

+1 лист Служ.

0 481597 540009

48-15-97-54
(66.14)



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

Вариант 3

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Копопли Максима Алексеевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«21» февраля 2020 года

Подпись участника
Коп

Председателю апелляционной комиссии
олимпиады школьников «Ломоносов-2020»
ректору МГУ имени М.В. Ломоносова
академику В.А. Садовничему
от участника олимпиады по физике

КОНОПЛИ МАКСИМ А
АЛЕКСЕЕВИЧА ТИМАСС
(фамилия, имя, отчество, класс)

Вариант 3

АПЕЛЛЯЦИЯ на результат Олимпиады

Прошу пересмотреть выставленный мне технический балл за мою работу заключительного этапа по физике, с 76 на 83 по следующей причине (необходимо указать номер задачи; выставленный за нее балл; основание для пересмотра баллов; балл, который должен быть выставлен по мнению участника):

Вопросе к задачкам 1, 2, 34.

Баллы, выставленные за вопросы -
5; 9; 8; 9 соответственно.

Я считаю ответы на вопросы
верными и действующими 10 баллов.

« 5 » марта 2020 г.

Кноп
(подпись)

Примечание: В соответствии с Положением о порядке подачи и рассмотрения апелляций в рамках Олимпиады школьников «Ломоносов» «апелляцией на результат Олимпиады является аргументированное письменное заявление о несогласии с выставленными баллами».

см. на обороте

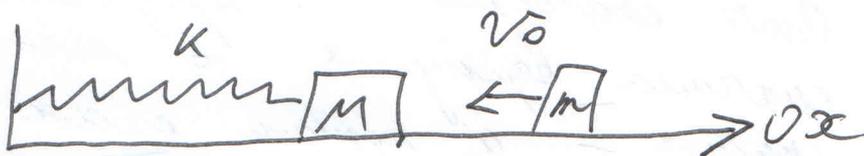
Истобки

л. 1. 3

Дано:

$$\tau = \frac{2}{3} T$$

$$n = \frac{M}{m} - ?$$



П.к. время соударения мало, пружина не успела растянуться, а значит для системы двух пружинок верен ЗИИ, ^(на оси Ox) и ЗЛЭ (система замкнута):

ЗИИ: (в проекции на Ox)

(1) $-m v_0 = -M V + m u$, где V - скорость бруска с массой M после удара, u - скорость бруска с массой m .

(2) З.Э: $\frac{m v_0^2}{2} = \frac{M V^2}{2} + \frac{m u^2}{2} \quad | \cdot \frac{2}{m}$

Поделив на m ЗИИ) имеем:

$$-v_0 = -n V + u$$

$u = n V - v_0$, подставим в (2), преобразуем так же поделив на m и делим на 2:

$$v_0^2 = n^2 V^2 + (n V - v_0)^2$$

$$v_0^2 = n^2 V^2 + n^2 V^2 - 2 n V v_0 + v_0^2 \quad | - v_0^2$$

$$0 = V + n V - 2 v_0;$$

$$V = \frac{2 v_0}{n + 1};$$

$$u = n V - v_0 = \frac{2 n v_0}{n + 1} - v_0.$$

Воз бруска M и масса бруска m , перемещение двух брусков с момента первого удара до момента второго удара равны. Бруска m

1	2	3	4	5
7	5	9	8	9
3	14	15	1	13
1	14	14	14	14

Оценка
не усложнять
30 Н

движения вправо со скоростью v с постоянной ω ^{угловая}
 той скоростью ω . Брусок M мгновенно
 сначала вернувшись в начальную точку
 спустя $\frac{T}{2}$, а потом ехал вправо
 время $t_0 = t - \frac{T}{2} = \frac{T}{6}$. Приравняем
 перемещение брусков m и M :

$$S_m = \frac{2}{3} T \cdot v$$

S_m получаем по формуле координаты
 гармонических колебаний, взяв
 положение перемещения x (оно же положение в начальный
 момент) за начало отсчета.

$$S_m = A \cdot \sin\left(\omega \frac{T}{6}\right);$$

T периодическое движение $= 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}$,
 $\omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$. A - амплитуду - получаем

по 3.С.Э. т.к. в амплитудном поло-
 жении $\vec{v} = \vec{0}$, энергия в этом положе-
 нии равна $\frac{k \cdot A^2}{2}$. Имеем:

$$\frac{k A^2}{2} = \frac{M v^2}{2}$$

$$A = v \sqrt{\frac{M}{k}};$$

$$S_m = v \cdot \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M}} \cdot \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \frac{2\pi}{6}\right) = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot v \cdot \sqrt{\frac{M}{k}}$$

$$S_m = S_m$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot v \cdot \sqrt{\frac{M}{k}} = \frac{2}{3} \cdot 2\pi \cdot \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot v$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{2V_0}{n+1} = \frac{2}{3} \cdot 2\sqrt{3} \left(\frac{2nV_0}{n+1} - V_0 \right); | \cdot 3$$

$$\frac{3\sqrt{3}V_0}{n+1} = \frac{8n\sqrt{3}V_0}{n+1} - \frac{4\sqrt{3}V_0}{3} \cdot \frac{3(n+1)}{n+1} \cdot \frac{1}{V_0} | \cdot (n+1)$$

$$3\sqrt{3} = 8\sqrt{3}n - 3n - 4\sqrt{3}; n = \frac{3\sqrt{3} + 4\sqrt{3}}{4\sqrt{3}} \approx 1,425$$

$$n = \frac{8\sqrt{3} + 3 - 3\sqrt{3}}{3} \approx 8 + 1 - \sqrt{3} \approx 5,3; \text{ уравни-}$$

вая, что $n \approx 3$.

Ответ: ~~5,3~~ 1,425

Вопросы: Потенциальная энергия энергии взаимодействия тел. Энергия взаимодействия тел.

$E_{\text{п}} = 0$ вблизи поверхности Земли. $E_{\text{п}} \text{ тяжести} = mgh$.

$E_{\text{п}} \text{ тяжести} = mgh$. $E_{\text{п}} \text{ деформации пружины} = \frac{kx^2}{2}$, где h - высота над уров. Земли, k - жесткость, ax - растяжение.

№ 4.3

Дано:

$t = 100^\circ\text{C} = 373\text{K} - T$

$h = 35\text{см}$

$\delta h = 5\text{см}$

$\Delta m = 0,1\text{г}$

$S = 100\text{см}^2 = 100 \cdot 10^{-4}\text{м}^2$

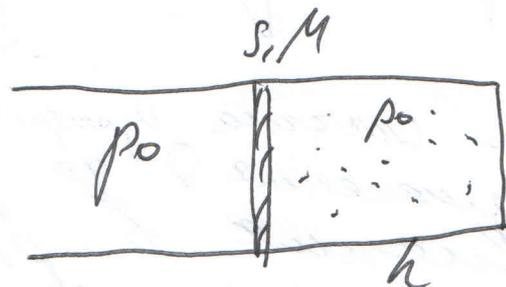
$p_0 = 10^5\text{Па}$

$M = 18 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$

$g = 10\text{м/с}^2$

$R = 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

$M = ?$



Уставник
 Влажный воздух — смесь пара и воздуха.
 По закону Дальтона: $p_{\text{пар}} = p_0 = p_v + p_n$
 (Вначале в цилиндрическом положении
 вправо или влево вытиснута поршня
 давления слева и справа равны).

$p_{\text{пар}}$ при $t = 100^\circ\text{C} = p_0$, а значит
 пар в начале перемещается.
 После поворота цилиндра и
 тяжести, действующая на поршень
 больше не компенсируется (иной
 реакции опоры цилиндра, а значит
 теперь p смеси равно:

$$p = p_0 + \frac{mg}{S} \text{ — константа давления смеси.}$$

Воздух в смеси изотермически
 сжимается (поршень сместился влево на Δh)
 а значит по закону Бойля-Мариотта:

$$p_v \cdot V_0 = p_v' \cdot V_0' ; \text{ где } V_0 \text{ — объем в начале, } V_0' \text{ — в конце.}$$

$$p_v' = \frac{p_v \cdot V_0}{V_0'} = \frac{p_v \cdot S \cdot h}{S \cdot (h - \Delta h)} = \frac{p_v h}{h - \Delta h}$$

Пар сначала изотермически сжимается
 без изменения p до достижения
 давления в $p_{\text{пар}} = p_0$. Затем
 пойдет конденсация воды. Запишем
 уравнение Менделеева-Клапейрона для пара в начале
 и в конце:

$$p_n \cdot V = \frac{m}{\mu} R T$$

$$p_{\text{пар}} \cdot V' = \frac{m - \Delta m}{\mu} R T \quad | -$$

шмювска

$$p_n \cdot V - p_{n.н.} \cdot V' = \frac{\Delta m \cdot R T}{\mu}$$

$$p_n = \left(\frac{\Delta m R T}{\mu} + p_{n.н.} \cdot S(h - \Delta h) \right) : V$$

$$= \frac{\frac{\Delta m R T}{\mu} + p_0 S(h - \Delta h)}{S h}$$

— давление пара в начале. Тогда $p_{в} =$

$$= p_0 - p_n = p_0 - \frac{\frac{\Delta m R T}{\mu} + p_0 S(h - \Delta h)}{S h}$$

Давление смеси в конце равно: $p = p_0 + \frac{M g}{S} = p_{в'} + p_{н.н.} = p_{в'} + p_0$. Имеем:

$$\frac{M g}{S} = p_{в'} = \left(p_0 - \frac{\frac{\Delta m R T}{\mu} + p_0 S(h - \Delta h)}{S h} \right) \cdot \frac{h}{h - \Delta h}$$

$$M = \frac{S}{g} \left(p_0 - \frac{\frac{\Delta m R T}{\mu} + p_0 S(h - \Delta h)}{S h} \right) \cdot \frac{h}{h - \Delta h}$$

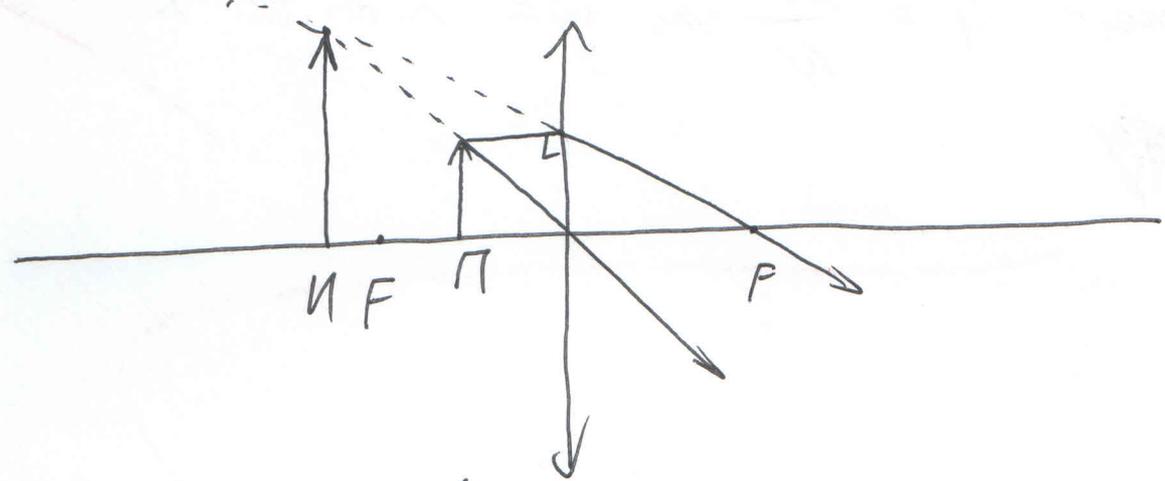
$\approx 11,7 \text{ кг}$ ~~116,7 кг~~ ~~11,7 кг~~

Ответ: ~~11,7 кг~~. ~~116,7 кг~~ ~~11,7 кг~~

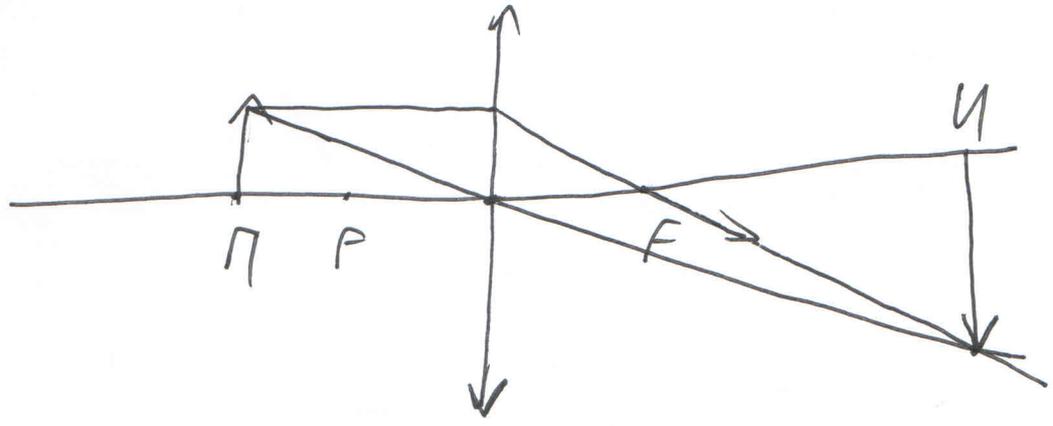
Вопрос: Температура кипения — температура кипения при давлении которой кипит вода на поверхности, но и по величине её — кипит. При неизменном атмосферном давлении, тем больше соответственное давление кипит, тем меньше температура кипения (если в вопросе шло о в виду зависимость температуры от атмосферного давления,

48-15-97-54
(66.14)

Шетовик 2) Собирательная, $d < F$:



3) Собирательная, $d > F$:



№ 3.7.3

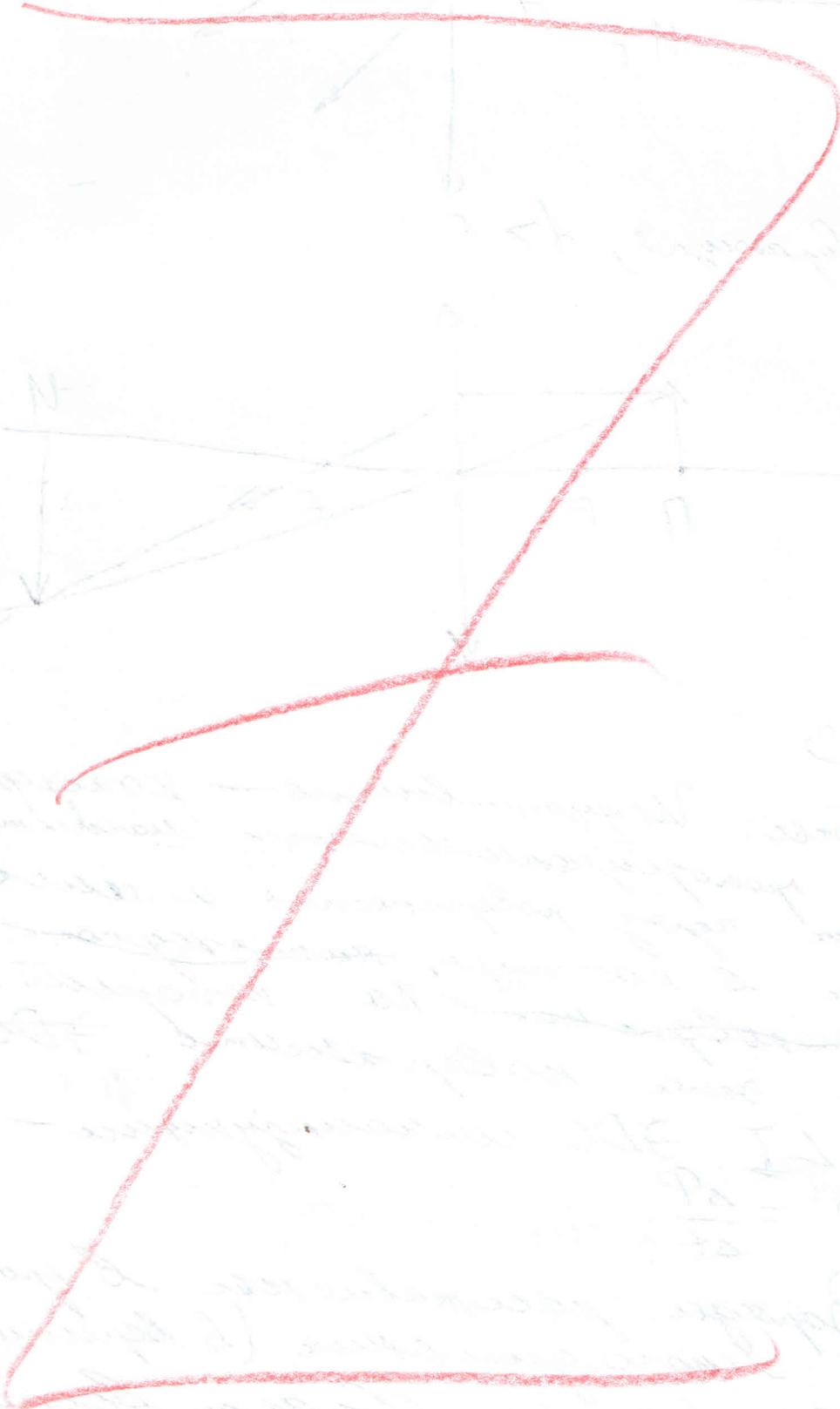
Вопросы: Индуктивность — коэффициент пропорциональности магнитного потока через поверхность и силы тока в контуре, ~~напряжения на этой поверхности~~ на которой ~~напряжения~~ эта поверхность. $\mathcal{E}_{i} = - \dot{\Phi}$ Ф-И

$$\Phi = LI; \quad \mathcal{E}_{i} = - \dot{\Phi} = - L \dot{I}$$

L что это что!

Заряды распределены в равномерный многоугольник (в вершинки). Условие задачи будет выполняться, если за время $t = \frac{1}{\omega}$ кольцо

штовик) Будем поворачиваться на
угол $\varphi = \frac{2\pi}{N} \cdot m$, где $m \in \mathbb{Z}$;



Черновик

$$\frac{\sqrt{3}}{2} V = \frac{4}{3} \pi U$$

~~$$\frac{2V}{2} \frac{2V}{2+1} = \frac{4}{3} \pi \cdot \frac{2n\sqrt{6}}{n+1} = \sqrt{6}$$~~

~~$$\frac{1}{\sqrt{3}(n+1)} = \frac{8\pi n - n - 1}{\sqrt{3}(n+1)}$$~~

~~$$\frac{1}{\sqrt{3}} = 8\pi n - n - 1 \quad n = \frac{\sqrt{3+5n}}{4\pi}$$~~

~~$$1 = 8\sqrt{3}\pi n - n - \sqrt{3}$$~~

~~$$1 + \sqrt{3} = 8\sqrt{3}\pi n - n = n(8\sqrt{3}\pi - 1)$$~~

~~$$n = \frac{\sqrt{3}}{8\sqrt{3}\pi - 1} = \frac{4\sqrt{3}}{3} \cdot 2n - \frac{4\sqrt{3}}{3} n - 1 = \frac{4\sqrt{3}}{3} n - 1$$~~

~~$$3\sqrt{3} = 8\sqrt{3}\pi n - 3 \quad \frac{4\sqrt{3}}{3} n = \sqrt{3} + \frac{4\sqrt{3}}{3}$$~~

~~$$\frac{\sqrt{3}\sqrt{6}}{n+1} = \frac{4\sqrt{6}}{3} \cdot \frac{2n\sqrt{6}}{n+1} = \frac{4\sqrt{6}}{3} \sqrt{6} = \frac{4\sqrt{6}}{3} \frac{n+1}{n+1}$$~~

~~$$\frac{\sqrt{3}}{n+1} = \frac{4\sqrt{6}}{3} \cdot \frac{2n}{n+1} - \frac{4\sqrt{6}}{3}$$~~

$F = \frac{fd}{f+d}$; Из геометрии, $\triangle ACB \sim \triangle A'C'B'$

Тогда:

$\frac{B'C}{BC} = \frac{A'B'}{AB}$; По сути:

$\frac{f}{d+f} = \frac{k}{L}$;

$fL = dk + fk$

$d = \frac{L-k}{k} \cdot f$; $f = \frac{dk}{L-k}$

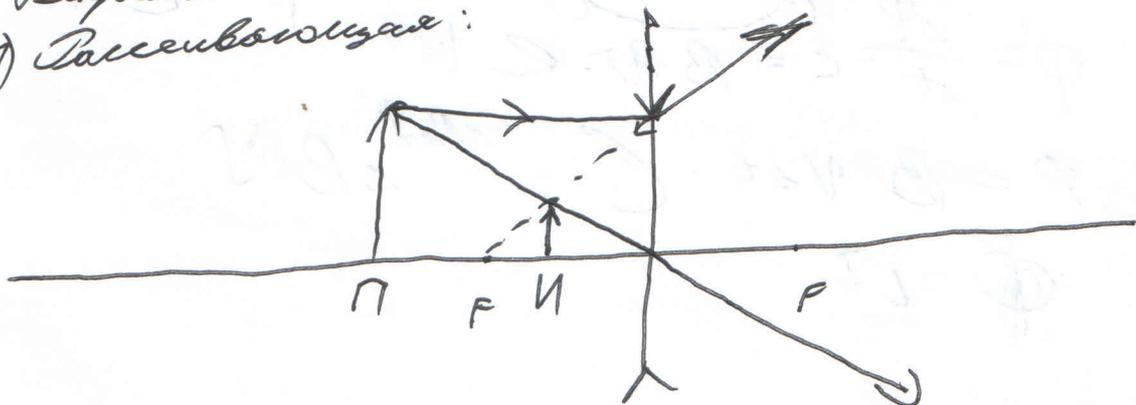
$F = \frac{fd}{f+d} = \frac{f \cdot \frac{L-k}{k} \cdot f}{\frac{L-k}{k} \cdot f + d} = \frac{\frac{dL-k}{L-k} \cdot f^2}{\frac{dL-k}{L-k} \cdot f + d}$

$= \frac{\frac{d^2}{L-k}}{\frac{dL-k}{L-k} + d} = \frac{dk}{L} = f_{см} = 0,08 \text{ м.}$

Ответ: 0,08 м.

Вопросы:

1) Рассеивающая:



Гештавик

герновик

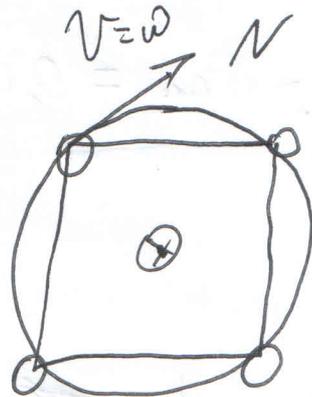
$$\frac{\phi L}{L-k} \cdot \phi = \frac{\phi^2 \cdot L^2}{L-k \cdot dL} = \frac{\phi^2}{L} =$$

$$\frac{\phi L}{L-k} + \phi = \frac{\phi L + \phi \cdot (L-k)}{L-k} = \frac{\phi L}{L-k} = \phi$$

$$\frac{24 \cdot 2}{4} \cdot 24 = \frac{24 \cdot 2 \cdot 2}{36} =$$

$$\frac{24 \cdot 2}{4} + 24 = 36$$

$\epsilon = \beta v c$



$\beta_0 = 700 \text{ T} \cdot \text{m}$

$$\phi' = \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = \epsilon = \beta \cdot v \cdot l \cdot \omega$$

$$\phi' = \epsilon = \beta v l \omega$$

$$\Delta \phi = \beta v \omega t \cdot l = \Delta B \cdot l \cdot \omega$$

$$\phi = L I$$

Григорий

$$10^5 \cdot \left(\frac{0,1 \cdot 8,3 \cdot 373}{0,18 \cdot 700 \cdot 10^{-4} \cdot 1001 \cdot 35 \cdot 10^{-2}} \right) = \frac{530}{56} \cdot \frac{240}{252}$$

$$\begin{array}{r} 18 \cdot 35 \\ 2 \cdot 3 \cdot 7 \cdot 3 \\ - 83 \\ \hline 1119 \\ 2984 \\ \hline 30959 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 309,59 \cdot 10^4 \\ \hline 18 \cdot 35 \\ 2 \\ 18 \\ 35 \\ \hline 90 \\ + 54 \\ \hline 630 \end{array} \quad \begin{array}{r} 309590 \\ \hline 63 \\ \hline 4977 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10000 \cdot \frac{7 \cdot 100 \cdot 10^5}{6 \cdot 10} = \frac{7 \cdot 10^8}{6} \\ \frac{10^5 \cdot 3}{35} = \frac{300000}{35} = 8571,4 \\ \frac{3}{35} = \frac{6}{70} = 0,85714 \end{array}$$

$$\frac{3}{35} = \frac{6}{70} = 0,85714 \cdot 10 = 8,5714$$

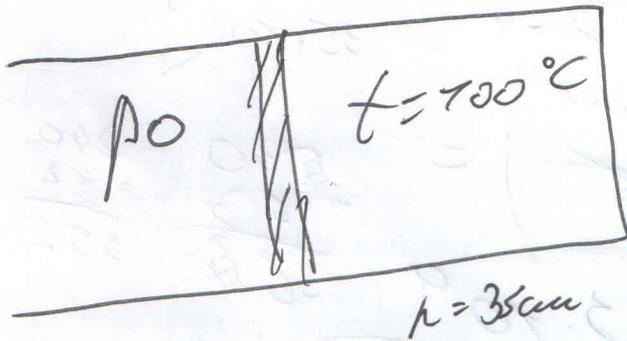
$$\begin{array}{r} 60 \overline{) 7} \\ 56 \overline{) 5} \\ \hline 40 \\ -35 \\ \hline 5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,85 \\ \hline 59,5 \end{array}$$

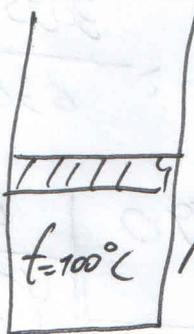
$$\begin{array}{r} 0,85 \cdot 10^9 = 85000 \\ + 4914 \\ \hline 89914 \\ \hline 22 \\ 80000 \end{array}$$

$$90000 \cdot \frac{7}{6} = 105000$$

термовик



$$\frac{100 \cdot 10^{-4}}{10} \left(10^5 - \frac{0.4 \cdot 10^{-3} \cdot 0.3 \cdot 373}{18 \cdot 10^{-3}} \right) +$$



$l = 30 \text{ cm}$ $S = 100 \text{ cm}^2$
 $\Delta m = 0,12$

$$D = \frac{\Delta m}{M} \Rightarrow \frac{m - \Delta m}{M}$$

для

$$p_b \cdot V_b = p_b' \cdot V_b'$$

$$p_b' = \frac{p_b \cdot V_b}{V_b'}$$

$$p_b = p_0 - p_a$$

$$p_a \cdot V_b = D R T = \frac{m}{M} R T$$

$$p_{a0} \cdot V' = \frac{m R T}{M} - \frac{\Delta m R T}{M}$$

$$p_a \cdot V_b - p_{a0} \cdot V' = \frac{\Delta m R T}{M}$$

$$p_a = \frac{\Delta m R T}{M} + p_{a0} \cdot V'$$

V_b

$$T = \frac{2T}{3} - \frac{T}{2} = \frac{T}{6} \quad \text{через}$$

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

$$S_1 = \frac{2T}{3} \cdot u = \frac{2}{3} \cdot 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot u$$

$$S_2 = A \cdot \sin \omega T$$

$$\frac{k \cdot A^2}{2} = \frac{mV^2}{2}$$

7-3, 4 = 3, 6
 8-2, 7 = 5, 3

$$A = \sqrt{\frac{mV^2}{k}} = V \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$S_2 = A \cdot \sin \omega T = V \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \sin \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \frac{2\pi}{\omega} \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} =$$

$$= V \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{2}{3} \cdot 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot u$$

$$\sqrt{3}V = \frac{4\pi}{3} u$$

$$\sqrt{3} \cdot \frac{2u}{1+n} = \frac{4\pi}{3} \frac{2n\pi}{n+1}$$

$$\frac{2\sqrt{3}}{n+1} = \frac{\sqrt{3} \cdot 2}{1+n} = \frac{8\pi}{3(n+1)} - 7 \frac{3(n+1)}{3(n+1)}$$

$$\frac{6\sqrt{3}}{3(n+1)} = \frac{8\pi - 3(n+1)}{3(n+1)} \quad 3n = \frac{8\pi - 3 - 6\sqrt{3}}{3}$$

$$6\sqrt{3} - 8\pi - 3n - 3 = \frac{8\pi - 3 - 6\sqrt{3}}{3}$$

герцовки

кх

$$\omega \frac{T}{6} = \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \frac{2\pi}{6} = \frac{2\pi}{3}$$



$$m v_0 = M v_M + m v_m \quad | : m$$

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

$$kx = ma \quad | : m$$

$$a + \omega^2 x = 0$$

$$a - \left(\frac{k}{m}\right)x = 0$$

$$m v_0^2 = M v_M^2 + m v_m^2$$

$$n = \frac{M}{m} = ?$$

$$\begin{cases} v_0 = n v_M - v_m \\ v_0^2 = n v_M^2 + v_m^2 \end{cases}$$

$$v_m = n v_M - v_0$$

$$v_0^2 = n \cdot (v_M^2 + n^2 v_M^2 - 2n v_M v_0 + v_0^2)$$

$$0 = v_M + n \cdot v_M^2 - 2n v_0$$

$$2v_0 = v_M (1+n);$$

$$v_M = \frac{2v_0}{1+n} = \text{u}$$

$$v_m = n \frac{2v_0}{1+n} - v_0 = \text{u}$$

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

