



0 561818 300008

**56-18-18-30**

(65.14)



# МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант Nº 2

## ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников ломоносов

по физике

Михненко Александра Андреевича

фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

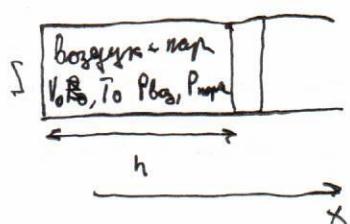
Дата

«21» февраля 2010 года

Подпись участника

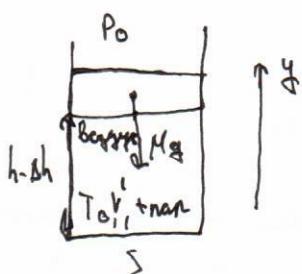
А.С.

н.2.4.2



$$P_0 = P_{\text{воздух}} + P_{\text{пара}} = P_0$$

$$V_0 = S \cdot h$$



- 2) давление насыщенного пара (воздух конденсатом) при  $t = 100^\circ\text{C} = P_0$   
 пар насыщенный при  $t = 100^\circ\text{C} = P_0^1$
- 3) из:  $-Mg - S P_0 \neq S(P_{\text{возд}} + P_{\text{пара}}) = 0$

$$Mg = S P_{\text{возд}}^1 \quad P_{\text{возд}}^1 = \frac{P_0}{S}$$

$$u) P \cdot V = \nu R T \quad P = \frac{m R T}{V \cdot \mu} \quad P_K = \frac{\rho R T}{V}$$

$$P_{\text{возд}} \cdot V_0 = \nu R T_0$$

$$P_{\text{возд}}^1 \cdot V^1 = \nu R T_0$$

$$P_{\text{возд}}^1 = P_{\text{возд}}^1 \cdot \frac{V^1}{V_0} = \frac{Mg}{S} \cdot \frac{S(h-\Delta h)}{S \cdot h}$$

$$P_{\text{возд}}^1 = \frac{Mg}{S} \cdot \frac{h-\Delta h}{h}$$

$$5) P = \frac{\rho R T}{\mu} \quad \text{плотность} = \frac{m}{V}, \quad \text{масса водяных} = \Delta m + P_0 \cdot V^1, \quad \text{изг}$$

$$P_0 - \text{плотность насыщенного пара при } t = 100^\circ\text{C} \quad P_0 = \frac{\rho_0 K}{R T_0}$$

$$P_{\text{пара}} = \left( \Delta m + \frac{P_0 K}{R T_0} \cdot V^1 \right) \cdot \frac{R T_0}{\mu \cdot h \cdot S}$$

$$\frac{Mg}{S} \cdot \frac{h-\Delta h}{h} + \left( \Delta m + \frac{P_0 K \cdot (h-\Delta h) \cdot S}{R T_0} \right) \cdot \frac{R T_0}{\mu \cdot h \cdot S} = P_0$$

$$\frac{Mg \cdot (h-\Delta h)}{S h} + \Delta m \cdot \frac{R T_0}{\mu h S} + \frac{P_0 K (h-\Delta h) \cdot S}{\mu \cdot h \cdot S} = P_0$$

$$\frac{Mg h}{S h} - \frac{Mg \Delta h}{S h} + \Delta m \cdot \frac{R T_0}{\mu h S} + \frac{P_0 h \cdot S \cdot \mu}{\mu h S} - \Delta h \cdot \frac{P_0 S}{\mu h S} = P_0$$

$$\frac{Mg}{S} - \Delta h \cdot \frac{Mg}{S h} + \frac{\Delta m R T_0}{\mu h S} + P_0 - \Delta h \cdot \frac{P_0}{h} = P_0$$

$$\frac{Mg}{S} + \frac{\Delta m R T_0}{\mu h S} = \Delta h \left( \frac{Mg}{S h} + \frac{P_0}{h} \right) = \Delta h \left( \frac{Mg + P_0 \cdot S}{S h} \right)$$

$$\frac{(Mg \Delta h + \Delta m R T_0) \cdot S h}{\mu h S (Mg + P_0 \cdot S)} = \Delta h \quad \Delta h = \frac{(Mg \Delta h + \Delta m R T_0)}{\mu (Mg + P_0 \cdot S)}$$

$$\boxed{\Delta h = \frac{\mu Mg h + \Delta m R T_0}{\mu (Mg + P_0 \cdot S)}}$$

⊕

3	15	15	15	13	58
T	6	9	6	5	26

184

Гравитация

7) отбрасывая боковые до впереди сидячих можно пренебречь н.р.  
он  $\ll r'$

8) Г записал это решение до того, как в алгоритмике озвучили  
принципиальную разницу между (озвучили  $k_2$ ) и сказал, что  $\Delta h =$   
 $0,1 \text{ L}$

$$\rho_0 = \frac{P_0 M}{RT_0} = \frac{10^5 \cdot 10 \cdot 10^3}{2,3 \cdot 373} = \frac{1000}{2,3 \cdot 373} < 1 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

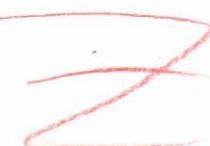
$$\rho_{\text{изначальная}} > \frac{\Delta h}{V_0} = \frac{0,1}{100 \cdot 35 \cdot 10^{-6}} = \frac{0,1}{35 \cdot 10^{-4}} = \frac{10000}{35} > 1 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

получается, что начальный пар содержал больше, чем воздуха  
 $\Rightarrow$  значит это означает разницу температура и давления  
в виду 2.

$$\begin{aligned} 9) \quad \Delta h &= \frac{10 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 0,35 + 0,1 \cdot 10^3 \cdot 2,3 \cdot 373}{10 \cdot 10^3 (10 \cdot 10 + 10^5 \cdot 100 \cdot 10^{-4})} = \frac{1,0 \cdot 0,35 + 373 \cdot 2,3 \cdot 10^{-4}}{10 \cdot 10^3 (10^2 + 10^3)} = \\ &= \frac{0,63 + 3095,9 \cdot 10^{-4}}{1,0 \cdot 11} = \frac{0,63 + 0,30959}{11} = \frac{0,93959}{11} \approx 0,0855 \text{ (н)} \end{aligned}$$

$$\Delta h \approx 4,75 \text{ см } \textcircled{+}$$

### парообразование

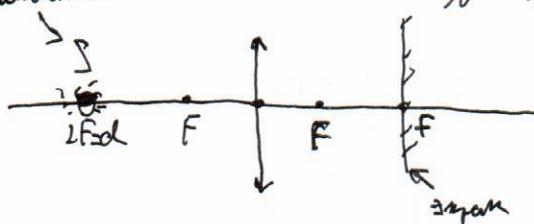


испарение - при постоянной температуре с поверхности тела

конденсация - испарение, но вспомогательное

вещества парообразование - величина показывающая  
здесь количество вещества  $\Rightarrow$  количество тепла при переходе  
единицей массы жидкости в пар при данной температуре записи

1) изоморфик



N 4.10. L

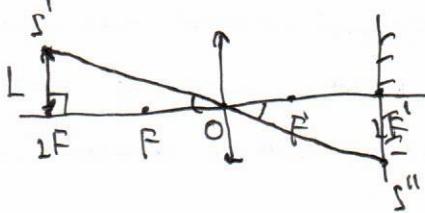
$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d}$$

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

$$f = \frac{0,15 \cdot 0,30}{0,3 - 0,15} = 0,3 \text{ (н)} \Rightarrow \text{Прим в звуковой диапазон}$$



2)

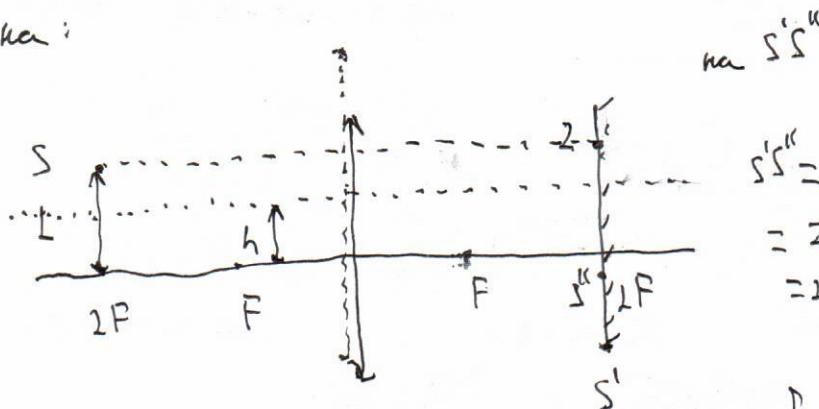


$\Delta S'O_1F \sim \Delta S''O_1F'$  (по 2-4 членам)  
 $O_1F = O_1F' \Rightarrow \Delta S'O_1F = \Delta S''O_1F' \Rightarrow$   
 туда же то есть источник на  
 расстояние от линзы  $2F$  на бесконеч-

ность. Гибкая оптической оси  $L$  превращение в изображение на расстоянии  $2F$  на бесконечность ( $-L$ ) с другой стороны линзы

~~и~~ ищется в виду, что изображение с другой стороны  
гибкой оптической оси

3) укажем, если линза приведена на бесконечность  $L$  и в зеркало  
ось ~~блеска~~ к падению на  $S$  ( $L < S$ ), то изображение сформируется  
на:



$$S'S'' = 2L - L(L-h) = \\ = 2S - 2S'' = \\ = 2h$$

4) при переходе изображения в задаче изображение смещается  
(относительно источника) на  $L$  (согласно п.2)  
 при сдвигании линзы в том же направлении на  $\frac{L}{2}$  изображение  
 не смещается на  $2 \cdot \frac{L}{2} = L \Rightarrow$  смещение отрицательное

5) расстояния  $F$ , расположенные от источника до зеркала (как это известно)  
 фиксируются:  $F+d = uF$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{uF-d} \quad \frac{1}{F} = \frac{uF-d+d}{d(uF-d)} = \frac{uF}{(uF-d)d}$$

$$-d^2 + uFd = uF^2 \quad uF^2 - uFd + d^2 = 0 \quad (uF-d)^2 = 0 \Rightarrow d = uF \Rightarrow$$

но изображение (безгибкой оптической оси) является недействительным  
 не будем искать изображение

Ответ: на  $\frac{L}{2} = uF$  в том же направлении, что и  
 источник

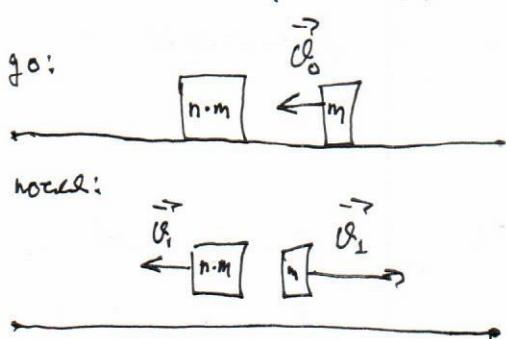
точка цента - центр, между которой можно проложить  
фокусное расстояние - расстояние от центра линзы до точки  
пересечения лучей (или их продолжений) ~~последних направлений~~  
~~последнего луча~~

параллельно главной оптической оси.

Оптическая сила линзы - величина, обратная её фокусному  
расстоянию (показывает, как сильно линза преломляет световой)

### 1.1.2

1) адекватно чирковое соударение:



$$0) n = \frac{M}{m} \Rightarrow M = n \cdot m$$

$$M I_0 = n \cdot m I_1 + n I_1$$

$$M I_0 = n \cdot n \cdot I_1 - n I_1 \quad I_0 + I_1 = n I_1$$

$$\frac{n I_0^2}{2} = \frac{n \cdot n I_1^2}{2} + \frac{n I_1^2}{2}$$

$$I_0^2 = n I_1^2 + I_1^2$$

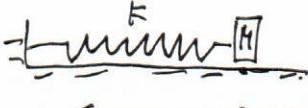
$$(I_0 - I_1)(I_0 + I_1) = n I_1^2$$

$$|I_0 - I_1| \neq I_1 = n I_1 \quad I_0 - I_1 = n I_1 \quad \text{делите на } n I_1 \neq 0$$

$$\begin{cases} I_0 - I_1 = n I_1 \\ I_0 < I_1 = n I_1 \end{cases} \quad \begin{cases} (n-1)I_0 = n I_1 \\ I_0 - I_1 = n I_0 + n I_1 \end{cases} \quad \begin{cases} I_1 = \frac{I_0}{n+1} \\ (n-1)I_0 = \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_0 + I_1 = n I_0 - n I_1 \\ 2I_0 = (n+1)I_1 \end{cases} \quad \begin{cases} (n+1)I_1 = (n-1)I_0 \\ I_1 = \frac{2I_0}{n+1} \end{cases} \quad \begin{cases} I_1 = \frac{(n-1)I_0}{n+1} \\ I_1 = \frac{2I_0}{n+1} \end{cases}$$

2)



при  $x \geq 0$  пружина не растягивается

$$Ox: Ma = -kx$$

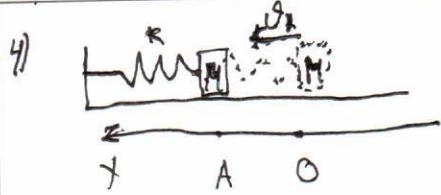
$\ddot{x} + \frac{k}{M}x = 0$  - гр-д гармоническое кол.

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

$$3) x = A \cdot \sin(\omega \cdot \frac{5}{8} \cdot \frac{2\pi}{\omega}) = A \cdot \sin\left(\frac{5\pi}{4}\right) = -A \cdot \sin\left(\frac{\pi}{4}\right) = -\frac{A\sqrt{2}}{2}$$

\* Время

$$x = -I_1 \cdot \frac{5\pi}{8} = -I_1 \cdot \frac{5}{8} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}} = -I_1 \frac{5\pi}{4} \sqrt{\frac{M}{k}}$$



$$\frac{kA^2}{2} = \frac{m\dot{x}_1^2}{2}$$

$$A^2 = \sqrt{\vartheta_1 \cdot \frac{M}{k}}$$

$$A = \vartheta_1 \cdot \sqrt{\frac{M}{k}}$$

$$\therefore \frac{\vartheta_1 \cdot \sqrt{\frac{M}{k}} - \vartheta_2}{2} = \vartheta_2 \cdot \frac{5\pi}{4} \cdot \sqrt{\frac{M}{k}}$$

$$\vartheta_1 \cdot \sqrt{2} = \vartheta_2 \cdot \frac{5\pi}{2}$$

$$\frac{\vartheta_1}{\vartheta_2} = \frac{5\pi}{2\sqrt{2}} = \frac{5\sqrt{2}\pi}{4}$$

$$\frac{\vartheta_2}{\vartheta_1} = \frac{4}{5\sqrt{2}\pi}$$

$$6) \quad \frac{\vartheta_2}{\vartheta_1} = \frac{(n-1)\vartheta_0}{2\vartheta_0} = \frac{n-1}{2} \quad 2 \frac{\vartheta_2}{\vartheta_1} + 1 = n$$

$$n = 2 \cdot \frac{4}{5\sqrt{2}\pi} + 1 = \frac{8}{5\sqrt{2}\pi} + 1 = \frac{8 + 5\sqrt{2}\pi}{5\sqrt{2}\pi} \approx 1,36$$

$$\text{Berein: } n = \frac{8 + 5\sqrt{2}\pi}{5\sqrt{2}\pi} \approx 1,36$$



⊕

короткочасные колебания - ~~периодические~~ колебания подчиняющиеся закону  $x = A \cdot \cos(\omega \cdot t)$  или  $x = A \cdot \sin(\omega t)$

2) А-амплитуда - максимальное отклонение от состояния равновесия - разница в ~~время~~ времени, за которое ~~под~~ система возвращается в то же состояние

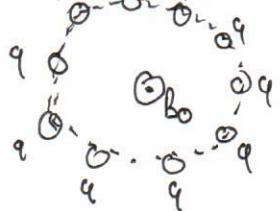
н.з.т.

- изложите значение наименьшее наше поразительное значение  $P = \infty$ ?

Правило Ленца: при наведении магнитного поля вспомогательного в замкнутом контуре возникает ток, направлённый противостоящий изменению поля, предотвращающий изменение, zero?

⑥

$$1) E_{\text{нав}} = \Phi = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{dB \cdot S}{dt} = \frac{dB \cdot S}{dt}$$



$$E_{\text{нав}} = B \cdot dt \cdot \Phi$$

2) германская спираль на юсоль  $\Rightarrow$  состояния складки одно и то же как при  $\frac{1}{n} \cdot \frac{1}{l}$   $\Rightarrow$

$$I \cdot \frac{l}{n} = k \cdot d, \quad l - \text{расстояние между складками}, \quad k \in \mathbb{N}$$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

$$d = \frac{2\pi R}{N} \Rightarrow \vartheta = \frac{k \cdot 2\pi R \cdot n}{N \cdot (1c.)}, k \in N$$

3)  $E = B \cdot \frac{S}{2\pi R}$ , в консднч. измени.

$$\frac{B \cdot S}{dt} = E \cdot 2\pi R$$

$$E \cdot dt = \frac{dB \cdot S}{2\pi R}$$

$$E = \frac{dB \cdot S}{2\pi R \cdot dt}$$

$$m \cdot \frac{d\vartheta}{dt} = \int q \cdot E$$

$$m \cdot \frac{d\vartheta}{dt} = q \cdot \frac{BS}{2\pi R \cdot dt}$$

$$m \cdot \frac{d\vartheta}{dt} = \frac{BS \cdot q}{2\pi R \cdot dt}$$

$$m \cdot d\vartheta = \frac{BS \cdot q}{2\pi R} dt$$

$$d\vartheta \sim dB \Rightarrow d\vartheta \sim dB$$

$$m \cdot \frac{d\vartheta}{dt} = \frac{BS \cdot q}{2\pi R}$$

$$\vartheta = \frac{BS \cdot q}{2\pi R \cdot m}$$

$$4) \frac{k \cdot 2\pi R \cdot n}{N \cdot (1c.)} = \frac{BS \cdot q}{2\pi R \cdot m}, k \in N \quad (1c.) - одна секунда$$

$$k = \frac{B \cdot N \cdot \frac{1}{2\pi R} \cdot (1c.) \cdot q}{2\pi R \cdot n \cdot \frac{1}{2\pi R} \cdot m} = \frac{B \cdot N \cdot (1c.) \cdot q}{4\pi^2 \cdot n \cdot m}$$

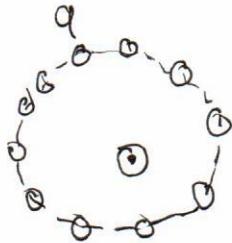
$$B = k \cdot \frac{4\pi n \cdot m}{B \cdot N \cdot (1c.) \cdot q}, k \in N, B - консднч. \Rightarrow k=1 \Rightarrow$$

$$B = \frac{4\pi n \cdot m}{(1c.) N \cdot q} = \frac{4\pi \cdot 8 \cdot 10 \cdot 10^{-6}}{1 \cdot 100 \cdot 10^{-7}} = \frac{32\pi \cdot 10 \cdot 10^{-6}}{10^{-7}} = \frac{32\pi \cdot 10^{-7}}{10^{-7}} = 32\pi$$

Ответ:  $B = 32\pi T_1 \approx 100 T_1$

15

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

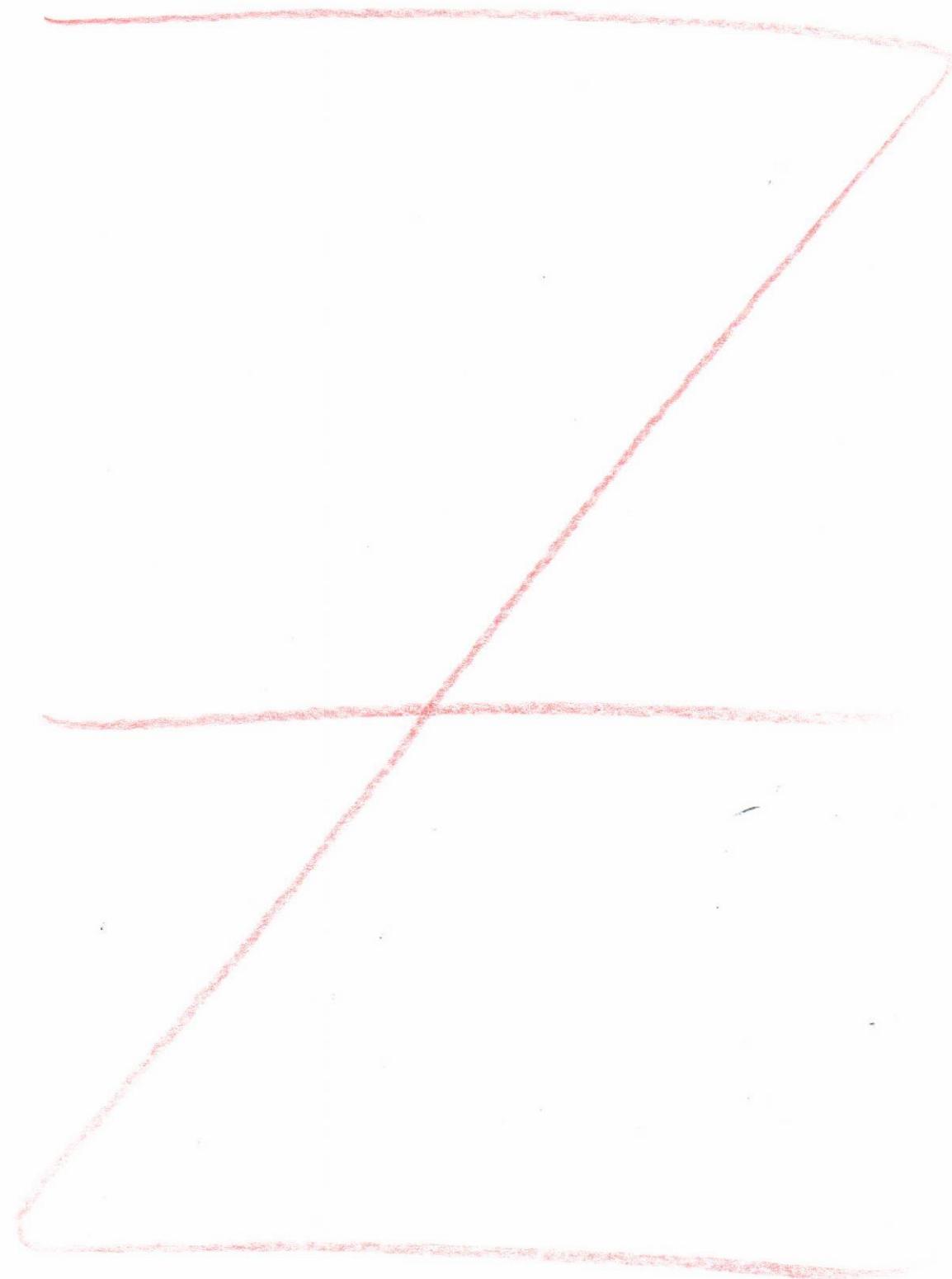
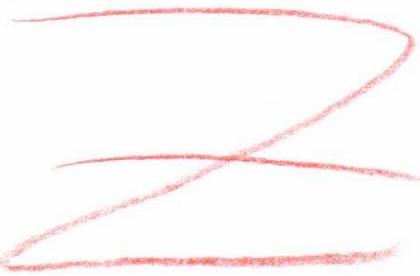


ерховик

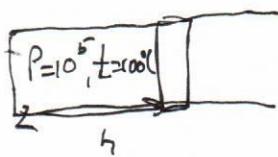
→

$$\epsilon = \frac{\partial S}{\partial E} = \vec{E} \cdot d\vec{x}$$

$$qE = m\ddot{x}$$



чертежник



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

~~$P_{\text{труб}} = PRT$~~

$$P_0 = \frac{P_0 S}{RT_0}$$

$$\cancel{P_0} = \frac{P_0 S}{RT_0}$$

$$P_0 = \frac{Mg}{S} + \frac{(dm + P_0 \cdot S \cdot (h - \Delta h))}{\mu} RT_0$$

$$P_0 = \frac{Mg(h - \Delta h)}{S \cdot h \cdot \mu} + \frac{dm + \frac{P_0 \mu}{RT_0} \cdot S \cdot (h - \Delta h)}{h \cdot S \cdot \mu} RT_0$$

$$\frac{P_0 \cdot h \cdot S \cdot \mu + Mg(h - \Delta h) \cdot \mu}{RT_0} = dm + \frac{P_0 \mu}{RT_0} \cdot S \cdot (h - \Delta h)$$

$$\Delta h \cdot \frac{S P_0 \mu}{R T_0} = dm + \frac{P_0 \mu \cdot S \cdot h}{RT_0} - \frac{P_0 \cdot h \cdot S \cdot \mu - Mg \cdot h \cdot \mu}{RT_0}$$

$$\Delta h \cdot S \cdot P_0 \cdot \mu = dm RT_0 + P_0 \mu S \cdot h - P_0 \cdot h \cdot S \cdot \mu + Mg \cdot h \cdot \mu$$

$$\Delta h = \frac{dm RT_0}{S P_0 \mu} + \frac{P_0 \mu S \cdot h}{S P_0 \mu} - \frac{P_0 \cdot h \cdot S \cdot \mu}{S P_0 \cdot \mu} + \frac{Mg \cdot h \cdot \mu}{S P_0 \cdot \mu}$$

$$\Delta h = \frac{dm RT_0}{S P_0 \cdot \mu} + h - h \leftarrow \frac{Mg \cdot h}{S P_0} = \frac{dm RT_0 + Mg \cdot h}{S P_0 \cdot \mu}$$

$$P_0 = \frac{Mg(h - \Delta h)}{S h} + \frac{\left( dm + \frac{P_0 \mu}{RT_0} \cdot S \cdot (h - \Delta h) \right)}{h \cdot S \cdot \mu} RT_0$$

$$P_0 + \Delta h \left( \frac{Mg}{Sh} + \frac{P_0 \mu S}{h S \mu} \right) = \frac{Mg h}{Sh} + \frac{dm RT_0}{h S \mu} + \frac{P_0 \mu S h}{h S \mu}$$

$$\Delta h \left( \frac{Mg + P_0 \mu S}{Sh} \right) = \mu \Delta h \leftarrow \frac{dm RT_0}{\mu} + \frac{P_0 \mu S h}{Sh}$$

$$\Delta h = \frac{Mg h \mu + dm RT_0}{\mu Mg + \mu P_0 S}$$

$$\cancel{P_0} = \frac{10^5 \cdot 4 \cdot 10^{-3}}{3,5 \cdot 373} \approx \frac{1800}{3000} \cancel{L}$$

$$100 \cdot 35 / 10^3 = 3,5 L$$

$$\begin{array}{r} 0,1 \\ \times 3,5 \cdot 10^{-3} \\ \hline 0,0035 \end{array} \leftarrow \begin{array}{r} 0,1 \\ \times 3,5 \\ \hline 0,35 \end{array}$$

$$\frac{0,1}{3,5 \cdot 10^{-3}} = \frac{100}{3,5} \rightarrow 30$$

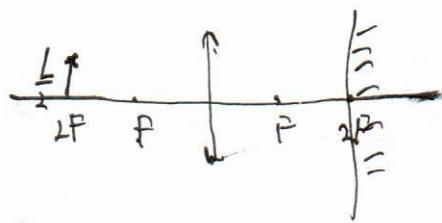
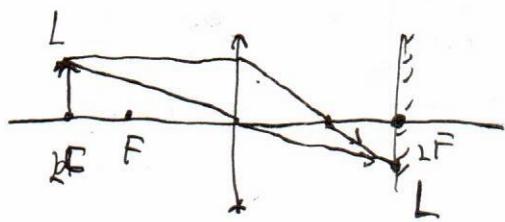
$$\begin{array}{r} 0,95 \\ - 0,90 \\ \hline 0,05 \end{array} \leftarrow \begin{array}{r} 20 \\ - 15 \\ \hline 5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 15 \\ - 14 \\ \hline 1 \end{array}$$

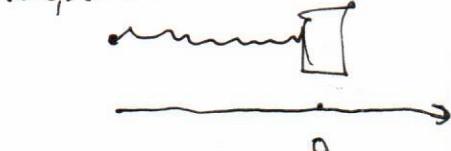
$$\begin{array}{r} 100 \\ - 100 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\frac{Sbq}{L}$$

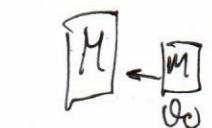
сервисик №4



$$\frac{3,14/592}{G283184} \frac{32}{9414776} = \frac{100530944}{1125}$$



$$x = A \cdot \cos(\omega t)$$



$$\frac{(\vartheta_0 + \vartheta_2)^2 - 2\vartheta_0\vartheta_2}{\vartheta_0 + \vartheta_2} = \vartheta_1$$

$$m(\vartheta_0^2 - 2\vartheta_0\vartheta_2) = 16\vartheta_1^2$$

$$\frac{m\vartheta_0^2}{2} = \frac{M\vartheta_1^2}{2} \leftarrow \frac{m\vartheta_2^2}{2}$$

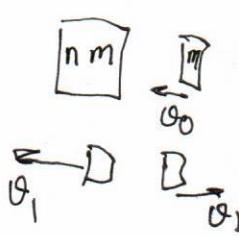
$$m\vartheta_0 = M\vartheta_1 - M\vartheta_2$$

$$m(\vartheta_0 + \vartheta_2) = M\vartheta_1$$

$$m(\vartheta_0^2 + \vartheta_2^2) = M\vartheta_1^2 \quad H = \frac{m}{c} \cdot k_2$$

$$\vartheta_0^2 + \vartheta_2^2 = \vartheta_0\vartheta_1 + \vartheta_1\vartheta_2$$

$$m(\vartheta_0^2 + \vartheta_2^2) = M(\vartheta_0^2 + \vartheta_0\vartheta_2 + \vartheta_2^2)$$



$$\frac{m\vartheta_0^2}{2} = \frac{m\vartheta_1^2}{2} - \frac{m\vartheta_2^2}{2}$$

$$\{\vartheta_0^2 = m\vartheta_1^2 + \vartheta_2^2$$

$$\{\vartheta_0 = m\vartheta_1 - \vartheta_2$$

$$\{\vartheta_0 - \vartheta_2 / (\vartheta_0 + \vartheta_2) = m\vartheta_1^2$$

$$\{\vartheta_0 + \vartheta_2 = m\vartheta_1$$

$$\{\vartheta_0 - \vartheta_2 / m\vartheta_1 = n\vartheta_1^2$$

$$n = \frac{\vartheta_0 + \vartheta_2}{\vartheta_1}$$

$$k = \frac{H}{m} = \frac{m \cdot n}{c^2 \cdot \rho \cdot m} = \frac{n}{c^2 \cdot \rho \cdot m}$$

$$\sqrt{\frac{m}{k}} = \sqrt{\frac{m \cdot c^2}{H}} = c$$

$$\begin{array}{r} +375 \\ \times 1119 \\ \hline 2984 \\ \hline 30359 \end{array}$$

Z

$$\begin{cases} \vartheta_0 - \vartheta_2 = \vartheta_1 \\ n = \frac{\vartheta_0 + \vartheta_2}{\vartheta_1} \end{cases}$$

$$Eg = H \quad \varepsilon = E \cdot u$$

$$E\varepsilon =$$

$$q \cdot \varepsilon = \sigma u = E \cdot q \cdot u$$