



0 402153 750007

40-21-53-75

(66.24)



+1/М Вахник

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Дмитрий.

Вариант 3

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"

по Физике

Тимошенко Алёны Александровны.

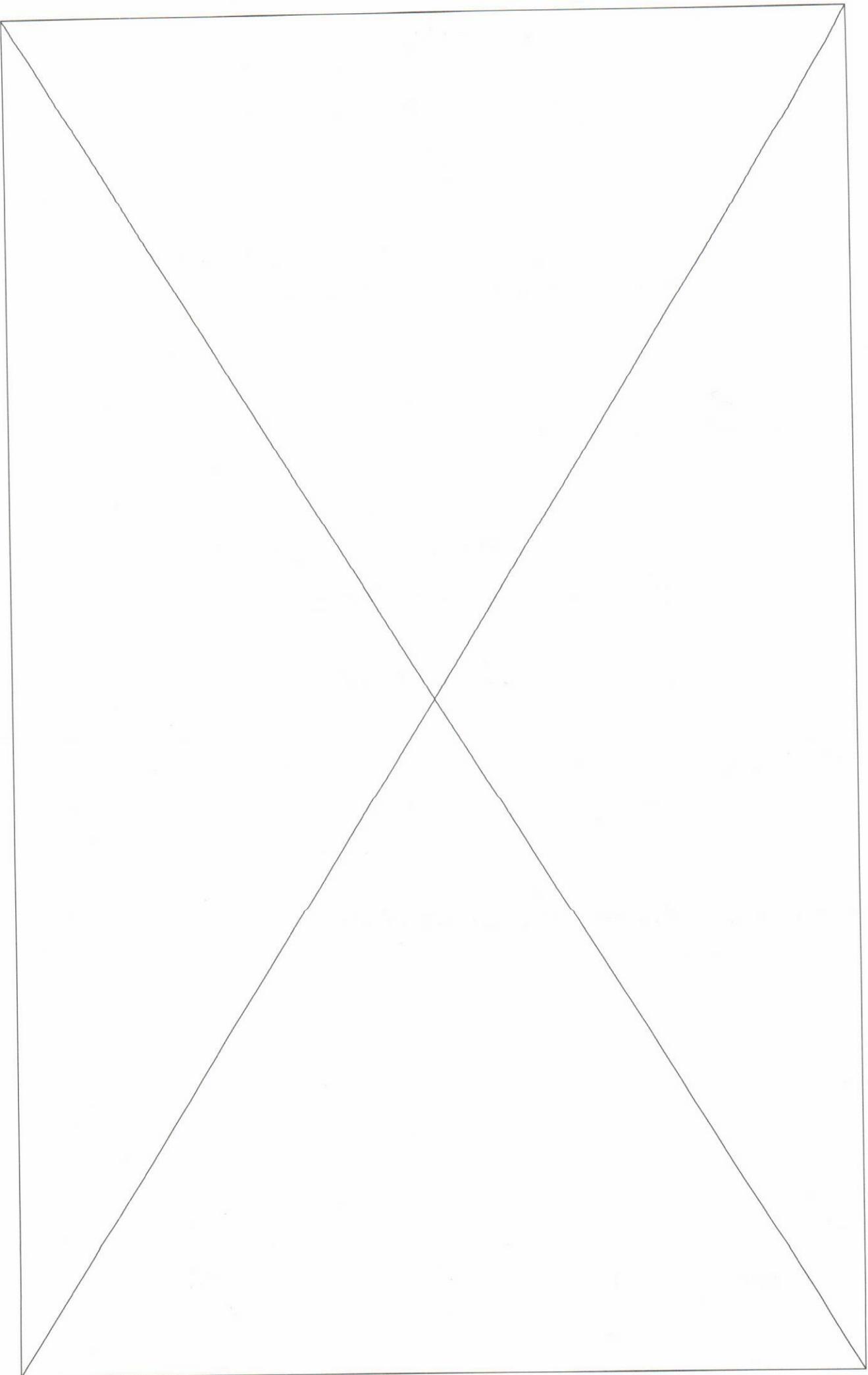
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Сдана 16-30

Дата

«21» февраля 2020 года

Подпись участника

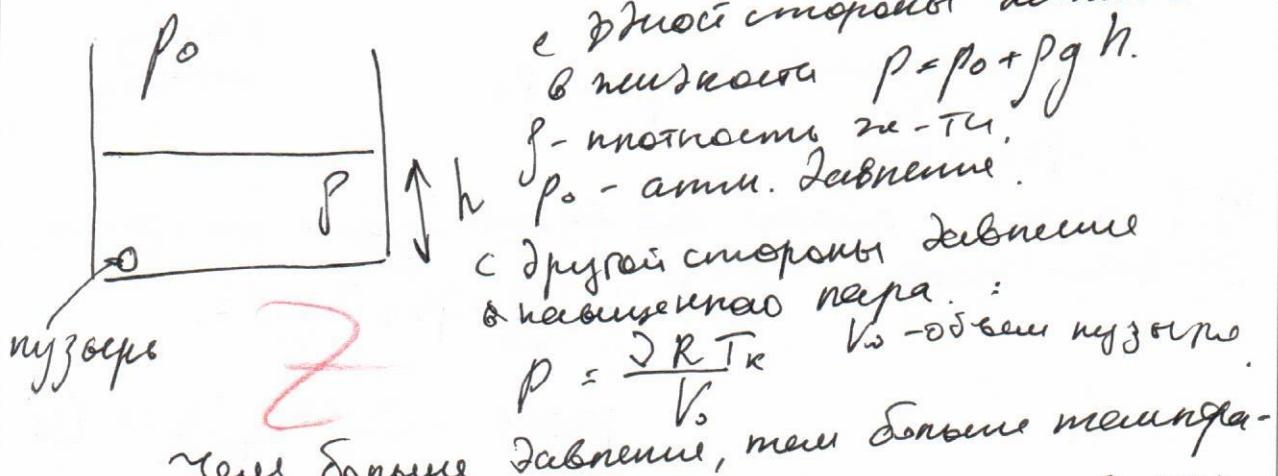


Выполнять задания на титульном листе запрещается!

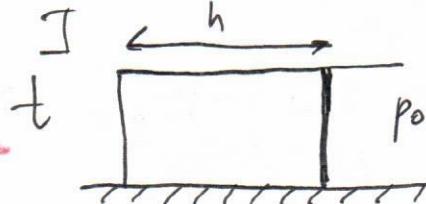
№2.4.3.

ЧИСМОВИК

Вопрос. Температура кипения - температура, при которой происходит парообразование из вспеной жидкости. При температуре кипения давление насыщенного пара в пузырьках воздуха, образующихся в жидкости, равно внешнему давлению, \Rightarrow пузыри не склонываются.



№2.4.3 Задача.



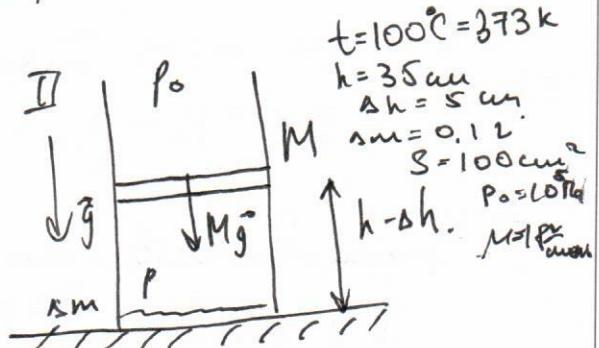
1. В I случае горизонт в равновесии, $P_0 = P_1$, P_1 - давление насыщенного пара в t \Rightarrow давление $P_1 = P_{1n} + P_{1B}$ P_{1n} - давление водяного пара P_{1B} - давление сухого воздуха.

т.к. $t = 100^\circ\text{C}$, давление насыщенного водяного пара $P_{1n} = P_0$.

то в I случае зев влажного пара насыщенный.

2. В II случае установившееся положение в цилиндре присутствует вода, \Rightarrow водяной пар насыщенный.

$$P_{2n} = P_0$$



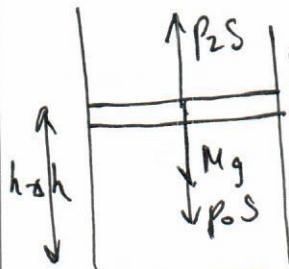
№2.43 продолжение.

ЧИСТО ВЫК.

2

3) II случай

P_2 - давление вспом. будута в II случае.



• нахождение в равновесии \Rightarrow

$$P_2 = \frac{Mg}{S} + P_0$$

• и из-за Эйнштейна $P_2 = P_{2n} + P_{2B}$.

давление
пара

давл. сущ.
воздуха.

из предыдущего 2 $P_{2n} = P_0$,

$$\Rightarrow P_{2B} = \frac{Mg}{S}$$

4) $T = \text{const}$ \Rightarrow систе две темп. будута уменьши.

3-я Бойес-Маршалла

$$P_{1B} \cancel{hS} = P_{2B} \cancel{(h-\Delta h)S}$$

$$P_{1B} = P_{2B} = \frac{h-\Delta h}{h} \cdot P_{2B} = \frac{h-\Delta h}{h} \cdot \frac{Mg}{S}$$

меньшее давление вед. пары в I сл.

5)

$$P_{1n} = P_0 - P_{1B} = P_0 - \frac{Mg}{S} \cdot \frac{h-\Delta h}{h}$$

5) Упрощен Менделеева-Капеллона для давления пара.

$$\cancel{P_{1n} hS} = \frac{M_0}{\mu} RT$$

$$M_0 = \frac{P_{1n} hS}{RT}$$

$$P_0 \cancel{(h-\Delta h)S} = \frac{M_0 - \Delta m}{\mu} RT$$

$$\cancel{\left(P_0 - \frac{Mg}{S} \cdot \frac{h-\Delta h}{h} \right)} \cancel{\frac{h}{h-\Delta h}} = M_0$$

$$P_0 (h-\Delta h)S = P_{1n} hS - \Delta m \frac{RT}{\mu}$$

$$P_0 (h-\Delta h)S = \left(P_0 - \frac{Mg}{S} \cdot \frac{h-\Delta h}{h} \right) hS - \Delta m \frac{RT}{\mu}$$

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

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

$$M = \frac{P_0 \Delta h S - \Delta m \frac{RT}{\mu}}{g(h-\Delta h)}$$

продолжение 2.43. ЧИСТОВЫЙ.

 M

$$M = \frac{10^5 \cdot 5 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-2} - \frac{0,1}{18} \cdot 8,3 \cdot 373}{10 \cdot 0,3} =$$

$$= \frac{5 \cdot 10}{3} - \frac{0,1}{3 \cdot 18} \cdot 8,3 \cdot 373 = 16,3 - 0,1 \cdot 20,7 \cdot 2,8$$

Ответ: $M = 10,4 \text{ кг}$.

$$\Delta h = 0,05 \text{ см}$$

$$h = 350 \text{ см}$$

$$t = 373 \text{ K}$$

$$\Delta m = 0,12 = 10^{-4} \text{ кг}$$

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

 α

№ 4.10. Задача.

$d = 24 \text{ см}$

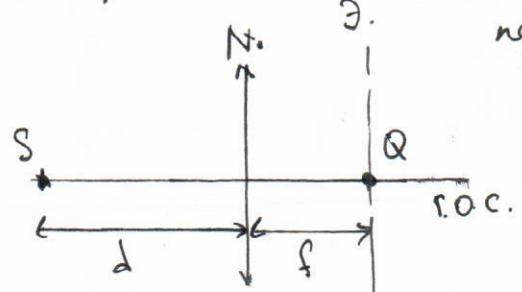
$L = 26 \text{ см}$

$h = 2 \text{ см}$

$P = ?$

1). Капель собираются, сир. получено на экране \Rightarrow изображение перевернутое.

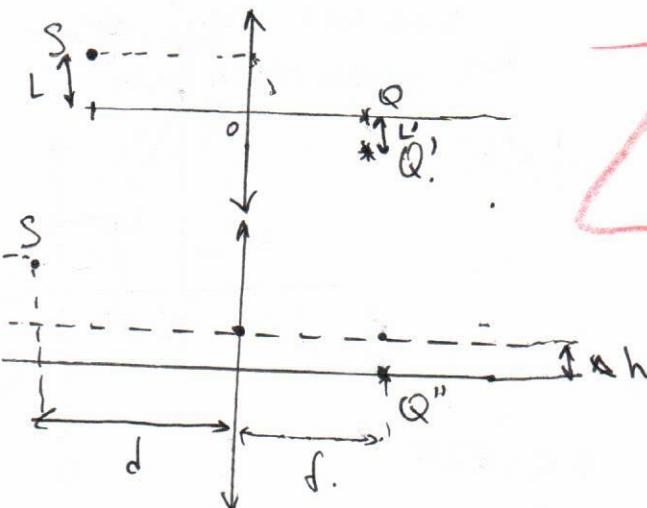
2) I



3). первоначальная
Q - изобр.

3) замети предмет не имеет сдвигов

4) перевернут $(L-h)$
вверх \Rightarrow изобр. перевернут
оптический
объектив
имеет
сдвиги



Предмет не имеет изобр. источника окажется в горизонтальной плоскости, чем и стекает.

$$5) F = \frac{f}{d} = \frac{h}{L-h} \text{ (из оптики)}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{f} + \frac{1}{F} = \frac{1}{d} \\ \frac{1}{f} + \frac{1}{F} = \frac{1}{L-h} \end{array} \right. \text{ из оптики.}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{f}{d} = \frac{h}{L-h} \\ f = \frac{dh}{d-h} \end{array} \right.$$

ЧИСМОВСК
продолжение 4.10.3.

$$\begin{cases} \frac{f}{d} = \frac{h}{L-h} \\ f = \frac{Fd}{d-F} \end{cases}$$

$$\frac{F}{d-F} = \frac{h}{L-h}$$

$$FL - hF = hd - Fh$$

$$LF = \frac{hd}{L}$$

$$F = \frac{24 \text{ см} \cdot 2}{8} = 8 \text{ см}$$

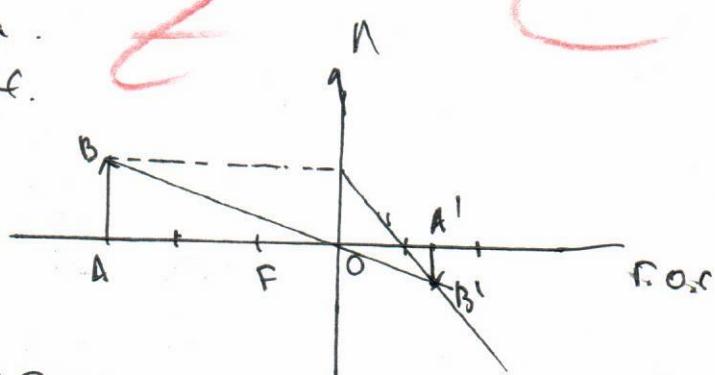
Ответ: 8 см

Вопрос. Состр. изогр.

к конусу.

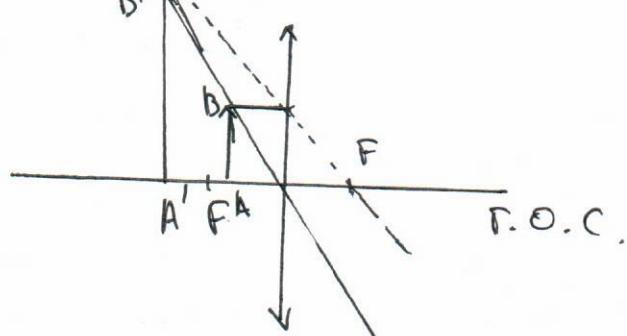
$$1) d > 2F$$

AB - это предел.

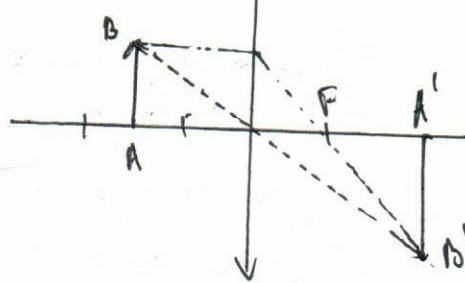


2) Для $Fcd < 2F$, построение запасное
также, шар. будем затем переворачивая
но увеличении при

$$3) d < F$$



$$Fcd < 2F$$

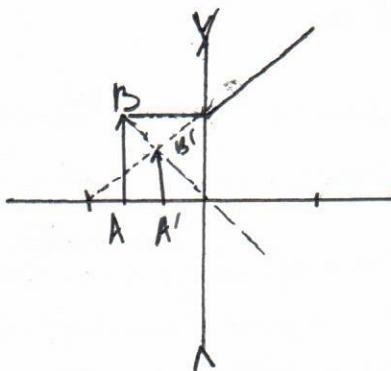


продолжение вопроса 4.10.3

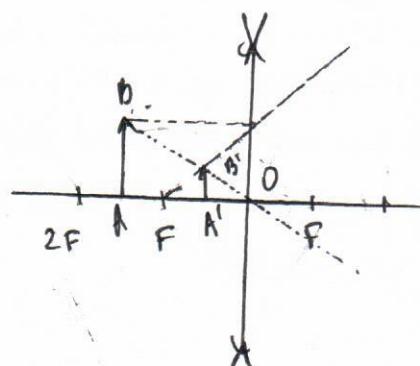
Листовик.

Рассеивающие

1) $d < f$



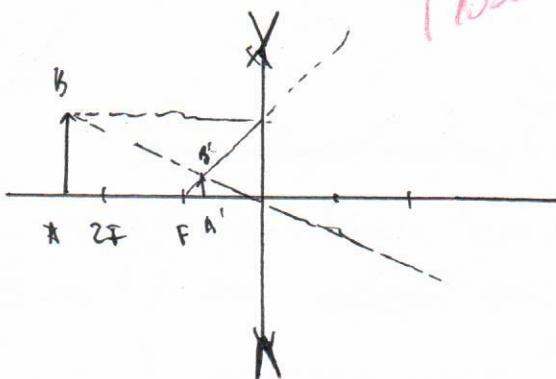
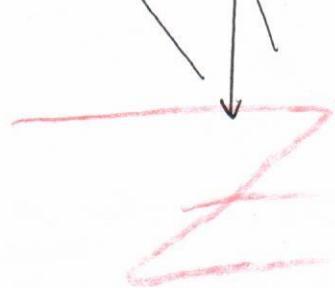
2) $f < d < 2f$



если обдем. не на F.O.C.



$d > 2f$



Погрешность

ЧИСТОВЫЙ.

За Вопрос 3.7.3

Индуктивность - физ. величина, характеризующая способность контура накапливать магнитное поле.

Изменение магнитного потока, пропущивающего его. При изм. магнитного потока через контур, в нем возникает индукционный ток, который направлен так, чтобы его сопротивление компенсировало изменение потока.

ЭДС самоиндукции назод равна согласно изменению магнитного потока.

$$E_{\text{ind}} = -\frac{d\Phi}{dt}$$

За Дзя. 3.73.

$$h = 8 \frac{1}{c}$$

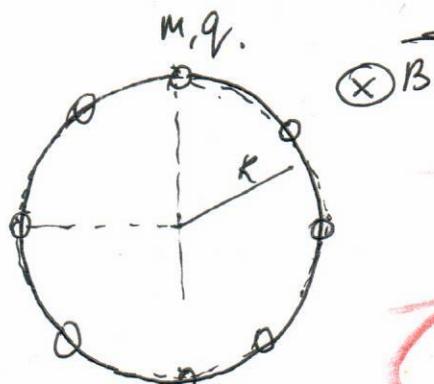
$$M = 10^{12} \text{ Гц}$$

$$q = 10^{-7} \text{ КН.}$$

Начин?

при котором
которое вращение невозможно.

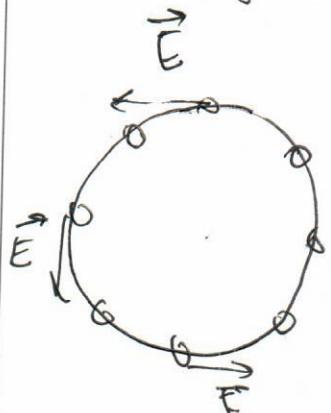
R - радиус
контура



1) Когда магн. поле включено, бежит по вспомога. эл.

~~Оно создает ЭДС~~ ЭДС $E = \frac{A_B \cdot n}{q} = \frac{E \cdot 2\pi R q}{q}$

с другой стороны $E = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{\pi R^2 dB}{dt}$



2) Из-п. Которое это 1 буслик

$$m \frac{dV}{dt} = Eq \Rightarrow$$

$$m \frac{dV}{dt} = -\frac{RdB}{2dt} q$$

ЧИСТОВАК

продолжение 37.3

$$\int_0^v d\omega = \int -\frac{RdB_0 q}{2} dv$$

$$\left\{ \begin{array}{l} M\omega = \frac{R B_0 q}{2} v \\ v = \omega R \end{array} \right.$$

угловое

 ω - скорость вращения колеса,

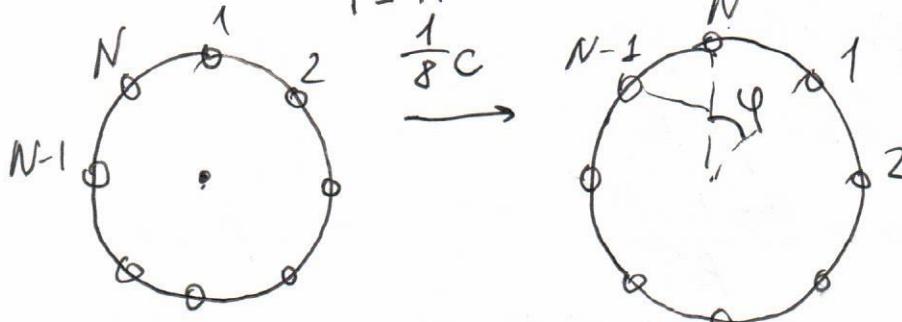
$$M\omega R = R \frac{B_0}{2} q v$$

$$\omega = \frac{B_0 q v}{2m}$$

 N_{min} ? при которых вращение колеса не останавливается.

$$T = \frac{1}{n}$$

$$\frac{1}{8C}$$



$$\rho = \frac{\pi}{N}$$

-2π!

~~$$\frac{\pi}{n}$$~~
$$\frac{\pi}{N_{min} \cdot \omega} = \frac{1}{n}$$

$$N_{min} = \frac{\pi \cdot n}{\omega}$$

$$N_{min} = \frac{\pi \cdot n \cdot 2m}{B_0 q}$$

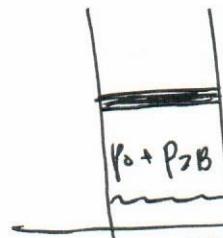
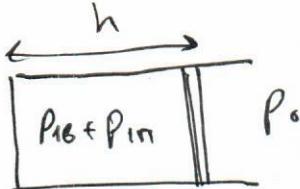
$$N_{min} = 2\pi \frac{mn}{B_0 q}$$

(решение)

$$N_{min} = 2 \cdot 3,14 \cdot \frac{10^{-2} \cdot 8}{100 \cdot 10} \approx \underline{\underline{49600}}$$

ЧЕРНОВИК.

№2.



напр насыщ.

членство
не рекомендуется.

$$P_{2B} = \frac{Mg}{S}$$

$$P_{1B} h S = P_{2B} (h - \Delta h) S$$

$$P_{1B} = P_{2B} \frac{h - \Delta h}{h} = \frac{Mg}{S} \frac{h - \Delta h}{h}$$

$$P_{in} = P_0 - P_{1B}$$

$$2) P_{in} h S = \frac{m_0}{\mu} RT$$

$$m_0 = \frac{P_{in} h S \mu}{RT}$$

 μ - ?

$$3) P_0 (h - \Delta h) S = \frac{m_0 - \Delta m}{\mu} RT$$

$$P_0 (h - \Delta h) S = \left(\frac{P_{in} h S \mu}{RT} - \Delta m \right) \frac{RT}{\mu}$$

$$P_0 (h - \Delta h) S = P_{in} h S - \Delta m \frac{RT}{\mu}$$

$$P_0 (h - \Delta h) S + \Delta m \frac{RT}{\mu} = \left(P_0 - \frac{Mg h - \Delta h}{S} \right) h S -$$

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

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

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

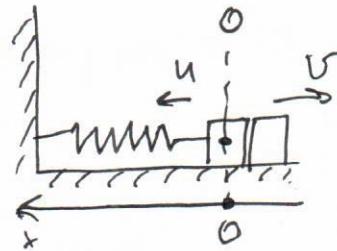
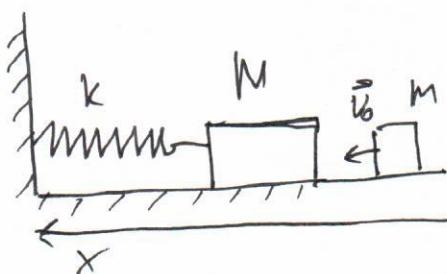
$$M = \frac{P_0 S \Delta h - \Delta m \frac{RT}{\mu}}{g (h - \Delta h)}$$

Задача 1.1.3.

ЧИСТОВИК.

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

$$\text{т.е. } t = \frac{2}{3} T \text{ время.}$$



1.1) 3.чн. 20. сразу после соударения

$$3.чн. \quad mV_0 = Mu - mv \quad | \quad m(V_0 + v) = Mu$$

$$3.чн. \quad \frac{mV_0^2}{2} = \frac{Mu^2}{2} + \frac{mv^2}{2} \quad | \quad m(V_0 - v)(V_0 + v) = Mu^2 \\ V_0 \neq v = u.$$

$$mV_0 = Mu - mv$$

$$v = V_0 \frac{M-m}{M+m} \quad u = \frac{2m}{M+m} V_0$$

2) А- амплитуда колебаний бруска M.

T- период колебаний бруска M.

$$3.чн. \quad \frac{Mu^2}{2} = \frac{kA^2}{2} \Rightarrow A = \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot u$$

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

3) Сказано, что бруски встретились через $\frac{2}{3} T$.

$$x_m = x_M \quad \text{коэффициент} \quad x_M\left(\frac{2}{3}T\right) = x_M\left(\frac{2}{3}T\right)$$

координата
груска m

координата
груска M.

$$4) x_m\left(\frac{2}{3}T\right) = -A \cdot \frac{2}{3}T =$$

$$5) x_M(t) = A \sin(\omega t) = A \sin\left(\frac{8\pi}{T} \cdot \frac{2}{3}T\right) = A \sin\left(\frac{16}{3}\pi\right)$$

$$x_M\left(\frac{2}{3}T\right) = A \sin\left(\frac{2\pi}{T} \cdot \frac{2}{3}T\right) = A \sin\left(\frac{4}{3}\pi\right) =$$

$$= -A \sin\frac{\pi}{3} = -A \frac{\sqrt{3}}{2}.$$

$$6) -A \frac{\sqrt{3}}{2} = -A \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$2 \Rightarrow V_0 \frac{M-m}{M+m} \cdot \frac{2\sqrt{\frac{M}{k}}}{3} = \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \frac{2m}{M+m} V_0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}.$$

ИСТОВСЕК.

Продолжение. 1.1.3.

$$\frac{2}{3}(M-m) \cdot 2\pi = \sqrt{3} m$$

$$4\pi M - 4\pi m = 3\sqrt{3} m.$$

$$4\pi M = m(4\pi + 3\sqrt{3})$$

$$n = \frac{M}{m} = \frac{4\pi + 3\sqrt{3}}{4\pi} \text{ Ответ.}$$

⊕

1.13. Вопрос.

кот. Энергия вблизи поб. г. земли

$$E_n = mgh. \quad h - \text{координата, отсчитываемая от нуля вблизи поб. г. земли}$$

заданного
помещения
нуль вблизи поб. г. земли.

$$E_n = \frac{kx^2}{2}$$

~~напоминает энергию~~
~~напоминает энергию~~
~~напоминает энергию~~

Помещение - энергия движущегося
тела.

Черновик.

$$2\pi \cdot \frac{m}{B_0 g}$$

$$\begin{array}{r} 50 \\ \times 3 \\ \hline 150 \\ - 20 \\ \hline 180 \\ \hline 20 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8,3 \\ \times 3 \\ \hline 2,76 \\ - 2,1 \\ \hline 20 \end{array}$$

~~$$\begin{array}{r} 55373 \\ \times 3 \\ \hline 10 \end{array}$$~~

$$\begin{array}{r} 373 \\ \times 18 \\ \hline 36 \\ - 130 \\ \hline 40 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 18 \\ \times 1 \\ \hline 18 \end{array}$$

16.

$$\begin{array}{r} 8,2,1 \\ \times 2,8 \\ \hline 168 \\ 42 \\ \hline 5,88 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 16,3 \\ \times 5,9 \\ \hline 104 \end{array}$$

~~$$2 \cdot 3,1 \cdot 10^3.$$~~

$$2 \cdot \frac{3,1 \cdot 10^{-2} \cdot 8}{100 \cdot 10^{-7}} = 16 \cdot 3,1 \cdot 10^3 = 49,6 \cdot 10^3 = 49600$$

~~16,3.~~

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 3,1 \\ \hline 48 \\ 98 \\ \hline 49,6 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3,14 \\ \times 16 \\ \hline \end{array}$$

ЧЕРНОВИК.

№4.

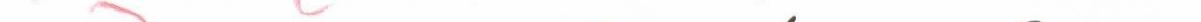
 $F = ?$

$d = 24 \text{ см.}$

$L = 6 \text{ см.}$

$h = 2 \text{ см}$

?

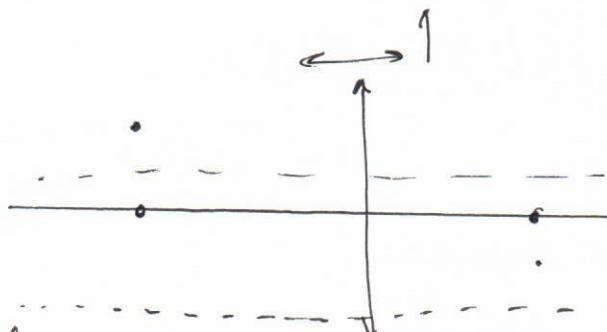
на зер \rightarrow чубр. згасливим. чубр.

виступ.

$$\frac{1}{d} + \frac{l}{f} = \frac{1}{F} \quad f = \frac{Fd}{d-F} = \frac{8 \cdot 24}{24-8} = \frac{192}{16} = 12 \text{ зграка.}$$

1) передвіснця цен., чубр. згасливим
перпендикулярно осі.

д) $\frac{L'}{L} = \frac{f}{d}$



на 1' верт.

$$\times \quad \frac{h}{L-h} = \frac{f}{d} \cdot \frac{F}{d-F}$$

$$\begin{array}{r} 50 \\ -3 \\ \hline 20 \\ -15 \\ \hline 5 \end{array} \quad \begin{array}{r} 3 \\ 15,6 \end{array}$$

$h(L-h) = F(d-F)$

$hd - hf = FL - Fh$

$FL = hd \quad F = \frac{hd}{L} \quad F = \frac{2 \cdot 24}{6} = 8$

$$\begin{array}{r} 11 \\ 47 \\ \hline 126 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 87,7 \\ \times 20. \\ \hline 28 \\ 28 \\ \hline 28 \end{array} \quad \begin{array}{r} 28 \\ 28 \\ \hline 56 \\ 56 \\ \hline 112 \end{array} \quad \begin{array}{r} 50 \\ 3 \\ \hline 15 \\ 15 \\ \hline 0 \end{array} - 5,28 \approx 10 \text{ кн}$$

$$\begin{array}{r} 373 \\ 36 \\ \hline 130 \\ 130 \\ \hline 70 \end{array} \quad \begin{array}{r} 118 \\ 20,7 \\ \hline 130 \\ 130 \\ \hline 70 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 50 \\ 3 \\ \hline 15 \\ 15 \\ \hline 0,1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 27,7 \\ 27,7 \\ \hline 54,4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 373 \\ 373 \\ \hline 746 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8,3 \\ 8,3 \\ \hline 23 \\ 23 \\ \hline 21 \\ 21 \\ \hline 24 \end{array} \quad \begin{array}{r} 27,68 \\ 27,68 \\ \hline 55,36 \end{array}$$

Черновка.

№2.
壓力差を求める?

$L = 35$

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

$S = 100 \text{ cm}^2$

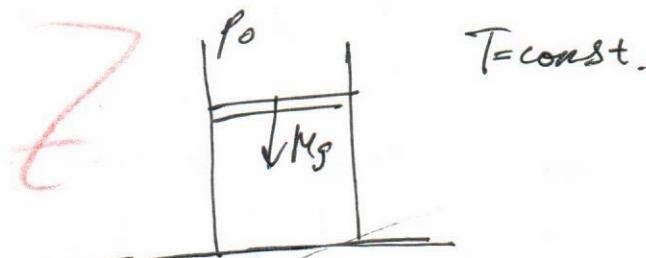
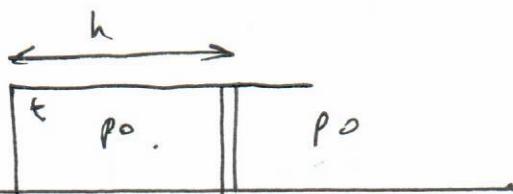
$\Delta h = 5 \text{ cm}$

$\Delta m = 0.12$

凝縮する場合。

$p_0 = 10^5 \text{ Pa}$

$M = 18 \text{ g/mol}$

 $T = \text{const.}$

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

$P_0 h S = \frac{m_0}{RT}$

$(h - \Delta h) S = \frac{m_0}{RT}$

仮定!!!

$P = P_0 + P_e$ $T \cdot k. T = 100^\circ\text{C} = \text{const.}$

∴ $P_0 h S = \frac{m_0}{RT}$
∴ $P_e (h - \Delta h) S = \frac{m_0}{RT}$

Vを考慮する必要はない。

空気の重さ。 $P_e = \frac{Mg}{S}$

∴ $P_e V_2 = \bar{V}_e R T$. $\bar{V}_e = \frac{P_e (h - \Delta h) S}{R T}$

∴ $P_{1B} h S = \bar{V}_e R T =$

$P_{1B} (h - \Delta h) S = P_{2B}$

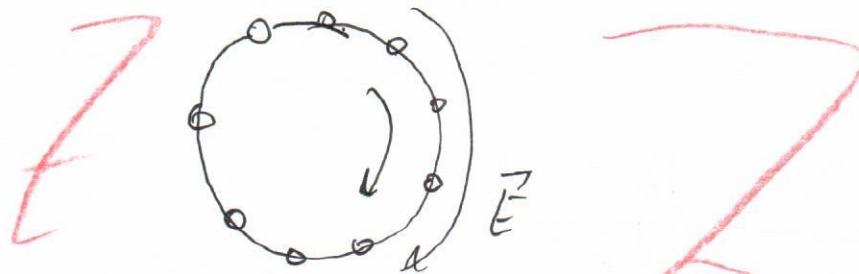
Черновик.

$m = 1 \text{ кг.}$

$q = 10^7 \text{ Кл.}$

$B_0 = 100 \text{ Тн.}$

$n = 8 \text{ Гц.}$

*Поле включено.*

$m_t = m\omega R$

$\frac{dm}{dt} \frac{d\varphi}{dt} = qv$

Вычеркнут эти поле~~Если включить поле~~

$E_{\text{дин}} = E_{\text{инд}} = ER\omega R = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} =$

$dF = qE \quad M = \omega I \quad E = \frac{d\Phi}{2\pi R dt} = \frac{-d\Phi}{dt}$

$q F = m \frac{dv}{dt}$

$q \frac{d\varphi}{2\pi R dt} = dm \frac{dv}{dt}$

$Nq \frac{\pi R^2 B_0}{2\pi R} \quad Nm v = m\omega R$

$\omega = q \frac{B_0}{2} = m\omega s$

0,01

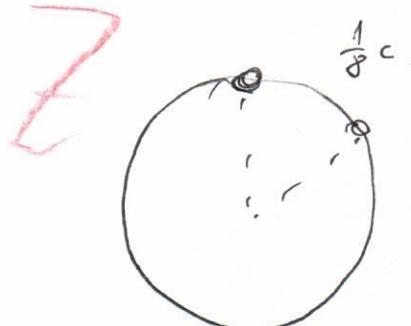
$\omega = \frac{q B_0}{dm} \quad \text{частота}$

вращения

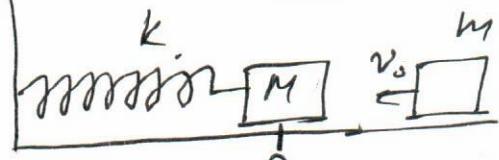
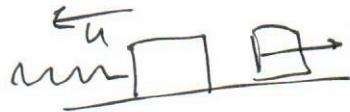
$\omega = 10^{-7}$

коаксиал

$$\omega = \frac{10^{-7} \cdot 100}{2 \cdot 10^{-3}} = \frac{10^{-7} \cdot 10}{2} = \frac{10^{-2}}{2} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ рад/с}$$

Nm a?

Черновик

 $\frac{2}{3} T$. зеркало.

$$\begin{cases} m v_0 = +M u - m v \\ \frac{m v_0^2}{2} = \frac{M u^2}{2} + \frac{m v^2}{2} \end{cases} \quad \begin{cases} M u = m v + M u \\ m(v_0^2 - v^2) = M u^2 \\ m(u_0 + v) = M u \\ m(v_0^2 - v)(v_0 + v) = M u^2 \end{cases}$$

$$v_0 - v = u \quad u = v_0 - v.$$

$$M v_0 = M v_0 - M v - m v$$

$$v(M+m) = v_0(M-m) \quad u = v_0 \left(i - \frac{M-m}{M+m} \right) = v_0 \frac{2m}{M+m}.$$

$$v = v_0 \frac{M-m}{M+m} \quad x = A \cos \omega t. \quad \cos$$

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

$$v = -A \omega \sin \omega t$$

$$\frac{kx}{m} \quad H = \frac{1}{2} m v^2$$

$$a = -A \omega^2 \cos \omega t$$

$$\left(\frac{x}{A}\right)^2 + \left(\frac{v}{A \omega}\right)^2 = 1$$

$$x = A \cos \left(\frac{2\pi}{T} \cdot \frac{2\pi}{3} \right) = A \cos \left(\frac{4}{3}\pi \right)$$

$$A \cos \left(\frac{2\pi}{T} \cdot \frac{2}{3} \right)$$

$$\frac{M u^2}{2} = \frac{k A^2}{2} \quad A = u \sqrt{\frac{M}{k}} \quad = A \cos \frac{\pi}{3} =$$

$$\omega = \frac{1}{C} \quad x = A \sin \omega t. \quad A = u \sqrt{\frac{M}{k}} \quad = A \sin \frac{\pi}{3} =$$

$$A = u \sin \frac{\pi}{3} = A \sin \frac{\pi}{3} = -A \sin \frac{\pi}{3} = -A \frac{\sqrt{3}}{2}.$$

$$V_0 \frac{M-m}{M+m} \frac{2}{3} T = A \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$V_0 \frac{M-m}{M+m} \frac{2}{3} T = V_0 \frac{2m}{M+m} \cdot \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$(M-m) \frac{2}{3} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}} = 2m \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \sqrt{\frac{M}{k}}$$

$$2\pi(M-m) = m \frac{3\sqrt{3}}{2} m$$

$$4\pi(M-m) = 3\sqrt{3} m$$

$$4\pi M = (4\pi + 3\sqrt{3}) m \quad \frac{M}{m} = \frac{4\pi + 3\sqrt{3}}{4\pi}$$