



20-69-50-62
(64.13)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Ломоносов“

по физике

Семакова Андрей Игоревича

фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«21» февраля 2020 года

Подпись участника

Андрей

Черковик

$$\begin{cases} mv_0 = Mv_1 - mv_2 \\ mv_0^2 = Mv_1^2 + mv_2^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} (mv_0 + mv_2)^2 = M^2 v_1^2 \\ mv_0^2 - mv_2^2 = Mv_1^2 \end{cases}$$

$$\frac{m \dot{v}^2 + kx^2}{2} = \text{const} \Rightarrow M \ddot{x} + kx = 0$$

$$m(v_0 + v_2) = M$$

$$m(v_0 - v_2)(v_0 + v_2) = M^2$$

$$mv_0 + mv_2 = Mv_0 - Mv_2$$

$$\frac{m(v_0 + v_2)}{v_0 - v_2} = M$$

$$v_2(m+M) = v_0(M-m)$$

$$v_2 = \frac{v_0(M-m)}{m+M}$$

$$1,5 \cdot 0,03 = 1,5 \cdot \frac{m+M}{0,045}$$

$$Mv_1 = m \left(v_0 + \frac{v_0(M-m)}{M+m} \right) = m \left(\frac{2v_0 M}{M+m} \right)$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{mM}{k}}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$\frac{7}{12} T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$\frac{1}{\omega} = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$v_2 \cdot \frac{7}{12} T = X_1 \left(\frac{7}{12} T \right)$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{k}{M}}$$

$$X(t) = A \sin(\omega t) \quad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$\frac{Mv_1^2}{2} = \frac{kA^2}{2} \Rightarrow A = v_1 \sqrt{\frac{M}{k}} \quad \omega = \frac{1}{T}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$X(t) = v_1 \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M}} \cdot t\right)$$

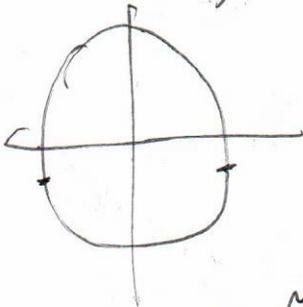
$$\Rightarrow X\left(\frac{7}{12} T\right) = v_1 \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \sin\left(\frac{7}{6} \pi\right)$$

Черновики:

$$v_1 \sqrt{\frac{M}{K}} \cdot \sin\left(\frac{7}{6}\pi\right) = v_2 \cdot \frac{7}{6}\pi \sqrt{\frac{M}{K}}$$

$$\frac{2v_0 m}{M+m} \cdot \sin\left(\frac{7}{6}\pi\right) = \frac{v_0(M-m)}{M+m} \cdot \frac{7}{6}\pi$$

$$\sin\left(\frac{7\pi}{6}\right) = \sin\left(-\frac{\pi}{6}\right) = -\frac{1}{2}$$

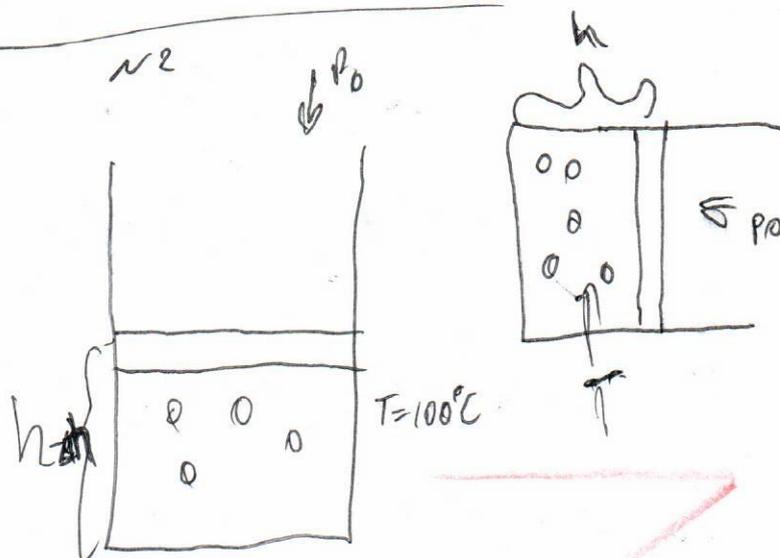


$$-m = M \cdot \frac{7}{6}\pi - m \cdot \frac{7}{6}\pi$$

$$m\left(\frac{7}{6}\pi - 1\right) = M \cdot \frac{7}{6}\pi$$

$$\frac{M}{m} = \frac{\frac{7}{6}\pi - 1}{\frac{7}{6}\pi}$$

$t = 100^\circ\text{C}$
 $h = 0,35\text{ м}$
 $\Delta h = 0,05\text{ м}$
 $M = 10\text{ кг}$
 $S = 100 \cdot 10^{-4}\text{ м}^2$
 $p_0 = 10^5\text{ Па}$
 $\mu = 18 \cdot 10^{-3}\text{ кг/моль}$



20-69-50-62
(64.13)

Зерновик:

$$P_0 S h = \nu_1 R T$$

$$P_1 S = Mg + P_0 S$$

$$P_1 S (h - ah) = \nu_2 R T$$

$$P_1 = \frac{Mg}{S} + P_0$$

$$\left(\frac{Mg}{S} + P_0\right) S (h - ah) = \nu_2 R T$$

$$(\nu_2 - \nu_1) R T = \left(\frac{Mg}{S} + P_0\right) S (h - ah) - P_0 S h$$

$$\nu_2 - \nu_1 = \frac{(Mg + P_0 S)(h - ah) - P_0 S h}{R T}$$

$$q U = \frac{m v^2}{2}$$

$$q U = \frac{m \omega^2 R^2}{2 \omega t^2}$$

$$q \cdot \frac{B_0 S}{\Delta t} = \frac{m \omega^2 R^2}{2}$$

$$q \cdot \frac{B_0 \cdot \pi R^2}{\Delta t} = \frac{m \omega^2 R^2}{2}$$

$$\omega = \frac{2 \pi}{t}$$

$$m \frac{v^2}{R} =$$

$$L \Delta I$$

$$L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$100q \cdot \mathcal{E}_i = \frac{m v^2}{2}$$

$$100q N q \cdot \frac{B_0 S}{\Delta t} = \frac{m \omega^2 R^2}{2}$$

$$\mathcal{E}_i = \frac{B_0 S}{\Delta t} = \dots$$

$$\mathcal{E}_i = \frac{B_0 S}{\Delta t} = \dots$$

$$\frac{2 \pi R}{100} = \frac{\pi R}{50}$$

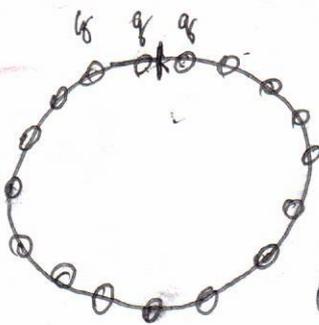
$$B_0 S = L \Delta I$$

$$B_0 S = L \Delta q$$

$$\Delta I = \frac{B_0 S}{L} =$$

$$\Delta q = \frac{B_0 S}{L}$$

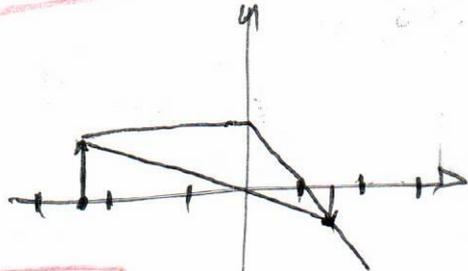
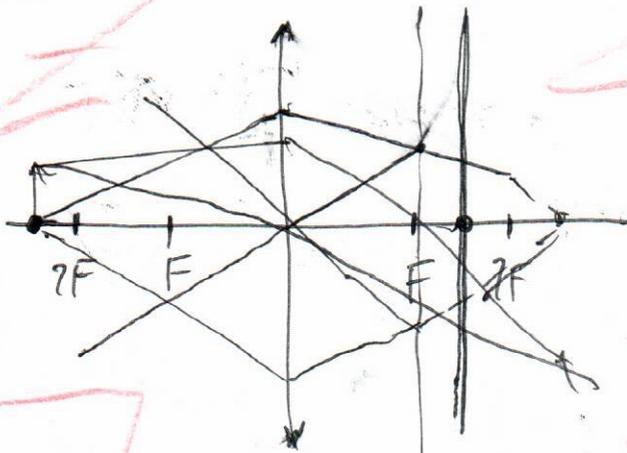
$$\Delta I = \frac{B_0 S}{L} = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta q = \frac{B_0 S}{L} \Delta t$$



Верховки.

$$F = 0,1 \text{ м.}$$

$$d = 0,25 \text{ м.}$$



$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{0,1} = \frac{1}{0,25} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{0,1} - \frac{1}{0,25}$$

$$\frac{0,25 - 0,1}{0,025} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{0,15}{0,025} = \frac{1}{f} = \frac{150}{25} = 6$$

$$f_1 = f_2 = \frac{1}{6} \text{ м}$$

$$F_1 = F_2 = 0,1 \text{ м}$$

$$h_2 = 0,03 \text{ м.}$$

$$\frac{f}{d} = \frac{1}{6} \cdot \frac{4}{1} = \frac{2}{3}$$

$$2 \cdot \frac{h_1}{h_{из}} = \frac{h_2}{0,03}$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f}$$

$$0,02 \approx 0,05$$

Чертовик

$$\frac{W}{2\pi} = h$$

$$I = \frac{q}{t}$$

~~$\frac{q}{2\pi R} \cdot \pi R$~~

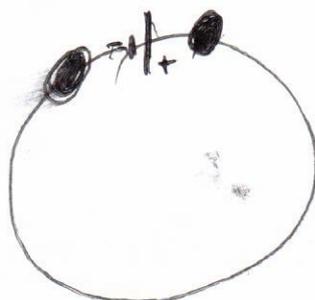
~~$\frac{q}{2\pi R} \cdot \pi R \cdot \frac{2\pi R}{N} \cdot \frac{1}{t} \Rightarrow$~~

~~$\Rightarrow v = \frac{2\pi R}{N} \cdot \frac{1}{t} = \frac{2\pi R}{N} I$~~

~~$$E \cdot U = \frac{mv^2}{2}$$~~

~~$$q \cdot B_0 S = \frac{m \cdot \left(\frac{2\pi R}{N} I\right)^2}{2}$$~~

Работа.



$$F_k = qE = \frac{qU}{d} = \frac{q B_0 S}{td}$$

~~$$W = qU$$~~
~~$$v = \frac{qU}{m}$$~~

$$F_k = ma$$

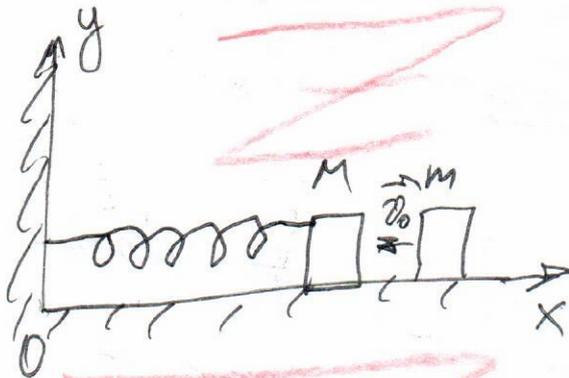
$$\frac{q B_0 S}{td} = ma$$

$$v = \frac{q B_0 S}{md} \Rightarrow \omega = \frac{q B_0 S}{mRd}$$

$$a = \frac{q B_0 S}{tmd}$$

Чистовик.

№1.1.1



По закону сохранения импульса и энергии.

$$\begin{cases} mv_0 = Mv_1 - mv_2 \quad (0x) \\ \frac{mv_0^2}{2} = \frac{Mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} m^2(v_0 + v_2)^2 = M^2v_1^2 \\ \ominus \\ m(v_0^2 - v_2^2) = Mv_1^2 \end{cases}$$

$$m \frac{v_0 + v_2}{v_0 - v_2} = M$$

$$mv_0 + mv_2 = Mv_0 - Mv_2$$

$$\frac{v_0(M-m)}{M+m} = v_2 \rightarrow$$

$$\rightarrow mv_0 = Mv_1 - m \left(\frac{v_0(M-m)}{M+m} \right)$$

$$Mv_1 = m \left(v_0 + \frac{v_0(M-m)}{M+m} \right)$$

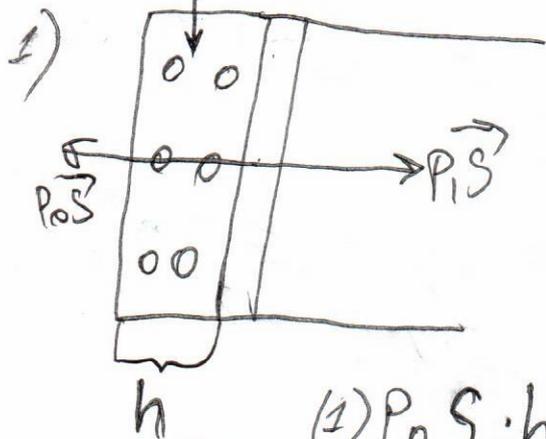
$$v_1 = \frac{2v_0m}{M+m}$$

Период колебаний пружины с грузом

равен: $T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{K}} \rightarrow \frac{7}{12} T = \frac{7}{6} \pi \sqrt{\frac{M}{K}}$

Тогда $x_m \left(\frac{7}{12} T \right) = v_2 \cdot \frac{7}{12} T$

Условия $\nu_1; P_1; T$ №. 4. 1.



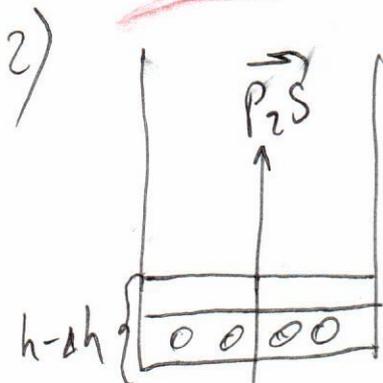
P_0 и 3-ку Ньютона,

$$P_1 S - P_0 S = 0$$

$$P_1 S = P_0 S$$

$$P_1 = P_0, \text{ тогда}$$

$$h \quad (1) P_0 S \cdot h = \nu_1 RT$$



P_0 и 3-ку Ньютона:

$$P_2 S - P_0 S - Mg = 0$$

$$P_2 = P_0 + \frac{Mg}{S}, \text{ тогда}$$

$$P_0 S \quad (2) \left(P_0 + \frac{Mg}{S} \right) S (h - \Delta h) = \nu_2 RT$$

Вычитая (1) из (2)

$$(\nu_2 - \nu_1) RT = (P_0 S + Mg)(h - \Delta h) - P_0 S h$$

$$(\nu_2 - \nu_1) RT = Mg h - P_0 S \Delta h - Mg \Delta h$$

$$\nu_2 - \nu_1 = \frac{Mg(h - \Delta h) - P_0 S \Delta h}{RT} = \Delta \nu \rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta m = \Delta \nu \cdot \mu = \mu \cdot \frac{Mg(h - \Delta h) - P_0 S \Delta h}{RT} =$$

$$= \frac{18 \cdot 10^{-3} \cdot (10 \cdot 10^{0,75} - 0,05) - 10^5 \cdot 100 \cdot 10^{-4} \cdot 0,05}{8,3 \cdot 373} \quad \text{чистовик}$$

$$= \frac{18 \cdot 10^{-3} (30 - 50)}{8,3 \cdot 373} = v_2 - v_1 \rightarrow$$

$$\rightarrow v_1 - v_2 = \frac{20 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8,3 \cdot 373} \approx \frac{3600}{3100,1} \approx 1,16$$

$$\begin{array}{r} 3600 \overline{) 8,3} \\ - 332 \\ \hline 280 \\ - 249 \\ \hline 310 \\ - 249 \\ \hline 61 \end{array} \approx 43,3; \quad \frac{43,3}{373} = \frac{433}{3730}$$

$$\begin{array}{r} 4330 \overline{) 3730} \\ - 3730 \\ \hline 600 \\ - 573 \\ \hline 27 \end{array} 0,11 \approx 0,11 \rightarrow$$

$$\rightarrow \Delta m = 0,11 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \rightarrow \Delta m = 0,112$$

$$\text{Ответ: } \Delta m = 0,112 = 0,11 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

длина?
 Вопрос: насыщенным пар-пар, находящийся в равновесном состоянии со своей жидкостью, т.е. кол-во конденсировавшихся молекул равно количеству испарившихся молекул в единицу времени.

плотность?
 При увеличении температуры давление насыщенного пара увеличивается, плотность также увеличивается.

Мистовик

№3.7.1

$$\mathcal{E}_i = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \frac{B_0 S}{\Delta t}$$

На шарики почнет действовать сила Кулона.

Расстояние между шариками $\approx \frac{2\pi R}{N} = d$

$$F_k = qE = \frac{q\mathcal{E}_i}{d}$$

F_k будет создавать a_0

$$F_k = ma_0 \Rightarrow a_0 = \frac{F_k}{m} = \frac{q\mathcal{E}_i}{md} = \frac{qB_0 S}{md \Delta t}$$

$v(t) = a_0 t \Rightarrow$ шарики будут двигаться со скоростью $v = a_0 \Delta t = \frac{qB_0 S}{md}$

$$\omega R = \frac{qB_0 S}{md}$$

$$\omega = \frac{qB_0 \cdot \pi R^2}{m \cdot \frac{2\pi R}{N} \cdot R} = \frac{NqB_0}{2m} \Rightarrow \nu = \frac{NqB_0}{4\pi m} \text{ об/с}$$

Поскольку все шарики одинаковые, камера может снимать с частотой, которая в N раз больше

$$n = \frac{N^2 q B_0}{4\pi m} = \frac{10^4 \cdot 10^{-7} \cdot 10^2}{4 \cdot 3,14 \cdot 10 \cdot 10^{-6}} = \frac{10^{-1}}{4 \cdot 3,14 \cdot 10^{-5}} \approx 10^4$$

(12)

$$= \frac{10^4}{4.8,14} = \frac{10^4}{12,56} \approx$$

$$\approx 796 \text{ кагров/с}$$

пистовик

$$\begin{array}{r} 1000000 \overline{) 11256} \\ \underline{8392} \\ 2280 \\ \underline{11304} \\ 2240 \\ \underline{2536} \\ 224 \end{array}$$

$$\text{Ошибки: } n = 1796 \text{ кагров/с}$$

Вопрос: Магнитный поток - число линий магнитной индукции, пронизывающих контур площадью S.

ЭДС возникает электромагнитной индукции - явление возникновения ЭДС в контуре при изменении магнитного потока, пронизывающего этот контур.

№ 10.1

$$F = 0,1 \text{ м}$$

$$d = 0,25 \text{ м}$$

И ситуация: $L = \mu K$

~~L?~~

L-?

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{d-F}{Fd} \Rightarrow f = \frac{Fd}{d-F}$$

$$= \frac{1}{6} \text{ м}$$

- расстояние от линзы до изображения.

II:

При смещении линзы F не изменилось и f также не изменилось. \Rightarrow по горизонт. \Rightarrow т.к. $\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$, d также не изменилось.

Т.к. ~~из~~ ^{источник} источник находится между $2F$ и $3F \rightarrow$ изображение будет перевернутое.
 Рассчитаем увеличение линзы

$$\Gamma = \frac{h_{\text{изобр}}}{h_{\text{ист}}} = \frac{f}{d}$$

h изображение - это $h = 3 \text{ см} = 0,03 \text{ м}$

$f = \frac{1}{6} \text{ м}$
 $d = \frac{1}{4} \text{ м}$

$$\Rightarrow h_{\text{ист}} = \frac{d h_{\text{изобр}}}{f} = \frac{d h (d - F)}{F d}$$

$$= \frac{h (d - F)}{F} = 0,045 \text{ м} \Rightarrow$$

\Rightarrow Источник надо сместить на $0,03 + 0,045 = 0,075 \text{ м}$. (чтобы

он оказался над главной оптической осью)

Вопрос:

Формула тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$

F - фокусное расстояние линзы
 d - расстояние от линзы до предмета
 f - расстояние от линзы до изображения предмета

Увеличение $\Gamma = \frac{h_{\text{изображение}}}{h_{\text{предмета}}} = \frac{f}{d}$