

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

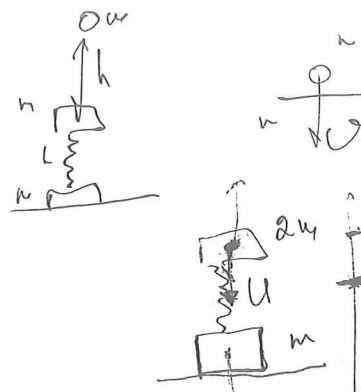
Ромашкова Семён Анатольевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

входит 1339 - 1340
срок 1355

Дата
« 14 » февраля 2025 года

Подпись участника
Ромашков

Черновик



$v = \sqrt{2gh}$ +

$mv = 2mU \Rightarrow U = \frac{v}{2}$ +

$p_{x0} = \left(\frac{m}{k} \right) \frac{m}{k}$

$\Delta x = \frac{2m}{k}$

$0 = mgy = mgy - kx$

$2m\ddot{x} = 2mgy - kx$

$\ddot{x} + \frac{k}{2m}x = gy$

$\ddot{x} + \frac{k}{2m}\left(x - \frac{2mgy}{k}\right) = 0$

$\frac{m}{k} - \frac{2m}{k}$

$y \neq x - \frac{2m}{k}$

$\ddot{y} + \frac{k}{2m}y = 0$

$\omega = \sqrt{\frac{k}{2m}}$

$y(t) = A \cdot \cos(\omega t + \varphi_0)$

$y'(t) = -A\omega \sin(\omega t + \varphi_0)$

$y(0) = y(0) = -\frac{m}{k}$

$y'(0) = U$

$y(0) = A \cdot \cos \varphi_0 = -\frac{m}{k}$

$y'(0) = -A \cdot \frac{k}{2m} \cdot \sin \varphi_0 = U = \sqrt{\frac{2gh}{2}}$

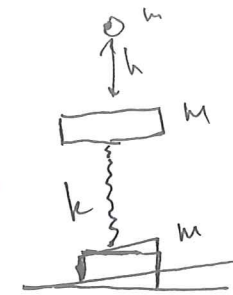
$A^2 = \left(\frac{m}{k} \right)^2 + \frac{m}{k} \frac{2gh}{k}$

$A \cos \varphi_0 = -\frac{m}{k}$

$-A \sin \varphi_0 = \sqrt{\frac{2gh}{2}} \cdot \sqrt{\frac{2m}{k}} = \sqrt{\frac{mgh}{k}}$

Черновик

Задачи 1.1.2.



Рассуждения применимы шарика.

$\sum F_y \neq 0$, но и m , и k то же

но ударные силы, т.е. за очень короткий промежуток Δt они не влияют на движение системы

Тогда ЗСМ: $mv = 2mU \Rightarrow U = \frac{v}{2}$ +

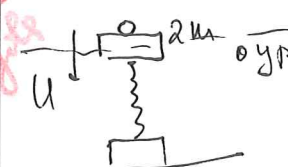
Или $\Rightarrow$ по ЗСЭ: $mU^2 = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{2gh}$

Условие, что колебания будут гармоническими — значит, брусок всё время не повиснет. Иначе, если он оторвется, то колебания только брусок с шариком превратятся в свободные колебания.

Усл. отрыва:



$N = 0 \Rightarrow F_y \geq mgy$ +



Пружина упруго деформируется и $\Delta x_0 = \frac{m}{k}$

Амплитуда $\neq 0$ (иначе) $\Rightarrow \Delta(K+N) = 0 \Rightarrow K+N+W = \text{const}$

$\frac{2m}{k} U^2 + k \frac{x_0^2}{2} = k \frac{(x_{\text{кр}} - x_0)^2}{2} + 2mgy_{\text{кр}}$

$k(x_{\text{кр}} - x_0) = mgy \Rightarrow x_{\text{кр}} - x_0 = \frac{m}{k} \Rightarrow x_{\text{кр}} = \frac{2m}{k}$ +

$\frac{m}{k} U^2 + \frac{k}{2} \left(\frac{m}{k} \right)^2 = \frac{k}{2} \left(\frac{m}{k} \right)^2 + 2mgy \cdot \frac{2m}{k}$

$\frac{2gh_{\text{max}}}{2} = \frac{2m}{k} \Rightarrow h_{\text{max}} = \frac{2m}{k} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 10}{100} = 0,08 \text{ м} = 8 \text{ см}$ +

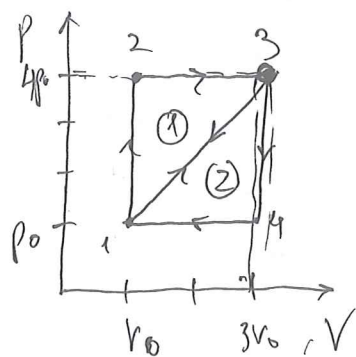
Ответ: 8 см +

37-68-37-64
(2.13)

восемьдесят

1	20	Семьдесят
2	20	Восемьдесят
3	12	Пятьдесят
4	18	Шестьдесят
5	15	Сорок
6	10	Тридцать
7	5	Двадцать
8	0	Десять
9	0	Ноль

Чисовик
Задача 2.2.2



$$\frac{\eta_2}{\eta_1} = ?$$

A_2 — мощность по графику $p(V)$
Значит $A_{y1} = A_{y2} = A$.

Тогда $\eta_2 = \frac{A}{Q_{H2}}$ $\eta_1 = \frac{A}{Q_{H1}}$

$$\frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{Q_{H1}}{Q_{H2}} (*)$$

$$Q_{H1} = Q_{12} + Q_{23} = \Delta U_{12} + \Delta U_{23} + A_{23} = \Delta U_{13} + A_{23}$$

$$Q_{H2} = Q_{13} = \Delta U_{13} + A_{13}$$

$$\Delta U_{13} = \frac{3}{2} (4p_0 \cdot 3V_0 - p_0 V_0) = \frac{3}{2} \cdot 11 p_0 V_0; A_{23} = 4p_0 \cdot 2V_0 = 8 p_0 V_0$$

$$A_{13} = \frac{p_0 + 4p_0}{2} \cdot 2V_0 = 5 p_0 V_0$$

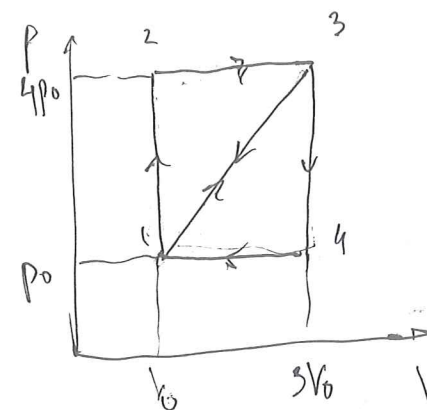
$$Q_{H1} = \frac{3}{2} \cdot 11 p_0 V_0 + 8 p_0 V_0 = \frac{33 + 16}{2} p_0 V_0 = \frac{49}{2} p_0 V_0$$

$$Q_{H2} = \frac{33}{2} p_0 V_0 + 5 p_0 V_0 = \frac{43}{2} p_0 V_0$$

Тогда (*) имеет вид $\frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{\frac{49}{2} p_0 V_0}{\frac{43}{2} p_0 V_0} = \frac{49}{43}$

Ответ: $\frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{49}{43}$

Черновик
2



$$\frac{\eta_2}{\eta_1} = ?$$

$$\eta_1 = \frac{A}{Q_{H1}} \quad \eta_2 = \frac{A}{Q_{H2}}$$

$$\frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{Q_{H1}}{Q_{H2}}$$

$$Q_{H1} = Q_{12} + Q_{23}$$

$$Q_{H2} = Q_{13}$$

3.

$$F_n \uparrow \quad F_g \downarrow$$

$$q \cdot B = F_n$$

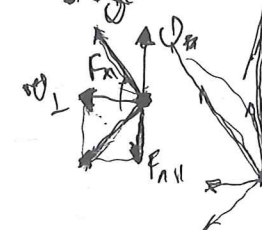
$$U = \int B \cdot dl$$

$$P_{\text{м}} = \frac{U^2}{R}$$

$U \rightarrow \text{max}$

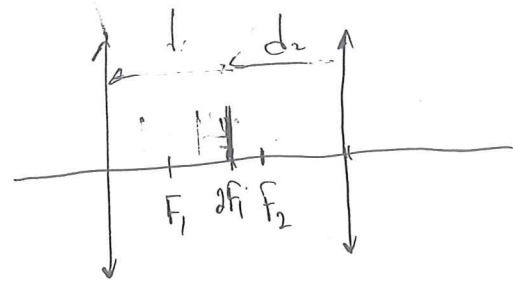
$$\varepsilon = \frac{A}{q}$$

$$\varepsilon = \frac{A}{q} = \frac{F_n \cdot l}{q}$$



Чирновик

4



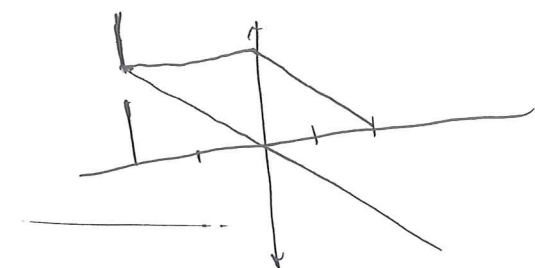
$$F_2 = 3 = \frac{b_2}{a_2} \Rightarrow b_2 = 3a_2$$

$$\frac{1}{b_2} + \frac{1}{a_2} = \frac{1}{F_2}$$

$$\frac{1}{3a_2} + \frac{1}{a_2} = \frac{1}{F_2}$$

$$\frac{4}{3} \cdot \frac{1}{a_2} = \frac{1}{F_2}$$

$$a_2 = \frac{4}{3} F_2$$



$$Q_1 = b_1 \quad d_1 = f_1 = 2F_1$$

$$d_2 = \frac{4F_2}{3} \quad f_2 = 4F_2$$

$$d_1' = d_1 - x \quad \frac{f_1'}{d_1'} = \frac{f_2'}{d_2'}$$

$$d_2' = d_2 + x$$

$$d_1 = d_2$$

$$2F_1 = \frac{4F_2}{3}$$

$$F_1 = \frac{2F_2}{3}$$

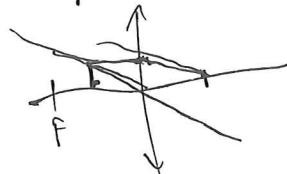
$$\frac{1}{d_1' - x} + \frac{1}{f_1'} = \frac{1}{F_1}$$

$$\frac{1}{d_2' + x} + \frac{1}{f_2'} = \frac{1}{F_2}$$

$$\begin{cases} \frac{1}{d-x} + \frac{1}{f_1'} = \frac{1}{F_1} \\ \frac{1}{d+x} + \frac{1}{f_2'} = \frac{1}{F_2} \\ \frac{d-x}{f_1'} = \frac{f_2'}{d+x} \end{cases}$$

$$F_1 = \frac{2F_2}{3}$$

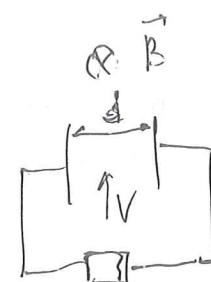
$$1 + \frac{1}{F_1} = \frac{d-x}{f_1'}$$



Чистовик

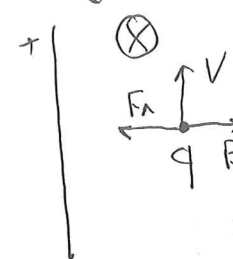
Задача 3.3.2

$$P_m = \frac{U_m^2}{R} \quad (*)$$



Приним U на резисторе = U на "конденсаторе"

Т.к. когда индукция убывает // пластинам и индукция
можно считать бесконечно малой. Рассмотрим этот поток линий,
вышедших из неё какую-то положительную часть с зарядом $q > 0$.



На ней будет индуцирована отрицательная зарядовая поверхность.
Но когда индукция убывает постепенно с r - от центра

Аналогично если иметь больший, то можно считать, что со стороны
плоскости. А значит, наши 2 пластины это некий
конденсатор. Везде, где есть, допустим, какой-то E .

$$F_1 = E \cdot q = \oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = E \cdot q \Rightarrow E = \frac{q}{\epsilon_0 S}$$

$$U = E \cdot d = \frac{q \cdot d}{\epsilon_0 S} \Rightarrow P_m = \frac{U^2 B^2 d^2}{R}$$

$$B^2 = \frac{P_m \cdot R}{U^2 \cdot d^2} \Rightarrow B = \frac{\sqrt{P_m \cdot R}}{U \cdot d} = \frac{\sqrt{1 \cdot 10^{-3} \cdot 0.4}}{0.1 \cdot 0.4} =$$

$$= \frac{\sqrt{4 \cdot 10^{-4}}}{0.4 \cdot 0.1} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^{-2}} = \frac{1}{2} \text{ Тл}$$

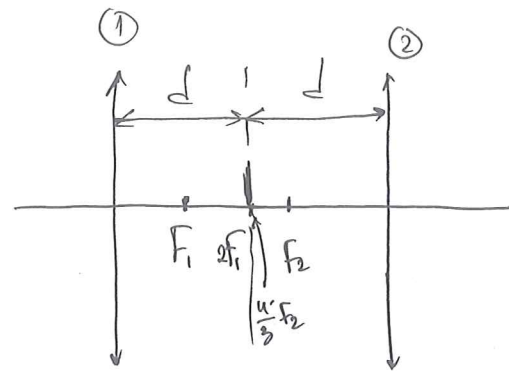
Ответ: 0,5 Тл

12.8. 2-й вентр.
спираль
источника

37-68-37-64
(2.13)

Источники

Задача 4.8.2



Т.к. первая минимума дает расстояние от центра
изображения до увеличения ($\Gamma=1$)
тоо значит, что для неё принцип равен
в её увеличении $\frac{1}{2}$ $\oplus$
т.е. $2F_1 = d \Rightarrow F_1 = \frac{d}{2}$

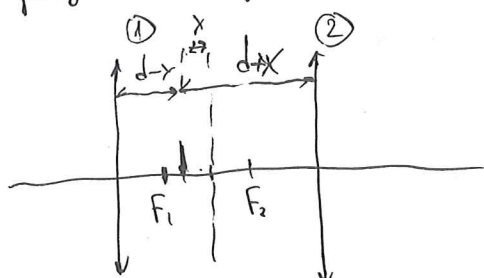
Разделим с 2 минимума

$$\frac{F_2}{d} = 3 \Rightarrow F_2 = 3d \quad \frac{1}{d} + \frac{1}{F_2} = \frac{1}{F_2}$$

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

$$\frac{4}{3d} = \frac{1}{F_2} \Rightarrow F_2 = d = \frac{4}{3} F_1 \Rightarrow F_2 = \frac{3}{4} d$$

Итак, теперь, когда мы знаем принцип увеличения, мы можем
Очевидно, что принцип необходимо знать. И если
изображение в 1 раз увеличивается, а в 2 раз уменьшается, т.е.
разности между F_1 и F_2 не хватает. Значит, новое изображение
разно, вытекает из принципа.



$$\begin{cases} \frac{1}{d-x} + \frac{1}{F_1} = \frac{1}{F_1} \cdot (d-x) \parallel F_1 = \frac{d}{2} \\ \frac{1}{d+x} + \frac{1}{F_2} = \frac{1}{F_2} \cdot (d+x) \parallel F_2 = \frac{3}{4} d \end{cases}$$

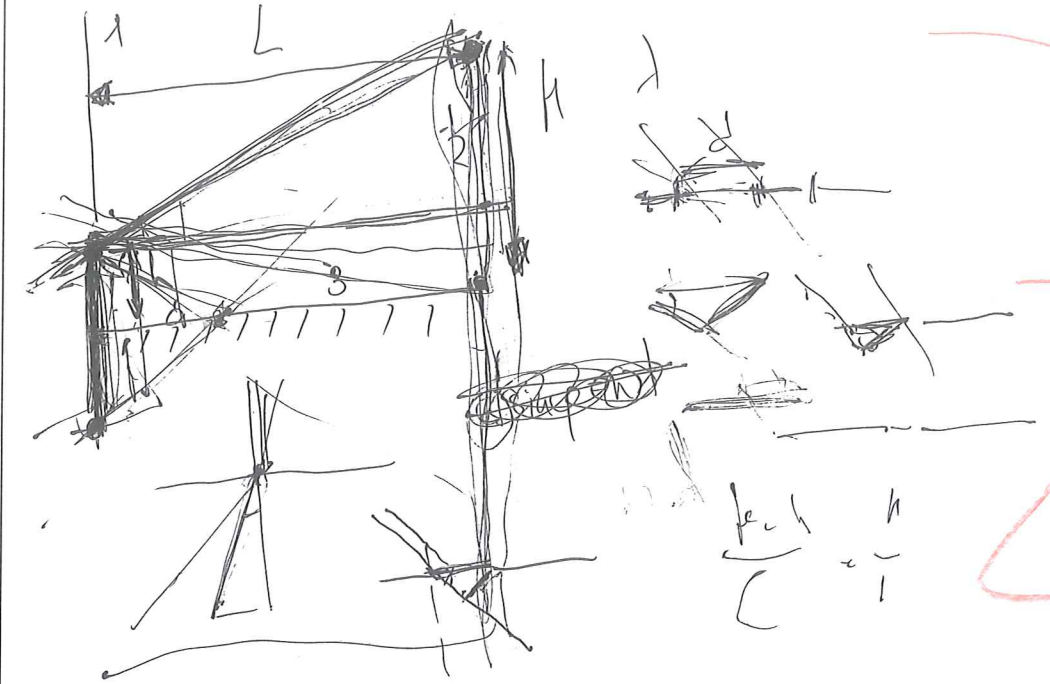
$$\begin{cases} 1 + \frac{d-x}{F_1} = \frac{d-x}{\frac{d}{2}} \\ 1 + \frac{d+x}{F_2} = \frac{d+x}{\frac{3}{4} d} \end{cases} \Rightarrow \frac{d-x}{\frac{d}{2}} = \frac{d+x}{\frac{3}{4} d}$$

$$\frac{3}{2} d - \frac{3}{2} x = d + x$$

$$\frac{d}{2} = \frac{5}{2} x \Rightarrow d = 5x = 25 \text{ см}$$

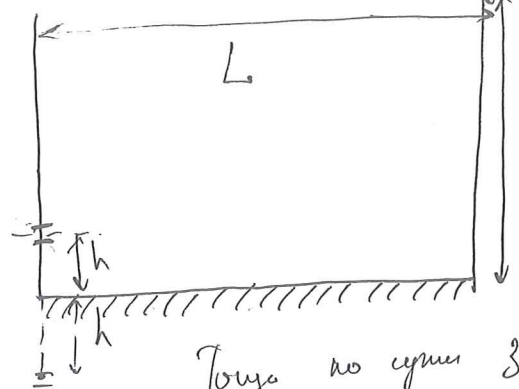
много

5. Черновики



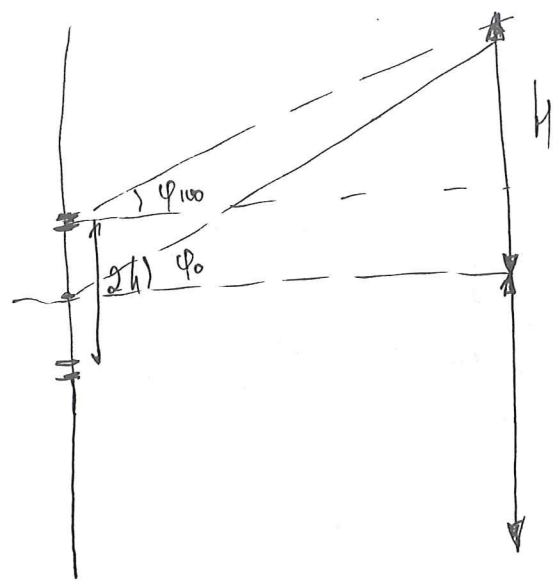
Отвѣт: $I = 25 \text{ мА}$ (+)

Исходник
Задача 5.8.2



Все лучи, которые упадут на зеркало, но лучи будут иметь минимальное искажение в "зазеркалье"

То же, но если зеркало можно убрать и тогда лучи 2 уйдут и на половину будет по $\frac{N}{2} = 100$ ноль.



Т.к. $l \leq L$ $\varphi_{100} \approx \varphi_0$
условие интерференции

$$2h \cdot \sin \varphi_0 = \frac{N}{2} \cdot \lambda$$

$$2h \cdot \frac{H}{\sqrt{H^2 + L^2}} = \frac{N}{2} \cdot \lambda$$

$$\frac{4h \cdot H}{N \lambda} = \sqrt{H^2 + L^2}$$

$$\left(\frac{4h \cdot H}{N \lambda} \right)^2 = H^2 + L^2$$

$$L^2 = H^2 \left(\frac{4h}{N \lambda} \right)^2 - H^2$$

$$L = H \sqrt{\left(\frac{4h}{N \lambda} \right)^2 - 1} = 0,05 \cdot \sqrt{\left(\frac{14 \cdot 10^{-5}}{200 \cdot \frac{1}{2} \cdot 10^{-6}} \right)^2 - 1} =$$

$$= 0,05 \sqrt{\left(\frac{1000 \cdot 4}{100} \right)^2 - 1} = 0,05 \sqrt{1600 - 1} =$$

$$\approx 0,05 \cdot 40 = 2 \text{ м}$$

Отв: $\underline{L = 2 \text{ м}}$