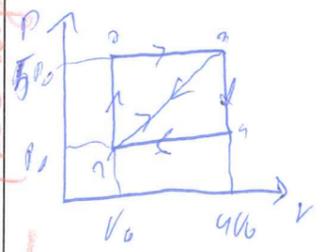
$\frac{87}{45} \mid \frac{45}{9,76}$   
 $\frac{120}{45}$   
 $\frac{45}{4950}$

$\frac{45}{5} \quad \frac{28}{5}$

$\frac{18}{3}$   
 $\frac{54}{54}$   
 $\frac{84}{116}$   
 $\frac{49}{49}$

72-05-74-28  
(3.12)

Черновик  
N2



Изотермический процесс расширения  $\Rightarrow$  работа в цикле  
но по условию работа  $A = \frac{1}{8} \cdot 4P_0 \cdot 3V_0 = 6P_0V_0$

$\eta = \frac{A}{Q_{12}}; Q = DU + A = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A$   
 $Q_{12331} = Q_{12} + Q_{23} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1 + T_3 - T_2) = \frac{3}{2} \nu R (T_3 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R (20P_0V_0 - 3P_0V_0) = \frac{3}{2} \nu R (17P_0V_0) = 25.5 P_0V_0$

$Q_{12341} = Q_{12} + A = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + A_{12} = \frac{3}{2} \cdot 20P_0V_0 - \frac{3}{2} \cdot 3P_0V_0 + A_{12} = \frac{3}{2} \cdot 17P_0V_0 + 3P_0 \cdot 3V_0 = \frac{3}{2} \cdot 19P_0V_0 + 9P_0V_0 = 28.5 P_0V_0$

$\frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{A}{Q_{12341}} \cdot \frac{Q_{12331}}{A} = \frac{Q_{12331}}{Q_{12341}} = \frac{25.5 P_0V_0}{28.5 P_0V_0} = \frac{25.5}{28.5} = 0.89$

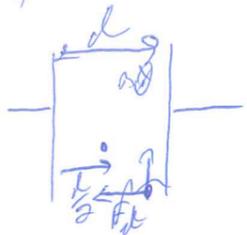
Отв: КПД цикла  $\eta = 0.89$

20

W	86
E	15
4	20
3	15
2	20
1	16

А. С. Сидоров

Численно  
№ 7



Рассмотрим участок, который у нас от катушки  
на R-м от от катушки  
просто от катушки, то R. Если у нас есть дотемпер  
плывал ее вправо.

Из эф-а видно следует, что работа эл. тока  
которая совершается маг. силой

с напряжением U' равна работе силы Лоренца т.е.:

$$I \cdot U \cdot d = qU \Rightarrow d = \frac{qU}{I}$$

Результатом равно  $I R = \frac{U^2}{R} \Rightarrow U = \sqrt{P R}$

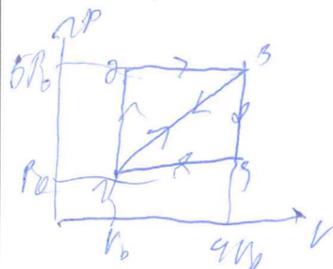
$$\Rightarrow d = \frac{\sqrt{P R} R}{I} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 0,4}{1 \cdot 10^{-2} \cdot 0,4} = \frac{2 \cdot 10^{-2} \cdot 2}{4 \cdot 10^{-2}} = 0,1 \frac{м}{с} = 10 \frac{см}{с}$$

онб; работа силы Лоренца со U - то 10  $\frac{см}{с}$

Нет полей  
внутри  
сопротив

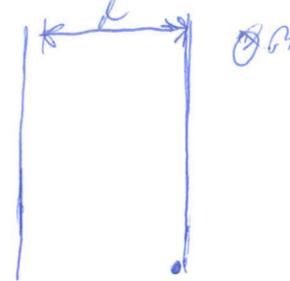


Чертеж № 4



№ 3

$$P = UI = \frac{U^2}{R} \Rightarrow U = \sqrt{PR}$$



$$l = \frac{A}{a_{11}} \quad (A_{1234} = |A_{1342}| = \frac{1}{2} \cdot 4R \cdot 2R = 6R^2)$$

$$\frac{U^2}{R} = q \cdot \Delta \phi \Rightarrow \Delta \phi = \frac{U^2}{qR}$$

$$d = \frac{m \cdot v}{qB}$$

$$d = \frac{m \cdot v^2}{2qB}$$

$$d \cdot q \cdot \Delta \phi = qU \Rightarrow U = d \cdot \Delta \phi = 1$$

$$P^2 R^2 = U^2 d^2 \Rightarrow d = \frac{P^2 R^2}{U^2} = \frac{P^2 R^2}{P R} = \frac{P R}{U}$$

$$= \frac{10^{-6} \cdot 16 \cdot 10^{-2}}{10 \cdot 10^{-2} \cdot 1} = 2 \cdot 10^{-2} \cdot 10 = 0,2 \text{ м, а реально } 0,4 \dots$$

$$\frac{U}{2R} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{0,4 \cdot 1} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^{-1} \cdot 1} = 10^{-1} = 0,1 \frac{см}{с}$$

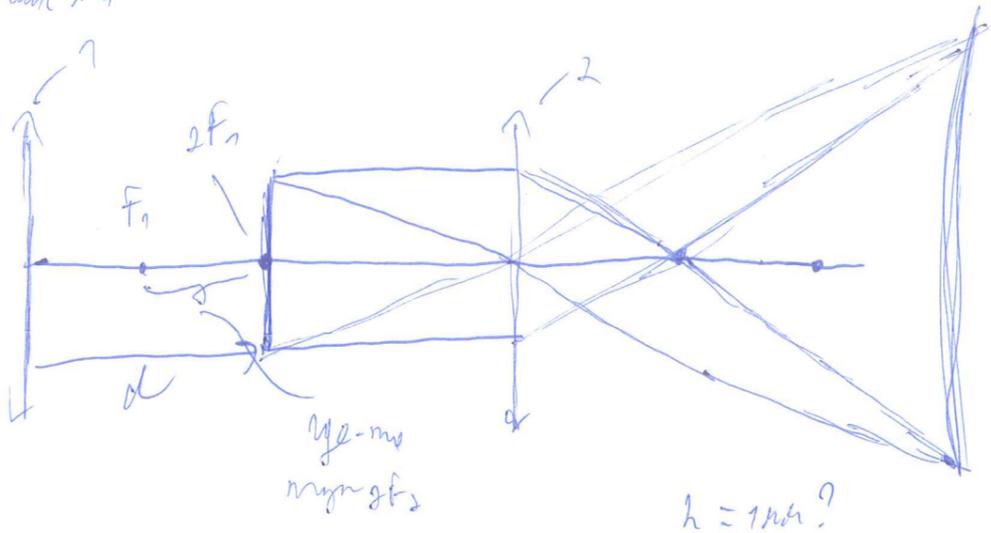
$$\frac{l + x}{d - x} = \frac{25 + 5}{25 - 15} = \frac{30}{10} = 3 \quad \alpha = \frac{h}{L}$$

$$h \sin \alpha = d = \frac{h}{L}$$

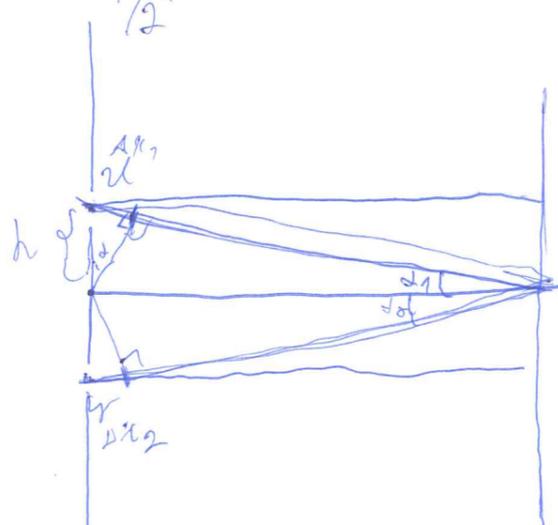
$$\frac{25 \cdot 2h}{2h} = 2h \lambda = \Delta x \quad \frac{25 \cdot 2h}{2} = 2h = \frac{4h}{2} = 2 \cdot \frac{2h \cdot h}{2}$$

$$\alpha = \frac{\Delta x}{h} = \frac{h}{L}$$

Мертвострелка



перелом - предмет в центре



$$\Delta n_1 = h_1 d_1 \quad d_1 = \frac{h_1}{L}$$

$$\Delta n_2 = h_2 d_2 \quad d_2 = \frac{h_2}{L}$$

$$h_1 = \frac{h_2}{2} + y_2$$

$$d_2 = \frac{h_2}{2} + y_2$$

$$\Delta n = \Delta n_1 - \Delta n_2 = \frac{1}{L} (h_1^2 - h_2^2)$$

$$\Delta n = \frac{y_2 h_0}{L} = \lambda \left( \frac{1}{2} + 2n \right) \frac{y_2 h_0}{2\lambda} \quad n = \frac{y_2 h_0}{2\lambda}$$

$$n = \frac{y_2 h_0}{2\lambda} \quad h = \frac{y_2 h_0}{L} \quad h_0 = 2h \quad \frac{h^2}{2} = \lambda h = \frac{h \cdot 2h}{L} = \frac{2h^2}{L}$$

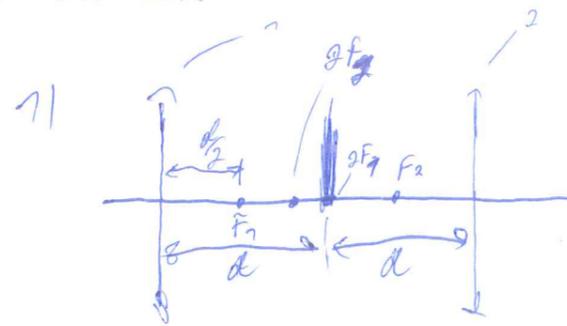
$$n = \frac{2hN}{L\lambda} \Rightarrow n = \frac{2\lambda N}{2M} = d = \frac{N L \lambda}{2M}$$

$$\frac{1}{2} + 2n = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 4 \cdot 10^2}{2 \cdot 10^{-5}} = \frac{200 \cdot 4 \cdot 10^{-5}}{2 \cdot 10^{-5}} = \frac{100 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^{-5}} = 50 \cdot 10^{-1} = 5$$

$$\frac{200 \cdot 1 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 4 \cdot 10^{-2}} = \frac{200 \cdot 15 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 5 \cdot 10^{-2}} = 100 \cdot 10^{-6} = 10^{-3} \text{ м}$$

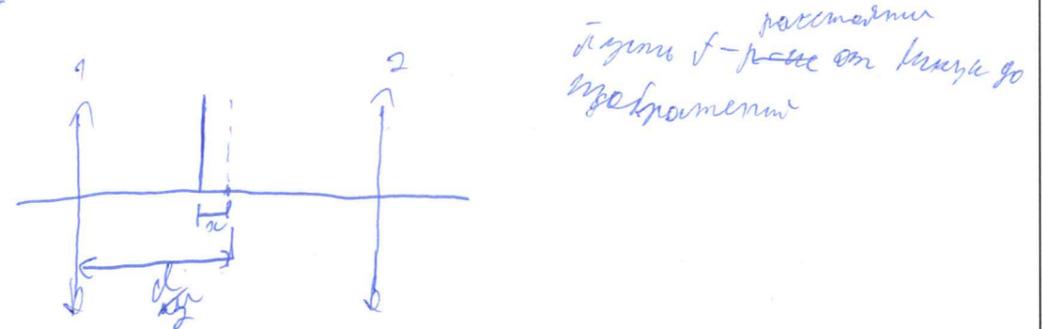
72-05-74-28  
(3.12)

19 Умножен



Если дана не полн. система  
перелом  $\Rightarrow$ , зная расстояние  
можно определить фокусное  
расстояние  $\Rightarrow$   $f_1 = \frac{d}{2}$

Если дана полн. система то зная расстояние  $f_1$  и  $f_2$  и  $2f_2$ .  
(можно все найти, зная  $f_1$  и  $2f_2$ )  
Умножен  $\Rightarrow$  зная  $f_1$  и  $2f_2$  можно найти  $f_2$  и  $d$ .



$$\frac{1}{d-2n} + \frac{1}{f} = \frac{1}{d} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{d} - \frac{1}{d-2n}$$

$$= \frac{2d-2n-d}{d(d-2n)} = \frac{d-2n}{d(d-2n)} = \frac{1}{d} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{d}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{f} - \frac{1}{d-2n} = \frac{1}{d} = \frac{2d-2n-d}{d(d-2n)} = \frac{d-2n}{d(d-2n)}$$

$$\Rightarrow f_1 = \frac{d(d-2n)}{d-2n} \quad f_2 = \frac{f_1}{2} = \frac{d}{2}$$

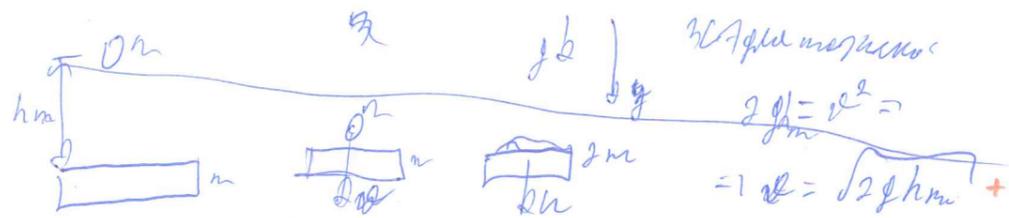
для умнож. системы:  
 $\frac{1}{d+2n} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{f}$ ;  $f_2 = \frac{f_1}{2} \Rightarrow f_2 = \frac{d(d+2n)}{d-2n}$

Умножен  $\Rightarrow$  зная  $f_1$  и  $2f_2$  можно найти  $f_2$  и  $d$ :  
 $f = \frac{f_0}{d}$ ;  $\frac{1}{d} + \frac{1}{f_0} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{d} + \frac{1}{f_0} = \frac{1}{d} + \frac{d-2n}{d(d+2n)}$

$$\Rightarrow \frac{1}{f_0} = \frac{d-2n+d-d+2n}{d(d+2n)} \Rightarrow \left( \frac{1}{f_0} = \frac{f_0}{d} = \frac{d+2n}{d-2n} \right) = 2 \text{ умнож.}$$

Условие №1

Рассмотрим равновесие шарика и системы:



Условие:  $m \cdot \sqrt{2gh} = 2mx \Rightarrow x = \frac{\sqrt{2gh}}{2} = \frac{\sqrt{2 \cdot 10 \cdot 0.1}}{2} = \frac{\sqrt{2}}{2} = 1 \text{ м} = \sqrt{2gh} +$

Условие:  $mgx = \frac{kx^2}{2} \Rightarrow k = \frac{2mg}{x} = \frac{2 \cdot 0.1 \cdot 10}{1} = 2 \text{ Н/м}$

$\frac{m v^2}{2} = \frac{k x_0^2}{2} - \text{Условие равновесия шарика}$

Известно, равновесие:  $2mg = kx_0 \Rightarrow x_0 = \frac{2mg}{k} +$

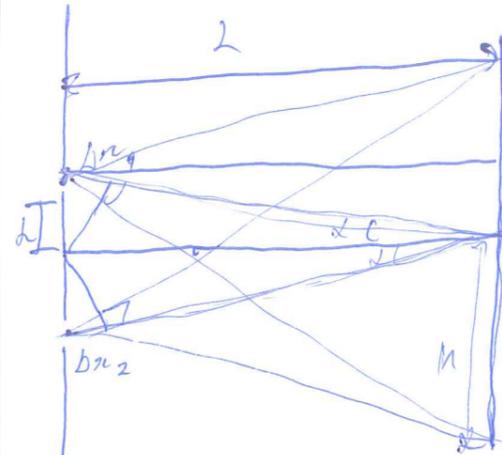
$m v^2 = \frac{4mg^2}{k} \Rightarrow v^2 = \frac{4mg^2}{k} \Rightarrow gh = \frac{4mg^2}{k} \Rightarrow k = \frac{4mg}{h} = \frac{4 \cdot 0.1 \cdot 10}{0.1} = 40 \text{ Н/м}$

$k = \frac{4 \cdot 0.1 \cdot 10}{0.1} = \frac{4 \cdot 1}{1} = 4 \text{ Н/м} = 50 \text{ Н/м}$

72-05-74-28  
(3.12)

$N \in \text{число}$

Интерференция возникает из-за разности хода в интерференции. При этом частота волн постоянна, но меняется амплитуда.



Угол малые  $\rightarrow \sin \alpha \approx \alpha \approx \frac{y}{D}$   
 расстояние до экрана  $y$  и расстояние до центра экрана  $2h$ , вычисляем разность хода  $\Delta x$  зеркала  $1H$ .

$\Delta x =$  разность хода лучей  $\rightarrow$  разность

кон-ков разности хода  $\Delta x$   $\rightarrow$   $\Delta x = \frac{h}{L}$  ?

$h_1 + h_2 = 2h$   
 $\Delta x_1 = \frac{h_1^2}{2L}$ ;  $\Delta x_2 = \frac{h_2^2}{2L}$        $h_1 = \frac{h + 2h}{2} = 1.5h$   
 $h_2 = \frac{2h - h}{2} = 0.5h$

$\Delta x = \Delta x_1 - \Delta x_2 = \frac{1}{2L} (h_1^2 - h_2^2) = \frac{4h \cdot h}{2L} = \frac{2h^2}{L}$  — для  $N$ -ого максимума

максимум  $\Rightarrow \Delta x = 2N \cdot \lambda$

$\frac{2h^2}{L} = 2N \cdot \lambda \Rightarrow h = \frac{N \lambda L}{2}$        $h = \frac{100 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 1}{2 \cdot 1,5 \cdot 10^{-2}} \text{ м} =$

$= 100 \cdot 10^{-6} \text{ м} = 1 \text{ мм}$

Отсюда расстояние расположено на высоте 1 мм от зеркала