

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов

по физике

Колобовой Екатерины Андреевны

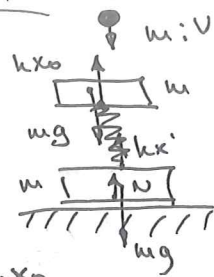
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«14» февраля 2025 года

Подпись участника

1.1.2. $m=0,1 \text{ кг}$
 $k=100 \text{ Н/м}$
 $k_{\text{max}} = ?$: колеб. гарн



Колеб. будут гармонич. если маленький брусок всегда остается на месте $\Rightarrow$

$$\sum F_y: N = mg - kx' = 0$$

$$\Rightarrow x' = \frac{mg}{k}$$

$\Rightarrow$ пружинка растяг. на x'

$$\text{ЗСЭ: } mgh = \frac{mV^2}{2}$$

$$V^2 = 2gh$$

$$kV = 2m \cdot u$$

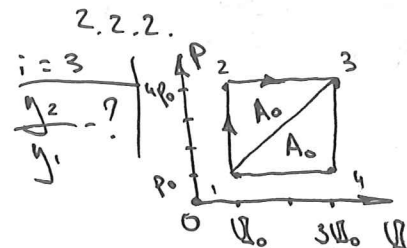
$$u = \frac{V}{2}$$

$$\Rightarrow E = \text{const} \Rightarrow \frac{2m \cdot V^2}{2} = mg(x_0 + x') =$$

$$\frac{2mV^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2} = mg\left(\frac{mg}{k}\right) + \frac{k \cdot \left(\frac{mg}{k}\right)^2}{2}$$

$$V^2 = \frac{2kmg^2}{k} = 2gh$$

$$\Rightarrow k_{\text{max}} = \frac{2mg}{h}$$



$$2A_0 = 3\rho_0 \cdot 2V_0 \Rightarrow A_0 = 3\rho_0 V_0$$

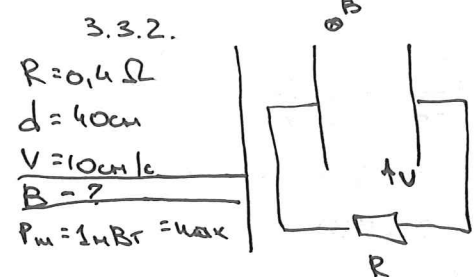
$$1-2-3-1: Q_{1-2-3} = \frac{3}{2} (12\rho_0 V_0 - \rho_0 V_0) + 8\rho_0 V_0 =$$

$$= \left(\frac{33}{2} + \frac{16}{2}\right) \rho_0 V_0 = \frac{49}{2} \rho_0 V_0$$

$$J_1 = \frac{3\rho_0 V_0}{\frac{49}{2} \rho_0 V_0} = \frac{6}{49}$$

$$1-3-4-1: Q_{1-3-4} = Q_{1-2-3} - A_0 = \frac{49-6}{2} \rho_0 V_0 = \frac{43}{2} \rho_0 V_0$$

$$J_2 = \frac{3\rho_0 V_0}{\frac{43}{2} \rho_0 V_0} = \frac{6}{43} \Rightarrow \frac{J_2}{J_1} = \frac{49}{43}$$



$$U = \frac{A_{\text{ext. max}}}{q} = \frac{\int qVB \cdot dr}{q} = \frac{VBd}{q} = I \cdot R$$

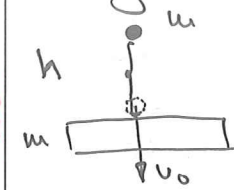
$$F = qVB$$

$$P = I^2 \cdot R = \frac{VB^2 d^2}{R}$$

$$B = \frac{\sqrt{PR}}{Vd} = \frac{\sqrt{10^{-3} \cdot 4 \cdot 10^{-1}}}{10^{-1} \cdot 4 \cdot 10^{-1}} = \frac{2 \cdot 10^{-2}}{4 \cdot 10^{-2}} = 0,5 \text{ Тл}$$

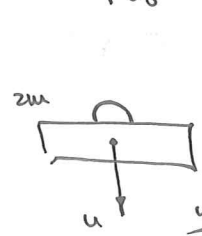
95-24-05-09
 (2.11)

Задача 1.1.2.



1) Найдём скорость шарика (m) прямо в момент перед столкновением:

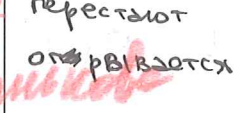
$$\text{ЗСЭ: } mgh = \frac{mV_0^2}{2} \Rightarrow V_0^2 = 2gh$$



2) Найдём скорость сближающихся шариков: Брусок + шарик: т.к. за удар пружина не успевает деформироваться.

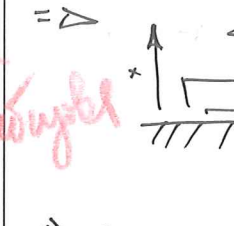
$$\Rightarrow \text{Сила упругости} = \text{конст} \text{ и } \Delta t \text{ мало} \Rightarrow \text{Затем ЗСЭ: } y = mV_0 = 2m \cdot u \Rightarrow u = \frac{V_0}{2}$$

3) Найдём при каких условиях колебания перестают быть гармоническими: Если маленький брусок оторвётся от земли $\Rightarrow$ негармонич. колеб.

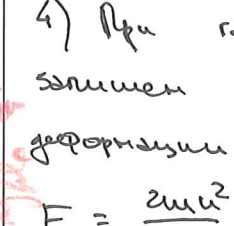


$$\sum F_y: x: N + kx' = mg$$

$$x' = \frac{mg}{k} \Rightarrow \text{макс деформация должна быть } x'$$

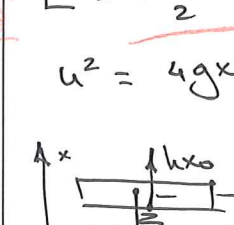


$$4) \text{ При гармонич. колебаниях энергии } E \text{ сохр.} \Rightarrow \text{Запишем ЗСЭ для момента столкнов. и момента макс. деформации:}$$



$$E = \frac{2mu^2}{2} + \frac{kx_0^2}{2} = 2mg \cdot 2x_0 + \frac{kx_0^2}{2}$$

$$u^2 = 4gx_0 = \frac{V_0^2}{4} \Rightarrow V_0^2 = 16gx_0 = 2gh$$

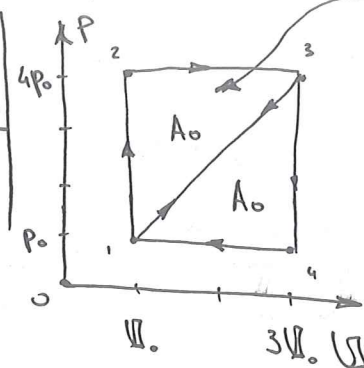


$$h = 8x_0 = 8 \frac{mg}{k} = \frac{0,1 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/с}^2 \cdot 8}{10^2 \text{ Н/м}} = \frac{8}{100} \text{ м} = 0,08 \text{ м}$$

Задача 2.2.2.

$i=3$

①: 1-2-3-1
②: 1-3-4-1



A_0 - работа за ① цикл
①) A_0 - работа за ② цикл,
т.к. работа за цикл - это
площадь под графиком $P(V)$
 $\Rightarrow 2A_0 = (4p_0 - p_0) \cdot (3V_0 - V_0) = 6p_0V_0$
 $A_0 = 3p_0V_0$

2) Найдём: Q_{H1} за ① цикл: это процесс 1-2-3:

ПНТ: $Q_{H1} = \frac{3}{2} (12p_0V_0 - p_0V_0) + 4p_0 \cdot 2V_0 = \frac{33+16}{2} p_0V_0 = \frac{49}{2} p_0V_0$

3) Найдём: Q_{H2} за ② цикл: т.к. это процесс 1-3, то
это Q_{H1} за ① цикл:

$Q_{H2} = Q_{H1} - A_0 = \left(\frac{49}{2} - \frac{6}{2} \right) p_0V_0 = \frac{43}{2} p_0V_0$

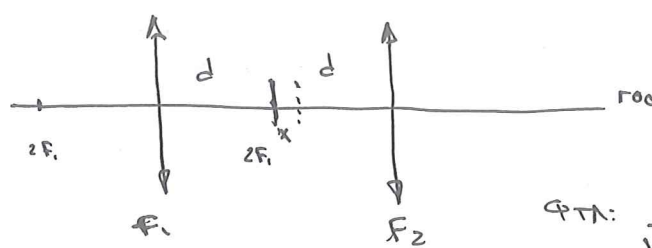
а) $\frac{y_2}{y_1} = \frac{\frac{A_0}{Q_{H2}}}{\frac{A_0}{Q_{H1}}} = \frac{Q_{H1}}{Q_{H2}} = \frac{49}{43}$ Ответ: $\frac{49}{43}$

4.8.2.

Зерновик

$d=2F$

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



$F_2 = \frac{3d}{4}$
 $F_1 = \frac{d}{2}$
 $b = \frac{F \cdot a}{a - F}$

$\Gamma = \frac{F_2}{d-x-F_2} = \left| \frac{\frac{3}{4}d}{\frac{d}{4}-x} \right|$

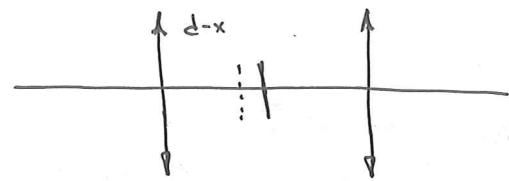
ФТЛ: $\frac{1}{d+x} + \frac{1}{\Gamma(d+x)} = \frac{1}{F_1}$

$\Gamma = \frac{F_1 \cdot \cancel{d+x}}{d+x-F_1} = \frac{\frac{d}{2}}{\frac{d}{2}+x}$

$\frac{3d}{d+4x} = \frac{d}{d+2x}$

$3d+6x = d-4x$

$d = -5x = 25\text{cm}$



$\Gamma = \frac{F_1}{(d-x)-F_1} = \frac{\frac{d}{2}}{\frac{d}{2}-x} = \frac{d}{d-2x}$

$\Gamma = \frac{F_2}{(d+x)-F_2} = \frac{\frac{3d}{4}}{\frac{d}{4}+x} = \frac{3d}{d+4x}$

$\frac{1}{d-2x} = \frac{3}{d+4x} \Rightarrow$

$\Rightarrow 3d-6x = d+4x$

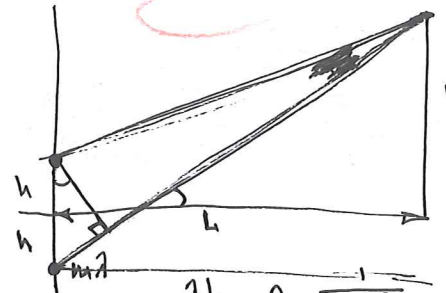
$2d = 10x \Rightarrow d = 5x = 25\text{cm}$

если стержень имеет массу то $\Gamma_1 \uparrow$ $\Gamma_2 \downarrow$
" $\frac{F_1}{a-F_1}$ $\frac{F_2}{a-F_2}$ только 1 вариант.

если вправо: то $\Gamma_2 \uparrow$ $\Gamma_1 \downarrow$

5.8.2.

$\lambda = 0.5\text{mm}$
 $L = ?$
 $h = 1\text{mm}$
 $H = 5\text{cm}$
 $N = 60$
 $h \ll L$



$x = \frac{\lambda L}{d} = \lambda \cdot 25 \sin \frac{\pi}{2}$
 $\alpha = \frac{\lambda N}{2h} = \frac{x \cdot N}{L} \Rightarrow x = \frac{\lambda L}{2h}$

$H = x \cdot N = \frac{\lambda L \cdot N}{2h} \Rightarrow L = \frac{2hH}{\lambda N} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{-2}}{0.5 \cdot 10^{-3} \cdot 60} = 1\text{m}$

$\sin \alpha = \frac{2h \cdot N \cdot \lambda}{2h} = \frac{H+h}{\sqrt{L^2 + (H+h)^2}} \Rightarrow$

$\frac{d}{2x-d} = \frac{3d}{-4x-d}$

$6x-3d = -4x-d$

$2d = 10x$

$\frac{d}{2x-d} = \frac{3d}{d+4x}$

$6x-3d = d+4x$

$2x = 4d$

$d = \frac{x}{2}$

Зерновым

$d = \frac{x}{2} \Rightarrow x = 2d$

$\Gamma = \frac{F_z}{3d - F_z} = \frac{\frac{5}{4}d}{\frac{3}{4}d - \frac{3}{4}d} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$

$\frac{1}{a} - \frac{1}{\Gamma a} = \frac{1}{F}$

$\frac{F - a}{aF} = \frac{1}{\Gamma a}$

$\Gamma = \frac{F}{F + a}$

$\frac{d}{3d - x} = \frac{\frac{3}{4}d}{d - x + \frac{1}{2}d} = \frac{\frac{3}{4}d}{\frac{3}{4}d + x} = \frac{3d}{d + 4x}$

$d + 4x = 9d - 3x$

$8d = 7x$

$d = \frac{7}{8}x$

$x = \frac{8}{7}d$

$\frac{15}{7}d$

95-24-05-09
(2.11)

Задача 3.3.2.

$R = 0,4 \text{ Ом}$
 $d = 0,4 \text{ м}$
 $V = 0,1 \text{ м/с}$
 $P_m = 10^3 \text{ Вт}$
 $B = ?$



1) Найти напряжение между пластинами:

$$U = \frac{A_{\text{электр}}}{q} = \frac{\int F_{\text{эл}} dx}{q} = \int V B \cdot dx = V B d$$

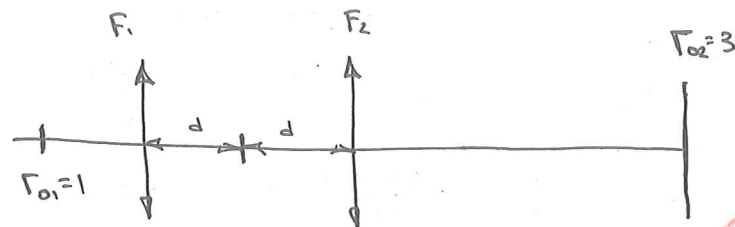
$$F_{\text{эл}} = qVB$$

Зн. $Q_{\text{эл}}$: $U = IR = V B d$

$$P_m = \frac{U^2}{R} = \frac{V^2 B^2 d^2}{R} \Rightarrow B = \frac{\sqrt{P_m \cdot R}}{V d} = \frac{\sqrt{10^3 \cdot 4 \cdot 10^{-1}}}{0,1 \cdot 4 \cdot 10^{-1}} T = \frac{2}{4} T = 0,5 T$$

Ответ: $B = 0,5 T$. 12.5. Ч-? внутри сопротив-е источника-?

Задача 4.8.2.
 $\Gamma_0 = 3$
 $x = 5 \text{ см}$
 $d = ?$



1) Найти формулу увеличения:

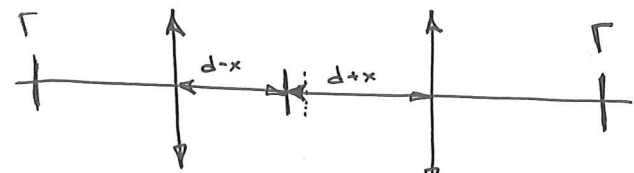
ФТЛ: $\frac{1}{a} + \frac{1}{\Gamma \cdot a} = \frac{1}{F} \Rightarrow \Gamma = \frac{F}{a - F}$

$b = \Gamma \cdot a$ *ошибка!*

2) Найти F_1 и F_2 через d :

$\Gamma_{01} = 1 = \frac{F_1}{d - F_1} \Rightarrow F_1 = \frac{d}{2}$ $\oplus$

$\Gamma_{02} = 3 = \frac{F_2}{d - F_2} \Rightarrow F_2 = \frac{3}{4}d$ $\oplus$



3) Найти Γ для 1 и 2 миз:

1: $\Gamma = \frac{F_1}{d - x - F_1} = \frac{d}{d - 2x}$ $\left\{ \begin{array}{l} 3(d - 2x) = d + 4x \\ d = 5x = 25 \text{ см} \end{array} \right.$

2: $\Gamma = \frac{F_2}{d + x - F_2} = \frac{3d}{d + 4x}$

Ответ: $\uparrow$

нет букв ответа

95-24-05-09
(2.11)

Задача 5.8.?

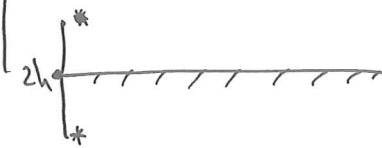
$$\lambda = 0,5 \text{ нм} \quad h \ll L$$

$$h = 1 \text{ мм}$$

$$N = 200$$

$$H = 5 \text{ см}$$

$$L = ?$$



1) Т.к. 2 источника когерентных света: $x = \frac{\lambda L}{(2h)}$ **откуда!**

(x - расстояние между интерференц. максимумами и минимумами)

2) $H = N \cdot x = N \cdot \left(\frac{\lambda L}{2h} \right)$ **НЕТ подсчетов и рисунка**

$$\Rightarrow L = \frac{2hH}{N \cdot \lambda} = \frac{2 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^{-2}}{200 \cdot 5 \cdot 10^{-7}} = 1 \text{ м}$$

Председателю апелляционной комиссии
олимпиады школьников «Ломоносов»
Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова
академику В.А. Садовничему
от участницы заключительного этапа по
профилю «Физика»
Колобовой Екатерины Андреевны

Апелляция.

Прошу пересмотреть мой индивидуальный предварительный результат заключительного этапа, а именно 85 (восемьдесят пять) баллов, перепроверив следующие задачи:

Третья задача:

Условие сформулировано таким образом, что однозначно не ясно, что именно подразумевается под формулировкой "при данных условиях", поэтому задачу можно понять двояко.

С одной стороны, её можно понять как задачу о максимизации функции мощности с константами, указанными в условии (в частности R , d , V), с возможностью изменения лишь r — внутреннего сопротивления источника.

С другой стороны — как задачу о максимизации мощности, при условии изменения и подбора всех параметров системы, что и сделано в официальном решении, где R стало изменяемой величиной. Что ясно из того, что в авторском решении производная берётся по dR , что не имеет смысла, если $R = \text{const}$.

В условии не сказано, что резистор представляет из себя реостат, поэтому понятного способа изменять его сопротивление нет. В то время, как внутреннее сопротивление источника может меняться, например, из-за изменения размеров пластин или площади контакта с проводящей жидкостью.

Прошу зачесть моё решение третьей задачи (см. стр. №4 в скане работы) как верное; я предположил, что заданные в условии параметры системы, в частности R , нельзя изменять (что более логично из формулировки условия), поэтому наибольшая мощность будет выделяться на резисторе постоянного сопротивления при отсутствии (нулевом) сопротивлении в блоке с жидкостью, так как всё напряжение, создаваемое в блоке с жидкостью, выделяется на резисторе (что прописано в моём решении). В частности, это так же ясно, если в авторском решении при нахождении производной брать её не по dR , а по dr . В этом случае ответ получается в 2 раза меньше, чем официальный ответ жюри, что и получилось у меня.

На туре не была предусмотрена возможность задать вопрос организаторам/жюри, поэтому моё понимание задачи основано исключительно на формулировке её условия. В нём не содержится намёков о выборе конкретного прочтения, и даже более логичен вариант,

выбранный мной при решении, так как в начале условия чётко написано "на резистор с сопротивлением 0.4 Ом", подразумевая, что $R = \text{const}$.

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

Дата
07.03.2025

(подпись)

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized, overlapping loops and strokes, positioned below the text "(подпись)".