0 591309 350007

59-13-09-35
(64.4)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вышел 15:20 – 15:25

Вариант 1

дешифр

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Ломоносов"

по физике

Тишина Александра Сергеевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Подпись участника

Дата
«21» февраля 2020 года

59-13-09-35
(64.4)

Черновик | Поток - кол-во линий $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$.

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

$\sin\left(\frac{7\pi}{6}\right) = \sin\left(\pi + \frac{\pi}{6}\right) = \sin\pi \cdot \cos\frac{\pi}{6} + \sin\frac{\pi}{6}\cdot\cos\pi = -\frac{1}{2}$

$\frac{9}{7} \mid 7$
$1{,}0285$
20
14
60
56
40
35

$d\Phi = \vec{B}dS$ $\quad U = Ed$

$\Phi = \int_S \vec{B}dS$ $\quad E = \frac{U}{d} = \frac{\varepsilon_i}{2\pi R}$

$E = \frac{R}{2}\cdot\dot{B}$ $\quad dq = \dot{q} = \frac{Q}{\tau}$

$dF = E\,dq =$, И кадрон - 1 секунда
1 кадр - τ

$\tau = \frac{1}{n} = \frac{\varphi}{\omega} = \frac{2\pi\cdot k}{\omega}$

$n = \frac{\omega}{2\pi k}$; $4\cdot 3{,}14 = 12 + 0{,}4 + 4\cdot 0{,}04 =$
$= 12{,}4 + 0{,}16 = 12{,}56$.

$\frac{1}{12{,}56} = \frac{100}{1256} = \frac{10000}{1256}\cdot 10^{-2}$

$133 \times 1256 = 75336$
$1256 \times 8 = 10048$

$10^5 - \left(\frac{100}{10^2} + 10^5\right)\cdot\left(1 - \frac{5}{35}\right) =$
$= 10^5 - (10^4 + 10^5)\left(\frac{6}{7}\right)$.

$10000 \mid 1256$
8792
12080
11304
$7{,}9$

$10\cdot 10 = 0{,}1\cdot 0{,}1$
$\approx 8\cdot 10^{-2} = 0{,}08$

$pV = \nu RT$
$pV = \frac{m}{M}RT$

$7\cdot 10^5 + 6\cdot 10^5 + 6\cdot 10^4$
$10^5 + 6\cdot 10^4$
106

$mT = \alpha V$, $\quad pV = \frac{\alpha V R}{M}$, $p = \frac{\alpha R}{M}$.

$pV = \nu RT$
$pdV = \nu R dT + TR d\nu$
$\frac{pdV}{\mu R} = m dT + T dm$

$\frac{pdV}{\mu R} = m dT + T dm$.

$p = nkT$.

	1	2	3	4	5	Σ
Т	10	10	10	10	10	50
З	15	15	14	15	15	59

№1.1.1. Вопрос: 1) ~~Если сумма (всех них) сил, действующих на точку, равна нулю ($\vec{R}=0$), то $\Delta\vec{p}=\vec{R}\Delta t=0$, => импульс точки сохраняется.~~ Импульсом материальной точки $\vec{p}$ называется произведение массы m этой точки на её скорость $\vec{v}$ в данный момент времени; $\vec{p}=m\cdot\vec{v}$. Импульсом системы мат. точек называется векторная сумма импульсов каждой из точек, входящих в систему: $\vec{P}_{сист}=\vec{p}_1+\vec{p}_2+\ldots+\vec{p}_i$.

Чистовик 1

2) Закон сохранения импульса: Если сумма внешних сил (их проекция на какую-либо ось) равна нулю, то импульс системы мат. точек не меняется (в проекции на эту ось) $\vec{P}_{сист}=const$ ($P_{сист.x}=const$). Или же, если $\sum\vec{F}_{внеш}=0$, то $\Delta\vec{p}=\Delta t\cdot\sum\vec{F}_{внеш}=0$; То же самое для проекции на ось ($\sum F_{внеш x}=0$, то $\Delta p_x=\Delta t\cdot\sum F_x=0$).

Стоит отметить еще несколько случаев, при которых $\sum\vec{F}_{внеш}\neq0$, но импульс системы (точки) сохраняется:

1) Если $\sum\vec{F}_{внеш}$ конечна, а время взаимодействия мало ($\Delta t\to0$), то $\Delta\vec{p}=\sum\vec{F}_{вн}\cdot\Delta t\to0$, $\Delta\vec{p}=0$.
2) Если $\sum F_{вн}x=0$, то $\Delta p_x=0$.
3) Если $\sum\vec{F}_{вн}\to0$, то $\Delta\vec{p}=0$.

Задача.

1) Удар упругий; $\Delta\vec{p}_{сист}=0$. ЗСИ:

$mv_0=MU-mv$

$mv=MU-mv_0$ ①

2) Т.к. Удар упругий, то запишем ЗСЭ:

Чистовик 2

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{M u^2}{2} + \frac{m v^2}{2} \quad (2)$$

$$\begin{cases} v_0 + v = nu, \text{ где } n = \frac{M}{m} \Rightarrow v = nu - v_0 \\ v_0^2 = nu^2 + v^2 \end{cases}$$

$v_0^2 = nu^2 + (nu - v_0)^2$, $\cancel{v_0^2} = nu^2 + n^2u^2 - 2nuv_0 + \cancel{v_0^2}$

$u(nu + n^2u - 2nv_0) = 0$ $u = 0$ не удовл. условию задачи.

$u(n + n^2) = 2nv_0$, $u(n+1) = 2v_0$, $\boxed{u = \frac{2v_0}{n+1}}$

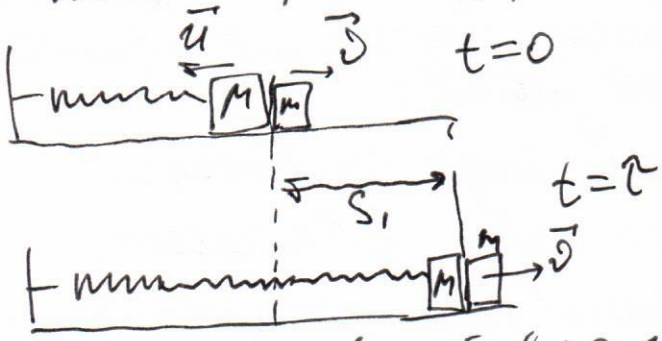
$v = \frac{2n}{n+1}v_0 - v_0 = v_0\left(\frac{2n}{n+1} - 1\right) = v_0\frac{2n - n - 1}{n+1} = v_0\frac{n-1}{n+1}$,

$$\boxed{v = v_0\frac{n-1}{n+1}}$$

3) Период колебаний груза M $T = 2\pi\sqrt{\frac{M}{k}} = 2\pi\sqrt{\frac{M}{k}}$, k – жесткость пружины. Значит, $\tau = \frac{7}{12}\cdot 2\pi\sqrt{\frac{M}{k}}$;

$$\tau = \frac{7\pi}{6}\sqrt{\frac{M}{k}}.$$

4) За это время брусок „m" прошел $S_1 = v\tau$.



5) Брусок M движется по з-ну $x = A\cdot\sin(\omega t + \varphi_0)$.

ЗСЭ: $\frac{Mu^2}{2} = \frac{kA^2}{2}$, $A = u\sqrt{\frac{M}{k}}$.

$x = u\sqrt{\frac{M}{k}}\cdot\sin\left(\sqrt{\frac{k}{M}}\cdot t + \varphi_0\right)$.

$x(0) = 0 \Rightarrow \varphi_0 = 0$. $x = u\sqrt{\frac{M}{k}}\sin\left(\sqrt{\frac{k}{M}}t\right)$.

6) $|x(\tau)| = S_1$. $|x(t)| = u\sqrt{\frac{M}{k}}\cdot\sin\left(\frac{\sqrt{k}}{\sqrt{M}}\cdot\frac{7\pi}{6}\cdot\frac{\sqrt{M}}{\sqrt{k}}\right) =$

$= u\sqrt{\frac{M}{k}}\cdot\sin\left(\frac{7\pi}{6}\right) = \left|u\sqrt{\frac{M}{k}}\left(-\frac{1}{2}\right)\right| = \frac{u}{2}\sqrt{\frac{M}{k}}$.

Чистовик 3

Имеем:

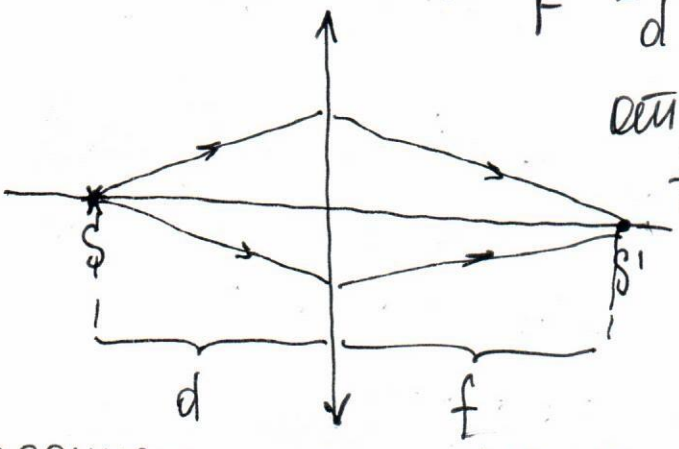
$$\begin{cases} S_1 = v\tau = v_0 \frac{n-1}{n+1} \cdot \frac{7\pi}{6}\sqrt{\frac{m}{k}} \\ S_1 = \frac{l}{2} : \frac{2}{n+1} v_0 \sqrt{\frac{m}{k}} \end{cases} \Rightarrow \frac{v_0}{n+1}(n-1)\frac{7\pi}{6}\sqrt{\frac{m}{k}} = \frac{v_0}{n+1}\sqrt{\frac{m}{k}}$$

$(n-1)\cdot\frac{7\pi}{6} = 1.$ $\boxed{n-1 = \frac{6}{7\pi},}$ $n = \frac{6+7\pi}{7\pi} \approx \frac{6+21}{21} \approx \frac{27}{21} \approx$

$\approx \frac{9}{7} \approx 1{,}3.$

Ответ: $n \approx 1{,}3.$

№3.7.1. Вопрос: $D = \pm\frac{1}{F} = \pm\frac{1}{d} \pm \frac{1}{f}$. d – расстояние от предмета до линзы, f – от изображения до линзы; F – фокусное расстояние линзы.



В данном мною определении, F, d и f – расстояния $\Rightarrow$ F, d, f > 0. В таком случае необходимо использовать правило знаков:

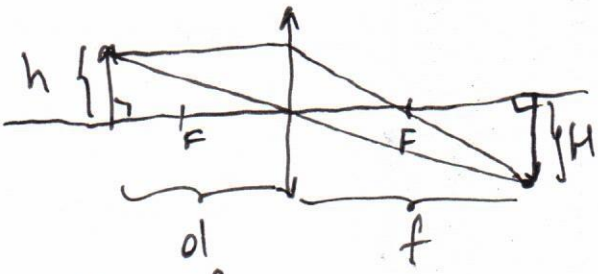
$\pm\frac{1}{F} = \pm\frac{1}{d} \pm \frac{1}{f}$; Если линза собирающая, то перед „$\frac{1}{F}$" ставим плюс, если рассеивающая – минус.

Если на линзу падает сходящийся пучок лучей (мнимый предмет), то перед „$\frac{1}{d}$" ставим минус, если расходящийся (действ. предмет) – плюс.

Если линза дает мнимое изображение, то перед „$\frac{1}{f}$" ставим минус, если действительное – плюс. (мнимое изображение лежит по ту же сторону от линзы, что и предмет).

Чистовик 4

Увеличение: Рассмотрим собирающую линзу, $d > F$.



По определению, $\Gamma = \frac{H}{h}$, из подобия Δов

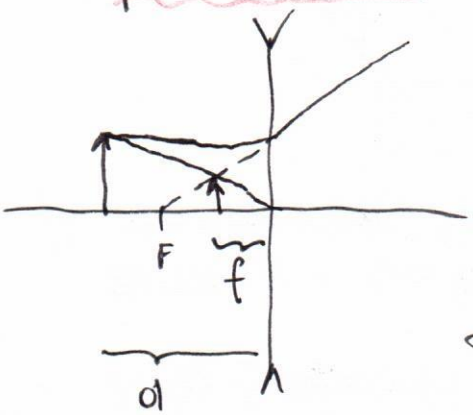
$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$. По формуле тонкой линзы:

$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$, $\frac{1}{F} = \frac{d+f}{df}$, $F = \frac{df}{d+f}$, $f = \Gamma \cdot d$,

$F = \frac{d \cdot \Gamma \cdot d}{d + \Gamma d} = \frac{d\Gamma}{\Gamma + 1}$, $F \cdot \Gamma + F = d\Gamma$, $F = \Gamma(d - F)$,

$\Gamma = \frac{F}{d-F}$; В случае $d < F$ аналогичным способом получаем $\boxed{\Gamma = \frac{F}{F-d}}$

Для рассеивающей линзы: при $d > F$:



$-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$,

$\frac{1}{f} - \frac{1}{F} = \frac{1}{d}$, $\frac{F-f}{Ff} = \frac{1}{d}$,

$dF - dF = Ff$.

Так же из подобия $\Gamma = \frac{f}{d}$,

$f = \Gamma \cdot d$, $d \cdot \Gamma d - dF = F \cdot \Gamma \cdot d$, $d\Gamma - F = F \cdot \Gamma$,

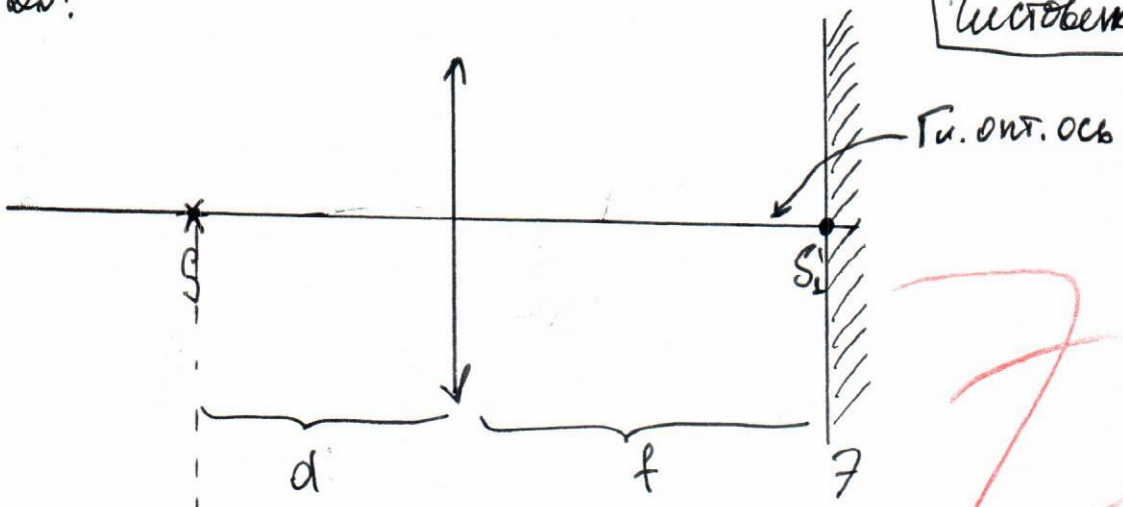
$(d+F)\Gamma = F$, $\Rightarrow$ $\boxed{\Gamma = \frac{F}{d+F}}$ в случае $d < F$ получаем то же самое. Для продольного увеличения $\beta = \Gamma_1 \cdot \Gamma_2$, Γ_1 и Γ_2 – поперечные увеличения на концах отрезка.

(Док-во в конце задачи). (смотрите рисунок на сл. стр →).

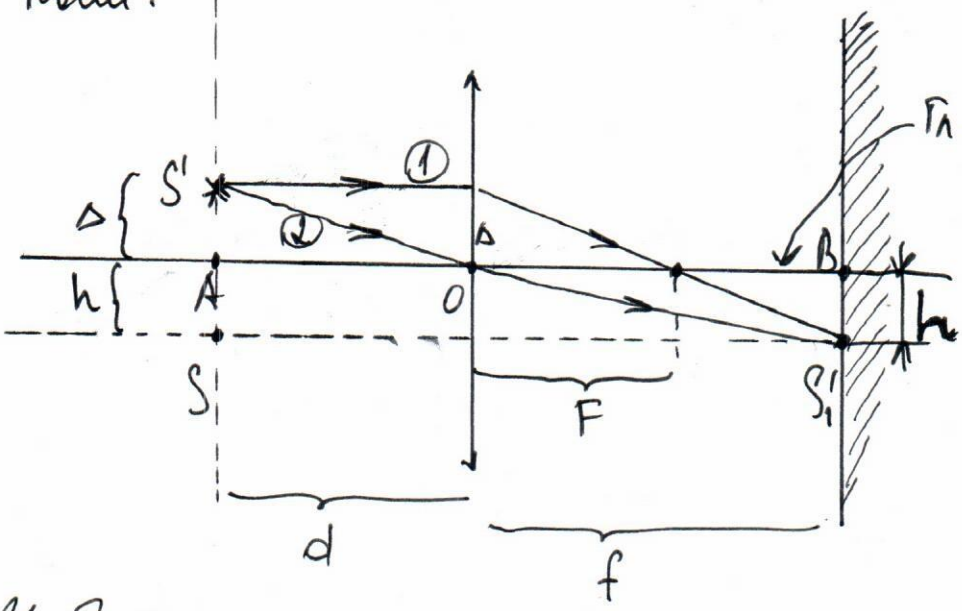
Изображение четкое $\Rightarrow$ выполнено соотношение $\boxed{\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}}$ (1)

Чистовик 5

До:



После:



Изображение осталось четким, расстояние от линзы до экрана не изменилось, => источник сдвинули ⊥ гол. линзы.

Луч ① идет ⊥ линзе => проходит через задний фокус. Луч ② идет через оптический центр линзы и не преломляется.

Теперь источник на высоте Δ от ГОО.

$\triangle OAS' \sim \triangle OBS_1'$, $\frac{\Delta}{h} = \frac{d}{f} \Rightarrow \Delta = \frac{d}{f} h$.

Тогда искомое $L_1 = h + \Delta = h\left(\frac{d}{f}+1\right)$.

Имеем систему:

$$\begin{cases} L_1 = h\left(\frac{d}{f}+1\right) \\ \frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d} = \frac{d-F}{dF}, \end{cases} \quad L_1 = h\left(\frac{d(d-F)}{dF}+1\right) =$$

Чистовик 6

$$= h\left(\frac{d-F}{F}+1\right) = h\,\frac{d-F+F}{F} = \frac{dh}{F},$$

$$L_1 = \frac{dh}{F} = \frac{25\cdot 3}{10} = 7{,}5\text{ см}.$$

Ответ: $L_1 = \frac{dh}{F} = 7{,}5$ см. +

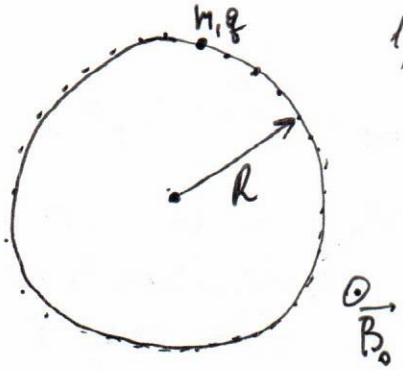
№ 3.7.1. Вопрос: 1) Магнитный поток – кол-во силовых линий вектора $\vec{B}$, пронизывающих данную площадь S. В общем, поток вектора через $\vec{a}$ есть $d\Phi_a = \vec{B}\cdot d\vec{S}$, $\Phi_a = \int_S \vec{B}\cdot d\vec{S}$. Под вектором площади подразумевается направленное нормали к данной площади. (+)

2) Пусть имеется замкнутый контур площадью dS (dS оч. мало); т.к. dS мало, будем считать магнитное поле через него однородным. Пусть вектор $\vec{B}$ меняется со временем $\vec{B} = \vec{B}(t)$. При изменении потока через контур, контур пытается сохранить полный поток через себя, создавая свой собственный поток Φ_i. Если это проводящий контур, то начинает течь ток, если непроводящий с зарядом – изменяется движение контура. То бишь меняющийся внешний поток Φ (за счет $\vec{B}(t)$) как бы „наводит", „индуцирует" ток (движение) поток через контур. ~~Это и есть~~ В этом и состоит явление электромагнитной индукции. Кстати говоря, полный поток, являясь векторной величиной, может меняться через площадь dS не только за счет изменения себя по модулю (меняется $|\vec{B}|$, dS, или вместе), но и за счет изменения направления $\vec{B}$ отн. вектора нормали к dS.

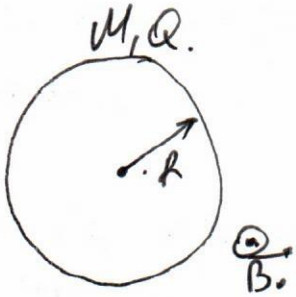
Задача:

Чистовик 7

Вид сверху:



1) Заменим мысленно данное кольцо на непроводящее, заряженное по заряду $Q = Nq$. Очевидно, что данный переход равносилен. Масса кольца $M = Nm$.



2) В результате изменения вектора $\vec{B}$ (и, как следствие, потока через кольцо), в нем будет возникать вихревое электрическое поле. Его напряженность равна

$$E = \frac{\mathcal{E}_i}{2\pi R} = \frac{\dot{\Phi}}{2\pi R} = \frac{S\cdot\dot{B}}{2\pi R} = \frac{\pi R^2}{2\pi R}\cdot\frac{dB}{dt} = \frac{R}{2}\cdot\frac{dB}{dt},$$

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

+

3) На малый заряд dQ действует сила $F_0 = E\,dQ$, на кольцо в целом действует сила $F = EQ$, $F = M\omega^2 R$.

$$\frac{R}{2}\cdot\frac{dB}{dt}\cdot Q = M\frac{dv}{dt},$$

$\frac{R}{2}\cdot Q\cdot dB = M\,dv$ (*) Интегрируем (*) за время изменения поля $\vec{B}_0$ до нуля: $\frac{RQ}{2}\int_{B_0}^{0} dB = M\int_0^v dv$,

$\frac{RQ}{2}B_0 = Mv$, $v = \omega R$,

$\frac{RQ}{2}B_0 = M\omega R$, $\omega = \frac{Q}{2M}B_0$ — угловая скорость вращения каждой точки кольца вокруг его центра.

$$\omega = \frac{qB_0}{2m}$$

4) Камера делает n кадров в секунду, то есть промежуток времени между двумя соседними фотографиями $\boxed{\tau = \frac{1}{n} \text{ сек.}}$ Чистовик 8

Чтобы создавалась иллюзия неподвижности, необходимо, чтобы за τ шарик делал целое число оборотов (случай 0 оборотов не рассматриваем). Т.о., $\frac{2\pi k}{\omega} = \tau$, $\frac{2\pi \cdot k}{\omega} = \frac{1}{n}$, k

$$n = \frac{\omega}{2\pi k}, \quad k = 1, 2, 3 \ldots$$

Максимальное значение n достигается при $k = 1$, $n = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{qB_0}{2m2\pi} = \frac{qB_0}{4\pi m}$.

Итак, $n_{max} = \frac{q \cdot B_0}{4\pi m} = \frac{10^{-7} \cdot 100}{4 \cdot 3{,}14 \cdot 10 \cdot 10^{-6}} =$

$$= \frac{1}{4 \cdot 3{,}14} \cdot 10^{-7} \cdot 10^{2} \cdot 10^{1} \cdot 10^{6} = \frac{1}{4 \cdot 3{,}14} \approx 0{,}08 \frac{\text{кадров}}{\text{секунду}}$$

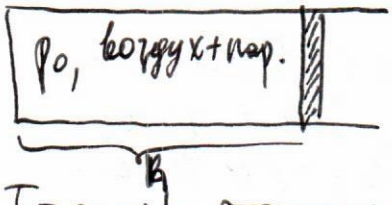
Ответ: $n_{max} = \frac{q \cdot B_0}{4\pi m} \approx 0{,}08 \frac{\text{кадров}}{\text{сек.}}$

N2.4.1. Вопрос: 1) Насыщенный пар – такое ~~состояние~~ газообразное состояние какой-либо жидкости, ~~при~~ что кол-во частиц, конденсировавшихся в единицу времени, равно кол-ву частиц, испарившихся за это время. Масса пара в таком равновесном состоянии не меняется.

2) Давление насыщенного пара зависит только от температуры. При данной температуре давление насыщенного пара не ~~от~~ изменяется (это обусловливается изменением массы пара). Считая пар идеальным газом, имеем: $p = nkT$, $n = \frac{N}{V}$, $p = \frac{NkT}{V}$; при повышении температуры давление насыщенного пара растет, однако, зависимость $p(T)$ не является линейной. (смотрите продолжение вопроса на стр. 10 чистовика →)

Задача. Чистовик 9

Было:



$T = const$,

$p_{п1} = \frac{\nu_{п1} R T_1}{V_1}$

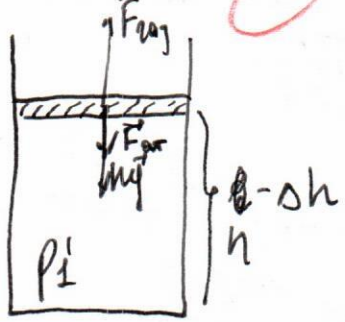
$p_0 = p_{в1} + p_{п1}$

давление воздуха; давление пара.

$p_{в1} = \frac{\nu_в R T_1}{V_1}$

Ясно, что цилиндр перевернули поршнем вверх, в противном случае пар не конденсируется и $\Delta m = 0$.

Стало:



Из условия равновесия поршня:

$p_1' S = mg + p_0 S$,

$p_1' = \frac{mg}{S} + p_0$;

Допустим, сконденсировался весь пар. Тогда:

$p_1' = \frac{\nu_в R T_1}{V_2} = \frac{mg}{S} + p_0$, $\begin{cases} V_2 = \frac{\nu_в R T_1}{\frac{mg}{S} + p_0} \\ V_1 = \frac{\nu_в R T_1}{p_0 - p_{п1}} \end{cases}$

$p_0 = p_{п1} + \frac{\nu_в R T_1}{V_1}$,

$\begin{cases} S(h - \Delta h) = \frac{\nu_в R T_1}{\frac{mg}{S} + p_0} \\ S h = \frac{\nu_в R T_1}{p_0 - p_{п1}} \end{cases}$ — $S\Delta h = \frac{\nu_в R T_1}{p_0 - p_{п1}} - \frac{\nu_в R T_1}{\frac{mg}{S} + p_0}$,

$\frac{h - \Delta h}{h} = \frac{p_0 - p_{п1}}{\frac{mg}{S} + p_0}$, $p_0 - p_{п1} = \left(\frac{mg}{S} + p_0\right)\left(1 - \frac{\Delta h}{h}\right)$,

$p_{п1} = p_0 - \left(\frac{mg}{S} + p_0\right)\left(1 - \frac{\Delta h}{h}\right) = 10^5 - (10^4 + 10^5) \cdot \frac{6}{7} = \frac{10^5}{7} - \frac{10^4 \cdot 6}{7} =$

$= \frac{10^4(10 - 6)}{7} = \frac{4}{7} \cdot 10^4$ Па; $p_{п1} > 0$, $p_{п1} < p_0$ $\Rightarrow$ наше предположение верно, и весь пар и правда сконденсировался. $\frac{m_{п1} \cdot R \cdot T}{\mu \cdot S \cdot h} = p_0 - \left(\frac{mg}{S} + p_0\right)\left(1 - \frac{\Delta h}{h}\right)$,

Чистовик 10

$$m_{п1} = \boxed{\frac{\mu S h}{RT}\left(p_0 - \left(\frac{mg}{S}+p_0\right)\left(1-\frac{\Delta h}{h}\right)\right)}.$$

В числах: $m_{п1} = \frac{18\cdot10^{-3}\cdot10^{-2}\cdot0{,}35}{8{,}3\cdot373}\cdot\frac{4}{7}\cdot10^{1} =$

$= \frac{18\cdot0{,}35\cdot4}{7\cdot8{,}3\cdot373}\cdot10^{-1} = \frac{18\cdot0{,}35\cdot4}{7\cdot8{,}3\cdot373}$ кг $\approx 0{,}12\cdot10^{-3}$ кг $= 120$ мг.

Ответ: $\Delta m = \frac{\mu S h}{RT}\left(p_0 - \left(\frac{mg}{S}+p_0\right)\left(1-\frac{\Delta h}{h}\right)\right) \approx$

≈ 120 мг.

№2.4.1. Окончание вопроса:

Что касается плотности, то $\rho = \frac{p\mu}{RT} = \frac{k\mu}{\underbrace{R}_{\text{const}}}\cdot n \Rightarrow$

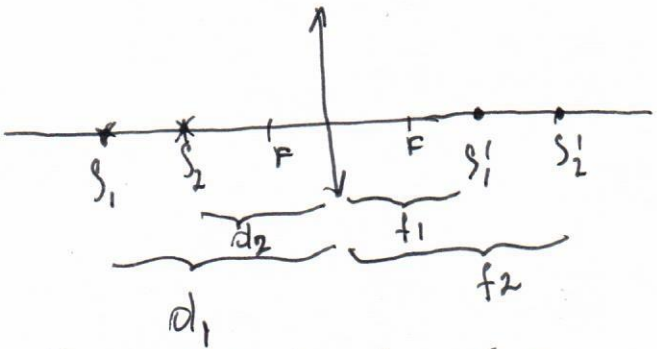
плотность пропорциональна концентрации;

В состоянии ① $p_1V_1 = \frac{m_1}{\mu}RT_1$ $\quad T_1 = const$,

② $p_1V_2 = \frac{m_2}{\mu}RT_2$

ρ растет с повышением температуры.

№4.10.1. Док-во: $\beta = \Gamma_1\cdot\Gamma_2$. Для определенности рассмотрим собирающую линзу. По определению



$$\begin{cases} \beta = \frac{f_2-f_1}{d_1-d_2} \\ \Gamma_1 = \frac{F}{d_1-F} \\ \Gamma_2 = \frac{F}{d_2-F} \\ f_1 = \Gamma_1 d_1 \\ f_2 = \Gamma_2 d_2 \end{cases}$$

$$\beta = \frac{\Gamma_2 d_2 - \Gamma_1 d_1}{d_1-d_2} = \frac{1}{d_1-d_2}\cdot\left(\frac{Fd_2}{d_2-F} - \frac{Fd_1}{d_1-F}\right) = \frac{1}{d_1-d_2}\left(\frac{Fd_1d_2 - F^2d_2 - Fd_1d_2 + F^2d_1}{(d_2-F)(d_1-F)}\right) = \frac{1}{d_1-d_2}\cdot\frac{F^2(d_1-d_2)}{(d_2-F)(d_1-F)} = \underbrace{\frac{F}{d_1-F}}_{\Gamma_1}\cdot\underbrace{\frac{F}{d_2-F}}_{\Gamma_2} = \Gamma_1\cdot\Gamma_2.$$

Для рассеивающей линзы док-во аналогичное.

Черновик

$$\frac{18\cdot 0{,}35\cdot 4}{7\cdot 83\cdot 373} = \frac{18\cdot 1{,}4}{7\cdot 83\cdot 373} = \frac{252}{7\cdot 83\cdot 373}\cdot 10^{-1} =$$

$0{,}35\cdot 4 = 1{,}2 + 0{,}2 = 1{,}4.$

$$\begin{array}{r} 18 \\ \times\ 14 \\ \hline 72 \\ +\ 18 \\ \hline 252 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 373 \\ \times\ 7 \\ \hline 2611 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2611 \\ \times\ 83 \\ \hline +\ 7833 \\ 20888 \\ \hline 216713 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 216713 \\ \times\ 5 \\ \hline 1.083.565 \\ +\ 216713 \\ \hline 1.300.278 \end{array}$$

$$= \frac{252}{216713}\cdot 10^{-1} = \frac{252\,000}{216713}\cdot 10^{-4} \approx 1{,}2\cdot 10^{-4}\ \text{кг} = 0{,}12\cdot 10^{-3}\ \text{кг} = 0{,}12\ \text{г} = 120\ \text{мг}.$$

$$\begin{array}{r|l} 252\,000 & 216713 \\ \hline 216713 & 1{,}16 \\ \hline 352870 & \\ -\ 216713 & \\ \hline 1.361.570 & \end{array}$$

$p = nkT.$

$$\rho = \frac{pM}{RT} = \frac{nkTM}{RT} = \frac{nkM}{R},$$

$$\rho = \underbrace{\frac{kM}{R}}_{\text{const}}\cdot n \qquad \rho \sim n$$

$$p = nkT = \frac{m}{M}\frac{RT}{V}$$

$$\frac{N}{V}k = \frac{m}{M}R$$

$$p = \frac{1}{3}m_0 n\bar{v} = \frac{1}{3}m_0\cdot\frac{N}{V}\bar{v}$$

$$m = m_0\cdot N \qquad \frac{Nk}{V} = \frac{N}{N_A}\cdot R$$

$$k = \frac{R}{N_A}.$$

$$p = \frac{NkT}{V} = \alpha,\ \alpha = \text{const}.$$

$$NkT = \alpha V \qquad n = \frac{N}{V} = \frac{\alpha}{kT}$$

$$\begin{cases} p_1V_1 = \frac{m_1}{M}RT_1 \\ p_2V_2 = \frac{m_2}{M}RT_2 \end{cases}$$

При $T = \text{const}$ $p = \text{const}.$

$$\begin{cases} p_1V_1 = \frac{m_1}{M}RT_1 \\ p_1V_2 = \frac{m_2}{M}RT_1 \end{cases} \qquad \frac{V_1}{V_2} = \frac{m_1}{m_2} \qquad \frac{m_1}{V_1} = \frac{m_2}{V_2}$$