0 836112 570007

83-61-12-57
(66.4)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 3

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по физике
профиль олимпиады

Киселева Дениса Олеговича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«21» февраля 2020 года

Подпись участника

Оценка изменена на 76

Председателю апелляционной комиссии
олимпиады школьников «Ломоносов-2020»
ректору МГУ имени М.В. Ломоносова
академику В.А. Садовничему
от участника олимпиады по физике
Киселева Дениса Олеговича
11 класс.
(фамилия, имя, отчество, класс)

Вариант 3

АПЕЛЛЯЦИЯ
на результат Олимпиады

Прошу пересмотреть выставленный мне технический балл за мою работу заключительного этапа по физике, с 75 на 80 по следующей причине (необходимо указать номер задачи; выставленный за нее балл; основание для пересмотра баллов; балл, который должен быть выставлен по мнению участника):

1) Задача №2 (вопрос), т.к. ответ на вопрос дан, определение кипения не спрашивалось. Прошу повысить балл за вопрос до 10.
2) Задача №4 (вопрос). Прошу повысить балл до 10, т.к. все необходимые примеры даны. 3) Вопрос №3. Прошу повысить см. на обороте

« 5» марта 2020 г. _____
(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».

83-61-12-57 (66.4)

№ 4.10.3

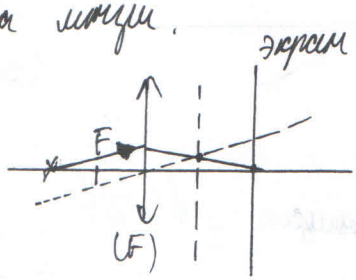
$d = 24$ см

$L = 6$ см

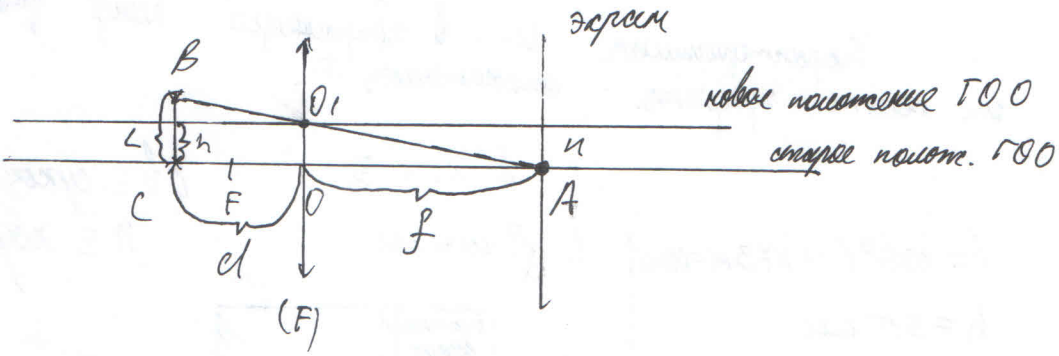
$h = 2$ см

$F = ?$

1. Изображение получено на экране => предмет расположен ~~за F~~ на расстоянии большем, чем F, от главного оптического центра линзы.



2) Поскольку для предмета за F собирающая линза даёт действительное, перевёрнутое И, то, когда источник подымается, изображение его в линзе опускается => чтобы получить И в той же точке экрана, линзу нужно поднять.



Из геометрии рисунка: $\triangle OAO_1 \sim \triangle ABC$ =>

$$\frac{OO_1}{BC} = \frac{OA}{AC}$$

$$\frac{h}{L} = \frac{f}{d+f}$$

Из формулы тонкой линзы:

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

Тогда $\frac{h}{L} = \frac{dF}{(d-F)\left(d + \frac{dF}{d-F}\right)} = \frac{dF}{(d-F)\left(\frac{d^2}{d-F}\right)} = \frac{dF\cdot(d-F)}{(d-F)\,d^2} = \frac{F}{d}$

$$\frac{h}{L} = \frac{F}{d} \Rightarrow F = \frac{hd}{L} = \frac{2\text{ см}\cdot 24\text{ см}}{6\text{ см}} = 8\text{ см}$$

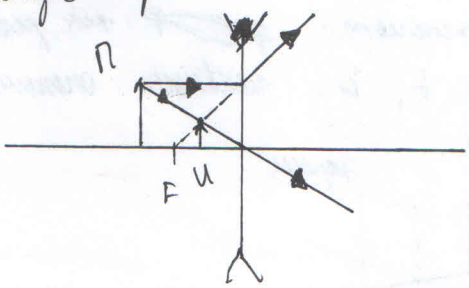
Ответ: $F = \frac{hd}{L} = 8$ см

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
3		13			0		14	15		75

Оценка изменена на 76

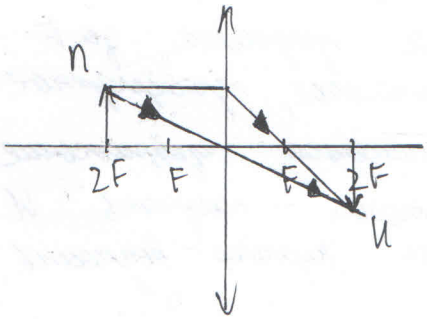
Ответ на вопрос:

1. Линза рассеивающая



Хар-ка И:
прямое, уменьшенное, мнимое
(эта хар-ка не зависит от полож. предмета относительно F)

2. Линза собирающая, $d = 2F$



Хар-ка И:
перевёрнутое, в натуральную величину, действительное
(~~хар~~)

Характеристика И в собирающей линзе зависит от полож. предмета относительно F.

№ 2.4.3

$t = 100°C = 373 K = const$

$h = 35$ см

$\Delta h = 5$ см

$\Delta m = 0,1$ г

$S = 100$ см^2

$p_0 = 10^5$ Па

$\mu = 18$ г/моль

$g = 10$ м/с^2

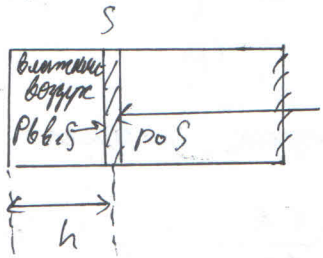
$R = 8,3 \frac{Дж}{моль \cdot K}$

$M = ?$

св = сухой воздух

п = пар

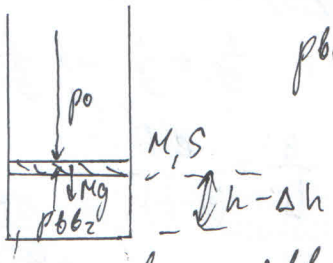
1. В начале:



По 2ЗН: $p_{вв1} \cdot S = p_0 S \Rightarrow p_{вв1} = p_0$

$p_{вв1} = p_{св1} + p_{п1} = p_0$

2. Потом



$p_{вв2} = p_{св2} + p_{п2}$

влажный воздух (вв2) + вода

Из 2ЗН: $\cancel{p_{вв2} = p_{св2} + p_{п2}}$ $p_0 + \frac{Mg}{S} = p_{вв2}$

Происходит процесс конденсации => пар (П2) насыщен

$p_{п2} = p_{нп}\langle T \rangle = p_0$

3. Закон Бойля – Мариотта для сухого воздуха

$$p_{св1} \cdot h \cdot \cancel{S} = p_{св2} \cdot (h - \Delta h) \cdot \cancel{S} \Rightarrow p_{св2} = \frac{p_{св1} \cdot h}{h - \Delta h}$$

4. Уравнение Менделеева – Клапейрона для пара в начальном и конечном состояниях:

$$\begin{cases} p_{п1} \cdot S \cdot h = \frac{m}{\mu} \cdot RT \\ p_0 \cdot S \cdot (h - \Delta h) = \frac{m - \Delta m}{\mu} \cdot RT \end{cases}$$

$$p_{п1} \cdot Sh - p_0 S(h - \Delta h) = \frac{\Delta m}{\mu} RT$$

$$p_{п1} = \frac{\frac{\Delta m}{\mu} RT + p_0 S \cdot (h - \Delta h)}{Sh} = \frac{\Delta m}{\mu} \frac{RT}{Sh} + p_0 - \frac{p_0 \cdot \Delta h}{h}$$

5. Из (1): $p_{св1} + \frac{\Delta m RT}{\mu S h} + \cancel{p_0} - \frac{p_0 \Delta h}{h} = \cancel{p_0}$

$$p_{св1} = \frac{p_0 \Delta h}{h} - \frac{\Delta m RT}{\mu S h} = \frac{p_0 \Delta h \cdot \mu S - \Delta m RT}{\mu S h}$$

6. $p_{св2} = \frac{p_0 \cdot \Delta h \mu S - \Delta m RT}{\mu S (h - \Delta h)}$

7. $p_0 + \frac{Mg}{S} = p_{св2}$

$$\cancel{p_0} + \frac{Mg}{S} = p_{св2} + \cancel{p_0}$$

$$M = \frac{p_{св2} \cdot S}{g} = \frac{p_0 \cdot \Delta h \cdot \mu S - \Delta m RT}{\mu g \cdot (h - \Delta h)} =$$

$$= \frac{\cancel{10^5} \cdot 5 \cdot \cancel{10^{-2}} \cdot 18 \cdot \cancel{10^{-3}} \cdot 10^2 \cdot 10^{-4} - 10^{-1} \cdot 10^{-3} \cdot 8{,}3 \cdot 373}{18 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 3 \cdot 10^{-2}} =$$

$$= \frac{5 \cdot 18 \cdot 10^{-2} - 10^{-4} \cdot 8{,}3 \cdot 373}{18 \cdot 3 \cdot 10^{-4}} = \frac{90 \cdot 10^2 - 8{,}3 \cdot 373}{54} =$$

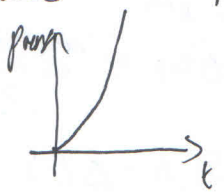
$$= \frac{9000 - 3095{,}9}{54} \approx \frac{5904}{54} \approx 109{,}3 \text{ кг}$$

Ответ: $M = \frac{p_0 \Delta h \cdot \mu S - \Delta m RT}{\mu g (h - \Delta h)} \approx 109{,}3$ кг.

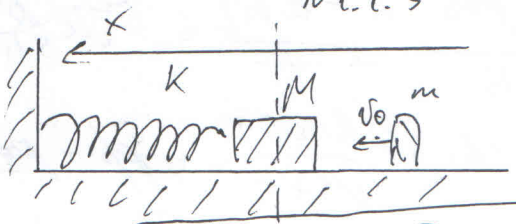
Ответы на вопросы:

Температура кипения – температура, при которой при данном давлении у данной жидкости происходит процесс кипения, т.е. температура, при которой внешнее давление на ~~поверхность~~ жидкость уравнивается с давлением насыщенных паров жидкости при данной температуре

Чем меньше давление, тем ниже температура кипения, и наоборот, т.к. $p_{нп}(t)$:

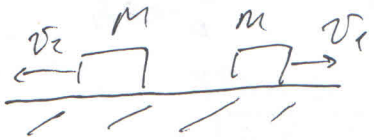


№1.1.3



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

1. ЗСИ для „M+m": x: $\boxed{m v_0 = M \cdot v_2 - m v_1}$



2. ЗСЭ (т.к. мощность неконсервативных сил = 0):

$$\boxed{\frac{m v_0^2}{2} = \frac{M \cdot v_2^2}{2} + \frac{m v_1^2}{2}}$$

3. Рассмотрим колебания  . Колебания гармонические => происходят по з. синуса или косинуса. При этом $x(0) = 0$ => колебания происходят по з. синуса

$x(t) = A \cdot \sin(\omega t)$, где

$v(t) = x'(t) = A\omega \cdot \cos(\omega t)$, где $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

По ЗСЭ:

$\frac{kA^2}{2} = \frac{m v_2^2}{2} \Rightarrow A^2 = \frac{m v_2^2}{k}$; $A = \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot v_2$

Тогда $v(t) = \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot v_2 \cdot \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \cos(\omega t) = v_2 \cdot \cos(\omega t)$

4. Через $\frac{2}{3}T$: $\left|x\left(\frac{2}{3}T\right)\right| = \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot v_2 \cdot \left|\sin \frac{2\pi}{T} \cdot \frac{T \cdot 2}{3}\right| = \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot v_2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$

С другой стороны, $\left|x\left(\frac{2}{3}T\right)\right| = v_1 \cdot \frac{2}{3}T = v_1 \cdot \frac{2}{3} \cdot 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$

Приравняв: $v_1 \cdot \frac{2}{3} \cdot 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} = v_2 \cdot \sqrt{\frac{m}{k}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$

$$\cancel{v_2 = \frac{v_1 \cdot 4\pi}{3\sqrt{3}} \cdot 2}$$

$$\boxed{v_1 = \frac{v_2 \cdot 3\sqrt{3}}{8\pi}}$$

б. Имеем:

$$\begin{cases} mv_0 = Mv_2 - mv_1 \\ \frac{mv_0^2}{2} = \frac{Mv_2^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2} \\ v_1 = \frac{v_2 \cdot 3\sqrt{3}}{8\pi} \end{cases}$$

Исключая v_0 и v_1, можем получить:

$$m\cancel{v_2^2}\left(\frac{M}{m} - \frac{3\sqrt{3}}{8\pi}\right)^2 = M \cdot \cancel{v_2^2} + m \cdot \frac{\cancel{v_2^2} \cdot 3\sqrt{3}}{8\pi}$$

$$n^2 - \frac{3\sqrt{3}}{4\pi} \cdot n + \left(\frac{3\sqrt{3}}{8\pi}\right)^2 = n + \frac{3\sqrt{3}}{8\pi}$$

Ответ: $n = \frac{\frac{3\sqrt{3}}{4\pi} + 1 + \sqrt{\frac{3\sqrt{3}}{2\pi} + 1}}{2}$?

Ответ на вопрос:

• Потенциальная энергия — энергия, определяемая взаимным положением тел или частей тел.

$\cancel{E_n = A_{n1} = A_{n2}}$ $A_n = E_{n1} - E_{n2}$

(A_n — работа потенциальных сил (сила тяжести, сила гравитационного взаимодействия, сила Кулона, сила упругости), $E_{n1} - E_{n2}$ — разность потенциальных энергий)

• Потенциальная энергия тела вблизи пов-ти Земли:

$E_n = mgh$ (m — масса тела, g — ускорение свободного падения, h — высота относительно пов-ти Земли)

• Потенциальная энергия деформированной пружины:

$E_n = \frac{kx^2}{2}$ (k — коэф. жёсткости пружины, x — смещение)

При этом $E_n = 0$ берётся строго для ~~нерас~~ недеформированной пружины.

Формула верна лишь при малых деформациях

№ 3.73.

Ответы на вопросы:

• индуктивность — физ. величина, характеризующая способность контура препятствовать изменению тока в нём (в каком случае?)

$$L = \frac{\Delta\Phi}{\Delta I}$$

• ЭДС самоиндукции:

$$\mathcal{E}_i = -L\frac{\Delta I}{\Delta t} = -L\dot{I}$$

А что за величины?

задачи 3 не

Черновик

$$m v_0 = M v_2 - m \cdot \frac{v_2 \cdot 3\sqrt{3}}{8\pi} =$$

$$= v_2 \left(M - \frac{m \cdot 3\sqrt{3}}{8\pi} \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_0 = \frac{v_2 \cdot \left(M - \frac{m \cdot 3\sqrt{3}}{8\pi} \right)}{m} =$$

$$= v_2 \cdot \left(\frac{M}{m} - \frac{3\sqrt{3}}{8\pi} \right)$$

$$\cancel{\frac{m v_0^2}{2} = M}$$

$$\cancel{\frac{m}{2} \cdot v_2^2 \cdot \left(\frac{M}{m} - \frac{3\sqrt{3}}{8\pi} \right)^2 = M v}$$

$$m \cdot \cancel{v_2^2} \left(\frac{M}{m} - \frac{3\sqrt{3}}{8\pi} \right)^2 = M \cdot \cancel{v_2^2} + m \cdot \frac{\cancel{v_2^2} \cdot 3\sqrt{3}}{8\pi}$$

$$m \cdot \left(\frac{M^2}{m^2} - \frac{3\sqrt{3}}{4\pi} \cdot \frac{M}{m} + \left(\frac{3\sqrt{3}}{8\pi} \right)^2 \right) = M + \frac{m \cdot 3\sqrt{3}}{8\pi}$$

$$m \left(n^2 - \frac{3\sqrt{3}}{4\pi} \cdot n + \left(\frac{3\sqrt{3}}{8\pi} \right)^2 \right) = M + \frac{m \cdot 3\sqrt{3}}{8\pi}$$

$$n^2 - \frac{3\sqrt{3}}{4\pi} \cdot n + \left(\frac{3\sqrt{3}}{8\pi} \right)^2 = n + \frac{3\sqrt{3}}{8\pi}.$$

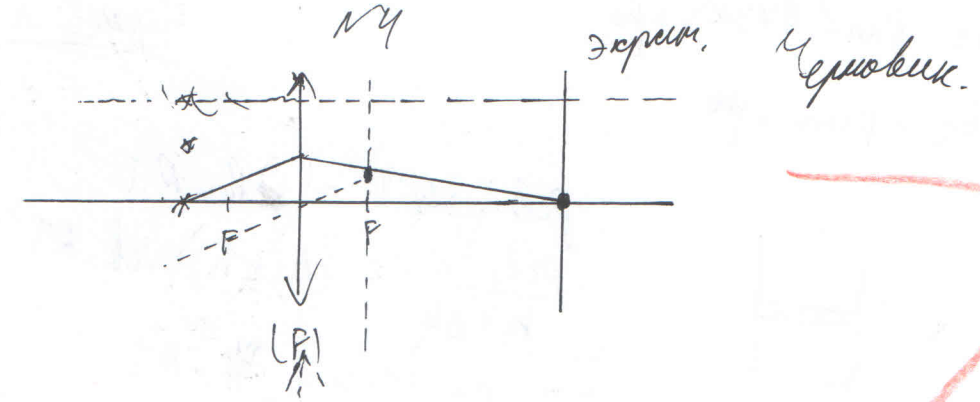
$$n^2 - \left(\frac{3\sqrt{3}}{4\pi} + 1 \right) n + \left(\frac{3\sqrt{3}}{8\pi} \right)^2 = 0.$$

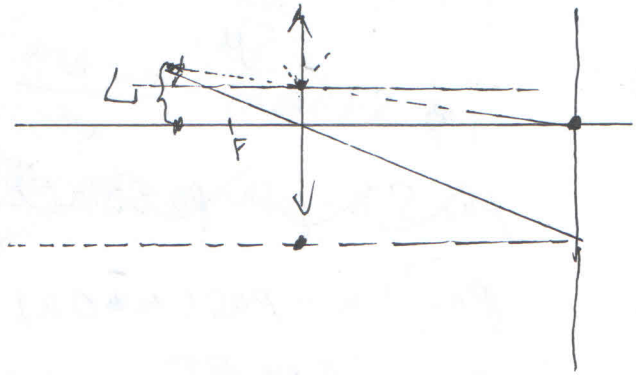
$$D = \left(\frac{3\sqrt{3}}{4\pi} \right)^2 + \frac{3\sqrt{3}}{2\pi} + 1 - 4 \cdot \left(\frac{3\sqrt{3}}{8\pi} \right)^2 =$$

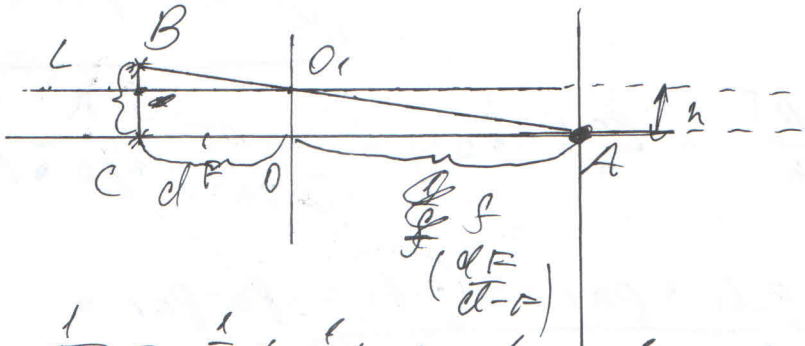
$$= \left(\frac{3\sqrt{3}}{4\pi} \right)^2 - \frac{4}{4} \left(\frac{3\sqrt{3}}{4\pi} \right)^2 + \frac{3\sqrt{3}}{2\pi} + 1.$$

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

№4







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

$$f = \frac{dF}{d-F}$$

$\Delta OO_1A \sim \Delta ABC$ (УУ):

$$\frac{O_1O}{BC} = \frac{f}{f+d}$$

$$\frac{h}{L} = \frac{\frac{dF}{(d-F)}}{\left(\frac{dF}{d-F}+d\right)} = \frac{dF\cdot(d-F)}{(d-F)\cdot d^2} = \frac{F}{d} \Rightarrow$$

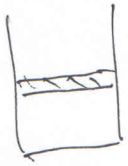
$$\left(\frac{dF+d^2-dF}{d-F} = \frac{d^2}{d-F}\right)$$

$$F = \frac{dh}{L}$$

Черновик

$p_{п2} = p_{нп}(373K) = p_0$

$p_{вв2} = p_{сх2} + p_0$



$p_{св1} \cdot S \cdot h = \nu_{св} \cdot RT$

$\frac{p_{св1} \cdot h}{h+\Delta h} \cdot S \cdot (h+\Delta h) = \nu_{св} \cdot RT$

$p_{п1} \cdot S \cdot h = \frac{m_п}{\mu} RT$

$p_0 \cdot S \cdot (h - \Delta h) = \frac{m_п - \Delta m}{\mu} \cdot RT$

$\cancel{p_{п1} S h - p_0 S h - p_0 S \Delta h = \frac{\Delta m}{\mu} RT}$

$p_{п1} \cdot Sh - p_0 S(h - \Delta h) = \frac{\Delta m}{\mu} RT$

$p_{п1} = \frac{\left(\frac{\Delta m RT}{\mu} + p_0 S \cdot (h - \Delta h)\right)}{Sh} =$

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

$p_0 = p_{св1} + p_{п1} \Rightarrow p_{св1} = p_0 - p_{п1} =$

$= \frac{p_0 \Delta h}{h} - \frac{\Delta m RT}{\mu S h}$

Тогда $p_{св2} = p_{св1} \cdot \frac{h}{h+\Delta h} = \frac{p_0 \cdot \Delta h}{h+\Delta h} -$

$- \frac{\Delta m RT}{\mu \cdot S(h+\Delta h)}$

$p_{вв2} = p_{св2} + p_0$

$M = \frac{S(p_{вв2} - p_0)}{g} =$

$= \frac{S \cdot p_{св2}}{g}$

(1) $\frac{m v_0^2}{2} = \frac{M\left(\frac{v_2}{2}\right)^2}{2} + \frac{m v_1^2}{2} + \frac{K\left(v_2\sqrt{\frac{M}{K}}\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2}{2}$

$m v_0 = M v_2 - m v_1$

(1): $\frac{m v_0^2}{2} = \frac{M v_2^2}{8} + \frac{m v_1^2}{2} + \frac{M v_2^2 \cdot 3}{8}$

Черновик

$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{M v_2^2}{2} + \frac{m v_1^2}{2}$

$\boxed{v_1 = \frac{v_2 \cdot 3\sqrt{3}}{8}}$

$v_0 = \frac{M v_2 - m v_1}{m} = \frac{M}{m}\cdot v_2 - v_1 =$

$= \frac{M}{m} v_2 \left(\frac{M}{m} - \frac{3\sqrt{3}}{8}\right)$

$m \cdot v_2^2 \cdot \left(\frac{M}{m} - \frac{3\sqrt{3}}{8}\right)^2 = M v_2^2 + m v_2^2 \cdot \left(\frac{3\sqrt{3}}{8}\right)^2$

$\mathcal{E}_i = -L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$

$L = \frac{\Delta \Phi}{\Delta I}$

5904 | 54
54 | 109,3
50
-0
504
-486
180

9000
-3096
5904

№2

$t = 100°C = 373K$

$h = 35$ см

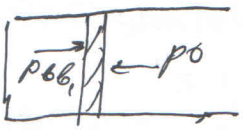
$\Delta h = 5$ см

$\Delta m = 0,1$ г

$S = 100$ см^2

p_0, μ, g, R

$M = ?$



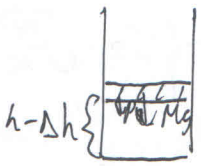
1) Внешние: $p_{вв_1} = p_0$

$p_{вв_1} = p_{св_1} + p_{п_1} = p_0$

Ур-е состояния для СВ1

$p_{св_1} \cdot S \cdot h = \nu_{св_1} \cdot RT$

2) Поршень:



$Mg + p_0 S = p_{вв_2} \cdot S$

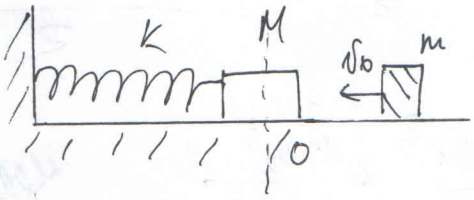
$p_{вв_2} = p_{св_2} + p_{п_2}$

$p_{св_1} \cdot S \cdot h = p_{св_2} \cdot S \cdot (h + \Delta h)$

$p_{св_2} = \frac{p_{св_1} \cdot h}{h + \Delta h}$

Черновик

№1

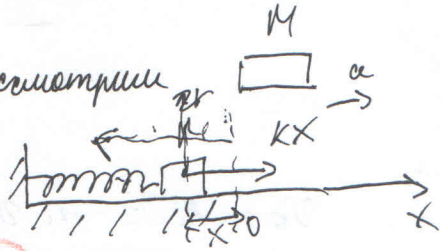


m, M

брусок массы M догоняет m через $\frac{2}{3}T$

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

1) Рассмотрим



2ЗН: $-kx = ma$

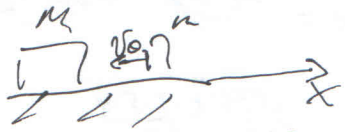
$ma + kx = 0$

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

$x(0) = 0 \Rightarrow$ колебания происходят по $\sin$.

$x = A\sin(\omega t)$

2)



$mv_0 = Mv_2 - mv_1$

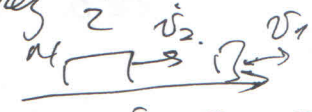
ЗСИ: $0x$: $-mv_0 = m\cdot v_1 - Mv_2$

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

В полож. равновесия

имеет скорость $T =$

Через $\frac{T}{2}$:



~~$v_{отн} = v_2 - v_1$~~

$v_1 \cdot \frac{2}{3}2\pi \cdot \sqrt{\frac{M}{k}} = x =$

$= v_2 \cdot \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$

$v_1 \cdot \frac{4}{3}\pi = v_2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$

$v_1 = \frac{v_2 \cdot \sqrt{3} \cdot 3}{2 \cdot 4} = \frac{v_2 \cdot 3\sqrt{3}}{8}$

3) ЗСЭ: $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{k(x_{\frac{2T}{3}})^2}{2} +$

1. $x = A\cdot\sin(\omega t) = A\cdot\sin\left(\frac{2\pi}{T}\cdot\frac{T\cdot 2}{3}\right) = A\cdot\sin\frac{4\pi}{3}$

$\omega = \frac{2\pi}{T}$, $t = \frac{2}{3}T$

$v = A\cdot\omega\cdot\cos\frac{4\pi}{3}$

$\frac{kA^2}{2} = \frac{Mv_2^2}{2} \Rightarrow A^2 = \frac{Mv_2^2}{k} \Rightarrow A = v_2\sqrt{\frac{M}{k}}$

$v\left(\frac{2T}{3}\right) = v_2\cdot\sqrt{\frac{M}{k}}\cdot\sqrt{\frac{k}{M}}\left|\cos\frac{4\pi}{3}\right| = \frac{v_2}{2}$

$x\left(\frac{2T}{3}\right) = v_2\sqrt{\frac{M}{k}}\left|\sin\frac{4\pi}{3}\right| = v_2\cdot\sqrt{\frac{M}{k}}\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}$

Тогда ЗСЭ: $\frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{M\left(\frac{v_2}{2}\right)^2}{2} + \frac{kx^2}{2}$