



58-56-56-73
(64.6)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант № 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по Физике
профиль олимпиады

Коряков Дмитрий Кириллович
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Выход 16.06 - 16" 101-

Дата

«21» февраля 2022 года

Подпись участника

58-56-56-73

(64.6)

1.1.1

вопрос: $\vec{P} = m\vec{v}$ импульс мал. точки:

вект. Физ. Величина $\vec{P} = m\vec{v}$

~~Импульс~~ Импульс системы мал. точек:

$\vec{P}_c = \sum_i \vec{P}_T$ - сумма импульсов всех точек, входящих в систему.

ЗСМ: Если на ~~тело~~ точку (тело/систему) не действуют ^{внешние} силы или сумма ^(или все силы внешние) сил равна нулю, то точка (тело/система) покоится? (так же есть ЗСМ по оси: $P_x = const$, если $\sum F_x = 0$)

задано:



(применя сразу не сразу после удара) ^{уменьшается}



удар упругий \Rightarrow ЗСЭ работает

на ось x

ЗСМ: $m v_0 = m v - m u$

ЗСЭ: $\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + \frac{m u^2}{2}$

$$\begin{cases} v_0 = v - u \\ v_0^2 = v^2 + u^2 \end{cases}$$

$$\begin{aligned} (v_0 + u) &= v \\ (v_0 + u)(v_0 - u) &= v^2 \end{aligned}$$

нет коллинеарности обозначений!

$$\cancel{\varphi} (v_0 - u) = \cancel{\varphi} u^k$$

$$\begin{cases} v_0 - u = v \\ v_0 + u = nu \end{cases} \Rightarrow$$

$$\begin{cases} v_0 = \frac{v(n+1)}{2} \\ u = \frac{v(n-1)}{2} \end{cases} \Rightarrow \boxed{v = \frac{2v_0}{n+1}}$$

$$u = \frac{\frac{2v_0}{n+1}(n-1)}{2} = \boxed{\frac{v_0(n-1)}{n+1}}$$

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

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

$$t = \frac{7}{12} T - \text{момент времени:}$$

$$v_{mx} = A\omega \cos(\omega t)$$

$$\boxed{A\omega = v}$$

$$x_m = A \sin(\omega t) = \frac{v}{\omega} \sin(\omega t)$$

во время

$$t = \frac{7}{12} T$$

$$x_m = A \sin\left(\frac{7}{12} \cdot 2\pi\right) = \frac{v}{\omega} \sin(210^\circ) = -\frac{v}{\omega} \sin(30^\circ) = -\frac{v}{2\omega}$$

$$|x_m| = 4 - 2 = 4 \frac{7}{12} \cdot 2\pi \cdot \frac{1}{\omega}$$

$$\text{получил} \Rightarrow x_m = x_n$$

$$|x_n| = |x_m|$$

$$4 \frac{7}{12} \cdot 2\pi \cdot \frac{1}{\omega} = \frac{v}{2\omega}$$

$$\frac{7}{6} \pi = \frac{U}{Z} \Rightarrow \boxed{7\pi = 3U}$$

$$7\pi \frac{U_0}{(n+1)} = \frac{3 \cdot 2U_0}{(n+1)}$$

$$7\pi(n-1) = 6 \Rightarrow n-1 = \frac{6}{7\pi} \Rightarrow \boxed{n = 1 + \frac{6}{7\pi}}$$

(если n не удержится от стены)

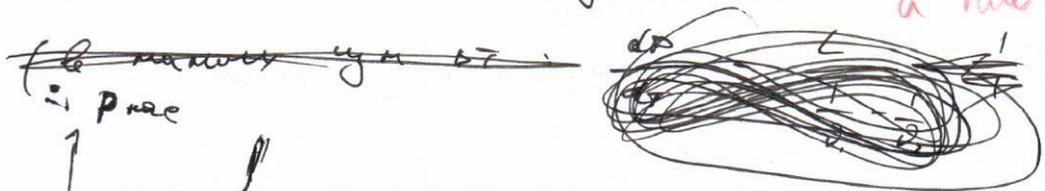
2.4.1

+ мало конденсат

вопрос: насыщенный пар - пар, + находится в термодинамическом равновесии с жидкостью того же состава.

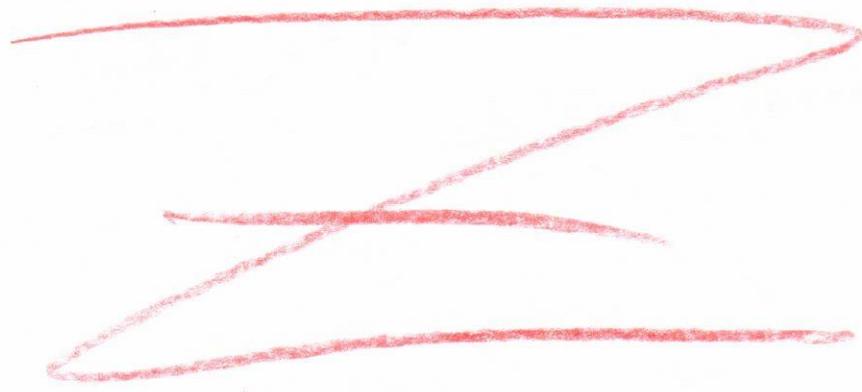
Температура однозначно определяет давление и плотность нас. пара:

При росте температуры растет давление: **а плотность?**



зависимость $P(T)$ и $\rho(T)$

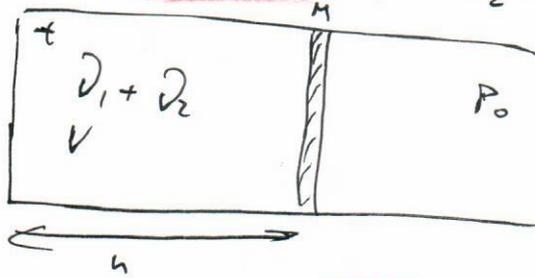
не линейные ✓



Задача

ν_1 - кол-во сухого воздуха
 ν_2 - кол-во пара.

7



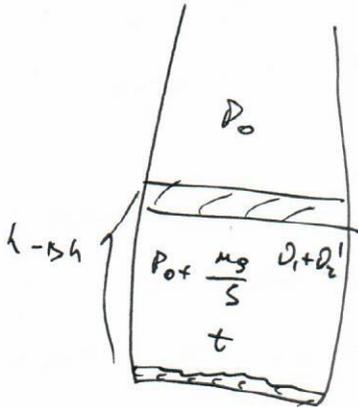
снаружи $P_0 \Rightarrow$
 внутри P_0

+

7

(только в таком положении

объемом воды
 превращается
 пар (конденсируется)



7

$$\Delta m = (\nu_2 - \nu_2') m$$

для начального случая:

~~пар~~ пар не массовый!

$$P_0 h s = (\nu_1 + \nu_2) R t$$

7

конечн:

пар стал массовым \Rightarrow при $t = 100^\circ C$
 он создает $P_{пар} = P_0$

$$\left(P_0 + \frac{mg}{s}\right) (h - \nu_1 h) s = (\nu_1 + \nu_2') R t$$

$$P_0 (h - \nu_1 h) s = \nu_2' R t$$

7

$$P_0 h s - \left(P_0 + \frac{mg}{s} \right) (h - \Delta h) = (\Delta \Delta) R_t$$

$$\left(P_0 h s - P_0 h + P_0 \Delta h - \frac{mg}{s} h + \frac{mg}{s} \Delta h \right) = \Delta \Delta R_t$$

$$s \left(P_0 \Delta h - \frac{mg}{s} (h - \Delta h) \right) = \Delta \Delta R_t$$

$$P_0 \Delta h s - \frac{mg}{s} (h - \Delta h) = \Delta \Delta R_t =$$

$$= 10^5 \cdot 0,05 \cdot \frac{100}{100 \cdot 100} - 10^3 (0,35 - 0,05) =$$

$$= 10^5 \cdot 10^{-2} \cdot 5 \cdot 10^{-2} - 10^3 \cdot 0,3 =$$

$$= 50 - 30 = 20 \frac{\text{мкс}}{\text{мкс}} = 47 \text{ Дие}$$

$$\Delta \Delta = 47$$

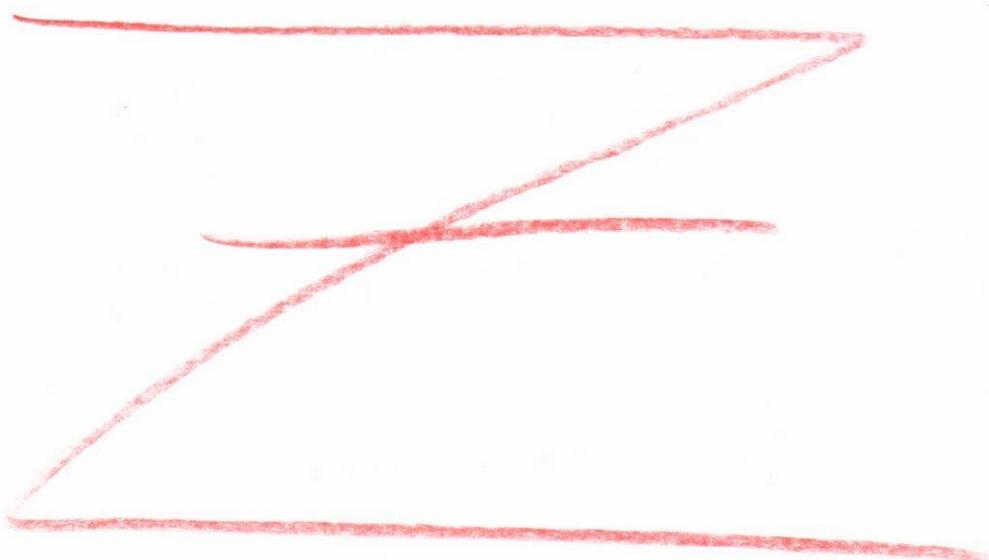
$$\Delta m = \Delta \Delta m = \frac{20 \cdot 0,018}{8,3 \cdot 373}$$

$$8,3 = \frac{25}{3}$$

$$\Delta m = \frac{3 \cdot 20^4 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{25 \cdot 373} = \frac{216 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 373} = \frac{216 \cdot 10^{-3}}{1865}$$

$$\Delta m = \frac{P_0 \Delta h s - mg(h - \Delta h)}{R_t}$$

$$= 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$$



~ 3.7.1

Магнитный поток - ск. Физ. велич: $|\vec{B}| \cdot |\vec{S}| \cdot \cos(\alpha)$
 где α - угол между \vec{B} и \vec{n}

вопрос: \oint магнитных линий: $d\Phi = \vec{B} \cdot d\vec{S}$

Интерпретация: кол-во магнитных линий, пересекающих контур

каково

преобразуется

контур

$d\vec{S}$:



$|\vec{S}| = S$

$d\vec{S} \perp \vec{n}$

- нормаль к площадке

зарядится

привнеси

по руке.

Э. маг. инд.: в контуре возникает

ЭДС индукции

ЭДС

индукции

уже того,

что поток \vec{B}

\propto

контур

меняется

по времени

$\mathcal{E}_{инд} = - \frac{d\Phi}{dt}$

в электро-ст. полях $\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = 0$

$\oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = 0$

поток \vec{E} замкн. пов. равен нулю, что означает отсутствие точечн. зарядов в объеме.

задача 1



ЭДС индукции

$$\mathcal{E} = - \frac{d\Phi}{dt}$$

$$d\Phi = \dots S d\alpha$$

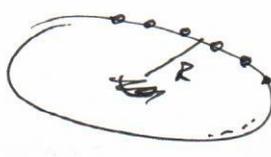
$$|\mathcal{E}| = P = |\mathcal{E}| \frac{dq}{dt} = - \frac{d\Phi}{dt} \frac{dq}{dt} = \dots W$$

$W = \dots \frac{dV}{dt}$ V — мех. мощность и "электрическая"

решим

$$- \frac{d\Phi}{dt} \frac{dq}{dt} = \dots \frac{dV}{dt}$$

$$\frac{dq}{dt} :$$



ω — угл скорость вращения
~~средняя скорость~~ ω
 "размещен"
 равномерно шарика по
 координату α

$$I = \frac{q}{2\pi R}$$

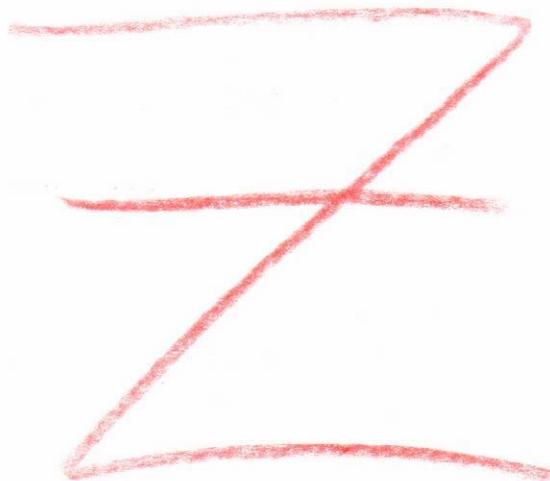
$$\frac{dq}{dt} = \dots I \omega R d\alpha$$

$$= \frac{q \omega R}{2\pi R} = \frac{q \omega}{2\pi}$$

$$- \frac{d\Phi}{dt} = \dots \omega R^2 d\alpha$$

$$\frac{-d\Phi}{5} = m d\omega$$

$$d\Phi = dB S$$



$$\frac{-dB \beta q}{2\beta} = m d\omega$$

$$\frac{-(\beta B)q}{2} = m d\omega$$

$$\Rightarrow m\omega = -\frac{(0 - \beta)q}{2m}$$

$$\omega = \frac{\beta q}{2m}$$

$$n_0 = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{\beta q}{4\pi m}$$

с такой частотой n_0 вращается кольцо.

За ~~одно~~ $\frac{1}{n}$ периодов предыдущий

магнит вращается на место следующего.

Эти 2 кадра и надо сфотографировать, \rightarrow

\Rightarrow это макс. частота \Rightarrow

$$\Rightarrow n_{\max} = n n_0 = \frac{\beta q}{4\pi m} = \frac{100 \cdot 100 \cdot 10^{-7}}{4\pi \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-3}}$$

$$= \frac{100 \cdot 100 \cdot 10^{-7}}{4\pi \cdot 10} = \frac{100}{4\pi} = \frac{25}{\pi} \approx 8 \text{ кадров}$$

сек унц

~~Примечание~~ (Задачу можно решить с помощью вихревых ЭЛ. полей)

Кольцо из меди с радиусом R=10 см

~ 4.10.1

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



d - расстояние от объекта до линзы

f - расст. от линзы до ц.обр.

F - Фокус. расст линзы



$F > 0 \rightarrow$ собир $F < 0 \rightarrow$ рассеивающ

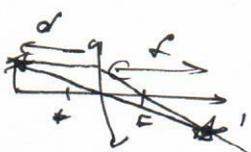
~~$f > 0$ - линза~~

переверн. увеличение

$\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{H_{изобр}}{H_{об}}$

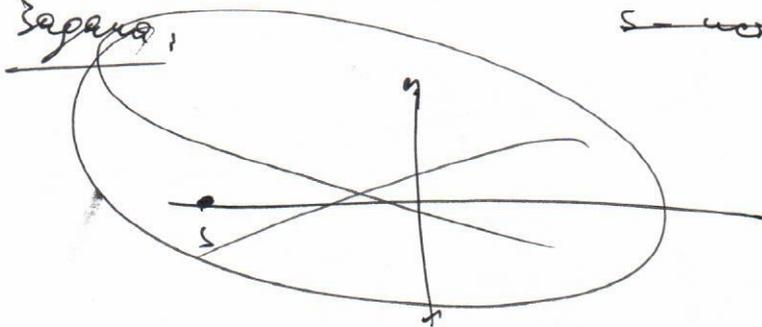
$f > 0$ - рассеив

$d > 0$



$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$ *или расст?*

Задача:



~~с.об.~~



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

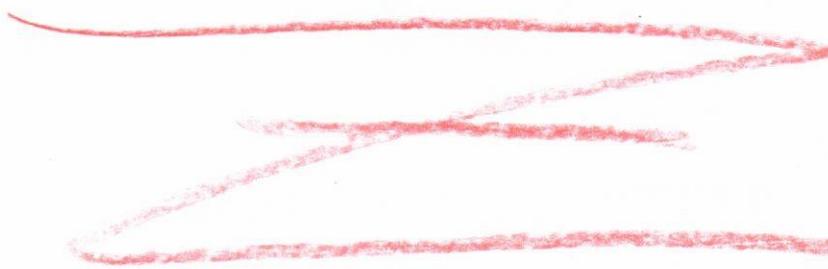
$\Gamma = \frac{f}{F} - 1$

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

$\Gamma = \frac{1}{\frac{d}{F} - 1}$

$2 + \Gamma + \frac{1}{\Gamma} = \frac{(d+f)}{F}$

- экв. ур на Γ



Черновик

$$\frac{dQ}{dt} = E \cdot 20R$$

$$qE = \frac{dQ}{dt} \cdot 20R = 20 \cdot 0,018$$

$$\Delta u = \frac{18,70 \cdot 10^{-3}}{8,3 \cdot 373}$$

$$\frac{360}{18,70 \cdot 10^{-3}} = 19251,33$$

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{dQ}{dt}$$

$$\frac{360}{8,3 \cdot 373} \cdot 10$$

$$\begin{array}{r} 373 \\ \times 83 \\ \hline 1119 \\ 2984 \\ \hline 30959 \end{array}$$

$$w = \frac{139}{247}$$

$$\boxed{30959}$$

360	→
30959	←

36000	→	30960
-------	---	-------

$$216$$

$$\begin{array}{r} 3 \overline{) 30} \\ \underline{2} \\ 17 \\ \underline{18} \\ 12 \\ \underline{12} \\ 0 \end{array}$$

$$\boxed{146,5}$$

Черновик

$$\begin{array}{r} 373 \\ \times 83 \\ \hline 1119 \\ 2684 \\ \hline 27959 \end{array}$$

$$E_x = m a$$

$$E = \frac{k q q'}{r^2}$$

~~Z~~

$$\frac{27959}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{2\pi}{n+1}$$

$$\frac{10^{-8} \cdot 36}{8,3 \cdot 10^{-2} \cdot \left(1 - \frac{2}{n+1}\right)} = \frac{n-1}{n+1} v_0$$

$$\frac{2\pi}{2} = \omega_0 t$$

$$t = \frac{2\pi}{\omega} \sqrt{\frac{n}{k} - \frac{k q q' c^2}{k r}}$$

$$\begin{array}{r} 27959 \\ \times 136 \\ \hline 252 \\ \hline 276 \\ \hline 933 \\ \hline 27959 \end{array}$$

$$\frac{1}{n} = \frac{2\pi}{\omega} \frac{k q q' c^2}{k r} = \frac{1}{k} \frac{d\varphi}{dt} = \frac{d\varphi}{dt} = \frac{d\varphi}{dt} = \frac{d\varphi}{dt}$$

Z = 72

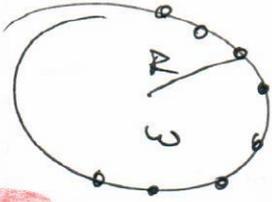
$$\begin{array}{r} 373 \\ - 33 \\ \hline 43 \end{array} \quad \begin{array}{r} 11 \\ 34 \end{array}$$

Y = 144

$$\begin{array}{r} 187 \\ \times 187 \\ \hline 12252 \\ \hline 33 \\ \hline 18 \\ \hline 216 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 373 \\ - 36 \\ \hline 13 \end{array} \quad \begin{array}{r} 10 \\ 12 \end{array}$$

$$d\varphi \left(\frac{d\varphi}{dt} \right) = \omega \sin \omega t$$



$$T = \frac{2\pi R}{v}$$

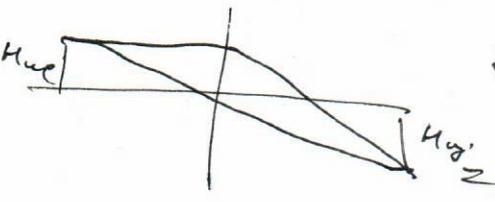
~~Z~~

$$\frac{1}{k} \frac{d\varphi}{dt} = \frac{\omega \sin \omega t}{\omega} = \sin \omega t$$

$$250 \mid 31$$

~~Z~~

$$= \omega \sin \omega t$$



$$P \cdot 3,14 =$$

$$24 + 0,8 + \frac{43}{d} = \frac{H_c}{d}$$

~~Z~~