



0 578851 600002

57-88-51-60
(66.22)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант N^o 3

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников ломоносов

по физике

Вивчара

Нікіти

Ніколаєвича

фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«21» февраль 2020 года

Подпись участника

BN



$$\text{ЗСН: } \int m v_0 = M U - m v$$

$$\text{ЗСД: } \frac{m v_0^2}{2} = \frac{M U^2}{2} + \frac{m v^2}{2}$$

$$\sum F_x = 0$$

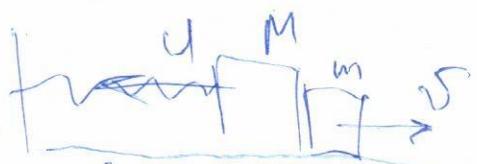
$$v_0 + v = n(v_0 - v)$$

$$v_0 + v = nv_0 - nv$$

$$(n+1)v = (n-1)v_0$$

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

Чертёжник



$$\int m(v_0 + v) = M U$$

$$\int m(v_0 + v)(v_0 - v) = M U^2$$

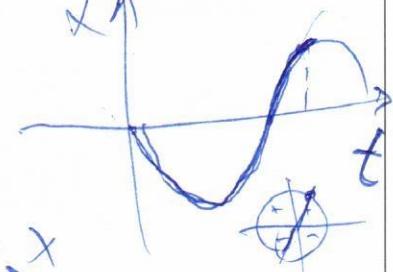
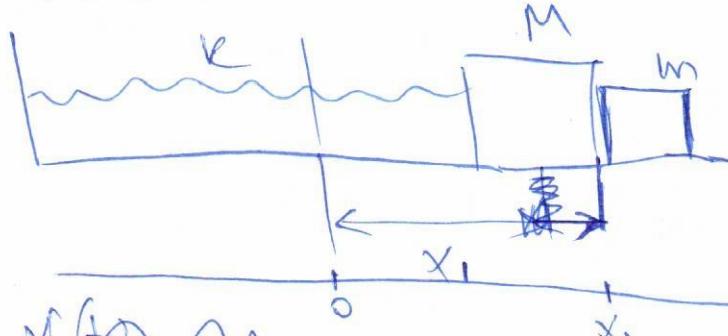
$$v_0 - v = U$$

$$U = v_0 - v_0 \cdot \frac{n-1}{n+1}$$

$$U = v_0 \cdot \frac{n+1-n-1}{n+1}$$

$$U = v_0 \cdot \frac{2}{n+1}$$

$$x_1 = v \cdot \frac{2}{3} T$$



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

$$\frac{M U^2}{2} = \frac{k x_m^2}{2}$$

$$x_m = \sqrt{\frac{M}{K}} U$$

$$x(t) = -x_m \sin(\omega t)$$

$$v \cdot \frac{2}{3} T = -x_m \sin\left(\frac{k \cdot 2}{M} \cdot \frac{2}{3} T\right)$$

$$x_0 \cdot \frac{n-1}{n+1} \cdot \frac{2}{3} \cdot 2 \pi = -\sqrt{\frac{M}{K}} x_0 \cdot \frac{2}{n+1} \sin\left(\frac{4\pi}{3}\right)$$

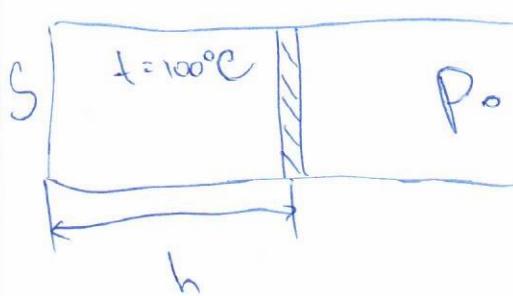
$$\frac{4\pi}{3} \cdot \frac{n-1}{n+1} = -\frac{2}{n+1} \sin\left(\frac{4\pi}{3}\right)$$

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

$$\frac{4\pi}{3}(n-1) = -2 \cdot \left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

$$n-1 = \frac{3\sqrt{3}}{4\pi}$$

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



$$P_B V_0 = V_B RT$$

$$P_\pi V_0 = V_\pi RT$$

$$P_B + P_\pi = P_0$$

$$P_0 V = V_\pi RT - \Delta V RT$$

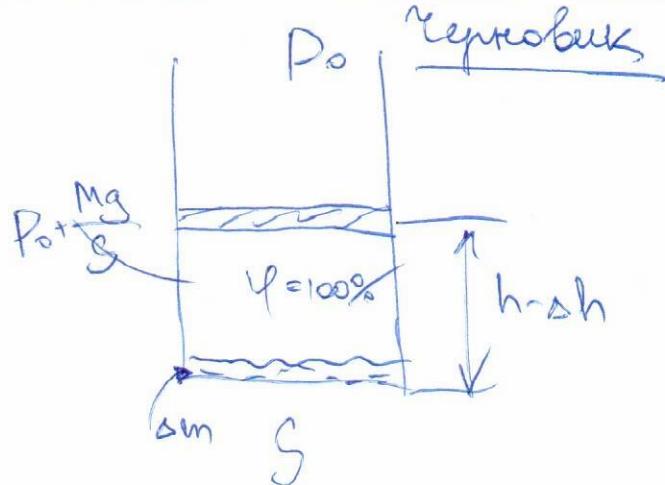
$$\Delta V RT = P_0 V + \Delta V RT$$

$$V_\pi = \frac{P_0 V}{RT} + \Delta V$$

$$P_\pi V_0 = V_\pi RT$$

$$P_\pi = \frac{V_\pi RT}{V_0} = \frac{(P_0 V + \Delta V) RT}{V_0}$$

$$= \frac{P_0 V + \Delta V RT}{V_0}$$



$$P'_B V = V_B RT$$

$$P'_\pi V = (V_\pi - \Delta V) RT$$

$$P'_B + P'_\pi = P_0 + \frac{Mg}{S}$$

$$P'_\pi = P_0 \Rightarrow P'_B = \frac{Mg}{S}$$

$$P_B = P_0 - P_\pi = P_0 - \frac{P_0 V + \Delta V RT}{V_0} = \frac{P_0 V_0 - P_0 V - \Delta V RT}{V_0} = \frac{P_0 (V_0 - V) + \Delta V RT}{V_0}$$

$$P_B = P_0 - P_\pi = P_0 - \frac{P_0 V + \Delta V RT}{V_0}$$

$$= \frac{P_0 V_0 - P_0 V - \Delta V RT}{V_0} = \frac{P_0 (V_0 - V) + \Delta V RT}{V_0}$$

$$V_B = \frac{P_0 V_0}{RT} = \frac{P_0 (V_0 - V) + \Delta V RT}{RT} = \frac{P_0 (V_0 - V)}{RT} + \Delta V$$

$$\frac{Mg}{S} V = V_B RT$$

$$M = \frac{V_B RT S}{Vg} =$$

$$\frac{P_0(V_0-V) + \Delta P}{RT} RT S$$

~~$$\frac{P_0(V_0-V)S + \Delta P S}{Vg}$$~~

Черновик

$$\frac{P_0(hS - (h - \Delta h)S) + \frac{\Delta m}{M} S}{(h - \Delta h)Sg} = \frac{P_0 S (h - h + \Delta h) + \frac{\Delta m}{M} S}{(h - \Delta h)Sg} =$$

$$\frac{P_0 \Delta h + \frac{\Delta m}{M}}{(h - \Delta h)g} = \frac{10^5 \cdot 0,05 + \frac{10^{-2}}{18 \cdot 10^{-3}}}{0,3 \cdot 10} =$$

~~$$\frac{10^5 \cdot 0,05}{0,3 \cdot 10} + \frac{0,05}{18}$$~~

~~$$\frac{5000}{3} + \frac{0,1}{18}$$~~

~~$$700 + 560$$~~

~~$$1260$$~~

$$\frac{10^5 \cdot 0,05 + 5 \cdot 10^{-2} - \frac{10^{-2}}{18 \cdot 10^{-3}} \cdot 0,3 = 373}{10^{-2} \cdot 35 \cdot 10}$$

~~$$700 + 560$$~~

~~$$1260$$~~

$$SO - \frac{0,3 \cdot 373}{180} =$$

Z

$$\frac{SO - 17,2}{3,5}$$

$$\begin{array}{r} 5 \ 3,5 \\ \times 2 \\ \hline 1119 \\ + 2984 \\ \hline 3095,9 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3095,9 | 180 \\ - 180 \\ \hline 1295 \\ - 1200 \\ \hline 95 \\ - 90 \\ \hline 5 \end{array} \quad 17,2$$

$$\begin{array}{r} 500 - 328 | 35 \\ - 328 \\ \hline 72 \\ - 35 \\ \hline 37 \end{array} \quad 3,28$$

$$\frac{P_0 S \Delta h - \frac{\Delta m}{M} RT}{RT}$$

$$\frac{10^5 \cdot 100 \cdot 10^{-2} \cdot 5 \cdot 10^{-2} - \frac{10^{-2}}{18 \cdot 10^{-3}} \cdot 0,3 \cdot 373}{10^{-2} \cdot 35 \cdot 10} = 270 + 45 = 315$$

$$\begin{array}{r} 270 + 45 = 315 \\ 27,0 \\ + 4,5 \\ \hline 31,5 \end{array} \quad 3,28$$

hg

$$SO - \frac{0,3 \cdot 373}{180} =$$

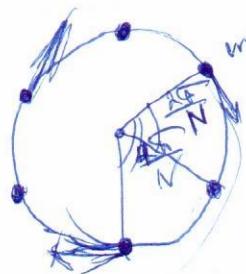
$$\begin{array}{r} 328 | 35 \\ - 315 \\ \hline 130 \\ - 120 \\ \hline 10 \end{array} \quad 3,28$$

$$\begin{array}{r} 35 \cdot 10^{-2} = 10 \\ \times 373 \\ \hline 1119 \\ + 2984 \\ \hline 3095,9 \end{array} \quad 3,28$$

$$\begin{array}{r} 3095,9 | 180 \\ - 180 \\ \hline 1295 \\ - 1200 \\ \hline 95 \\ - 90 \\ \hline 5 \end{array} \quad 17,2$$

$$517,2 + 32,8 = 17 + 33 = 50$$

$$210 + 35$$

 $\bullet B_0$

$n = 8 \text{ кбс}$

$N_{\min} = ?$

$E_i = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{B_0 S}{\Delta t}$

Чертёжник

$U = \Sigma d$

$\frac{B_0 \cdot R^2}{\Delta t} = E \Delta t$

~~$V = \frac{q \cdot B_0 R}{m \cdot 2\Delta t}$~~

$V = \frac{q B_0 R}{2m}$

$w = \frac{V}{R} =$

$$\frac{q B_0}{2m} = w$$

$t = \frac{w}{Kq} = \frac{1}{h}$

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

$$N_{\min} = \frac{4\pi m K}{q B_0}$$

$\frac{24}{8}$

$$\frac{12 \cdot 10^{-8}}{8 \cdot 10^{-7} \cdot 100} = \frac{4\pi}{8} = \frac{12}{8}$$

$\frac{24}{8} = 3$

$$\frac{12 \cdot 10^{-8}}{8 \cdot 10^{-7} \cdot 100} = \frac{12}{8} = \frac{3}{2}$$

$1 + \frac{3\sqrt{3}}{4\pi}$

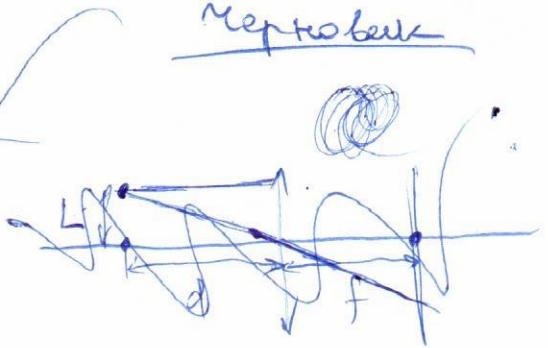
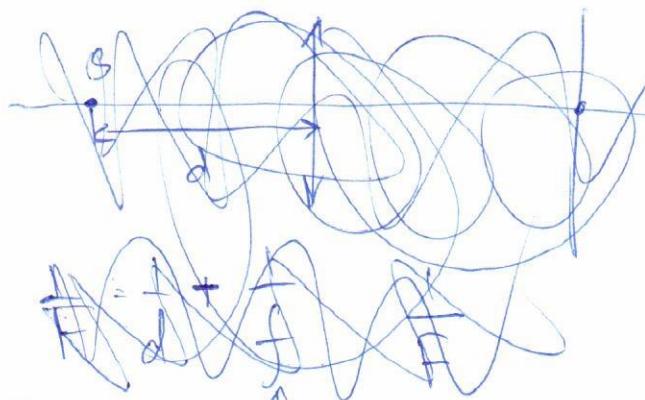
$$3 \cdot 1,7 = \\ = 3 + 2,1 = 5,1$$

$$\begin{array}{r} \times 3,14 \\ \hline 12,56 \end{array}$$

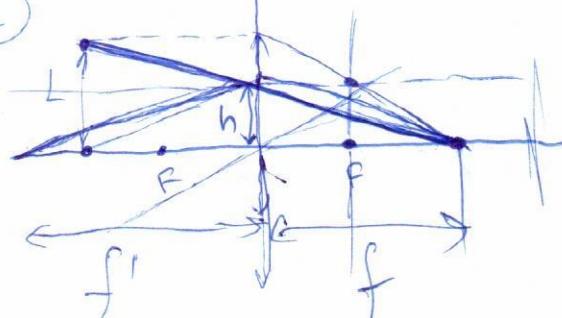
$$\begin{array}{r} 12,56 \\ - 12,56 \\ \hline 0,4 \end{array}$$

$4000 + 120 + 24 = 5024$

$4 \cdot 3,14$

Чертёжник57-88-51-60
(66.22)

①



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

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

$$F = \frac{df}{f+d}$$

$$fh + dh = Lf$$

$$f(L-h) = dh \Rightarrow f = \frac{dh}{L-h}$$

$$F = \frac{d \frac{dh}{L-h}}{\frac{dh}{L-h} + d} = \frac{d^2 h}{L-h} \cdot \left(\frac{dh + Ld - hd}{L-h} \right)^{-1} =$$

$$= \frac{d^2 h}{L-h} \cdot \frac{L-h}{Ld} = \frac{dh}{L} = \frac{2\pi \cdot 2}{8} = 8 \text{ см}$$

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

$$\frac{2 \cdot 36}{4} = 12 \quad \frac{1}{F} = \frac{1}{24} + \frac{1}{12} =$$

$$\frac{D_m c^2}{\mu \cdot \mu} \quad \frac{\mu \cdot \mu \cdot c^2}{\mu} = \frac{\nu_2 \cdot M \cdot c^2}{c^2 \cdot \mu} = \frac{1+2}{24} = \frac{3}{24} = \frac{1}{8}$$

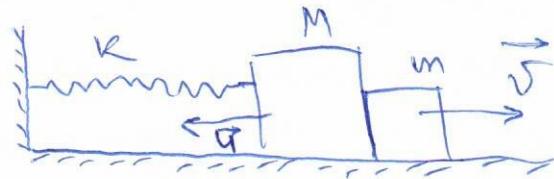
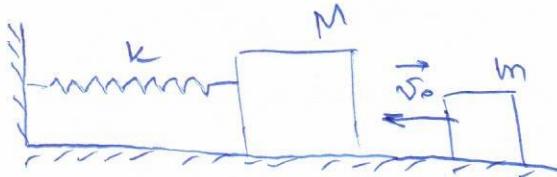
$$\frac{3,14}{12,56} \times \frac{12,56}{12,56}$$

$$\frac{4 \cdot 10 \cdot 10^{-8}}{100 \cdot 10^{-7} \cdot 8} = \frac{\pi}{2} \times \frac{3}{2} k$$

$$\frac{510,9256}{5020,040} = 0,41$$

Частоты

N 1.1.3



$$\text{ЗСИ: } m(v_0 - v) = Mq - mv$$

$$\text{ЗСЭ: } \frac{m v_0^2}{2} = \frac{M q^2}{2} + \frac{m v^2}{2}$$

$$m(v_0 + v) = Mq$$

$$v_0 + v = n(v_0 - v)$$

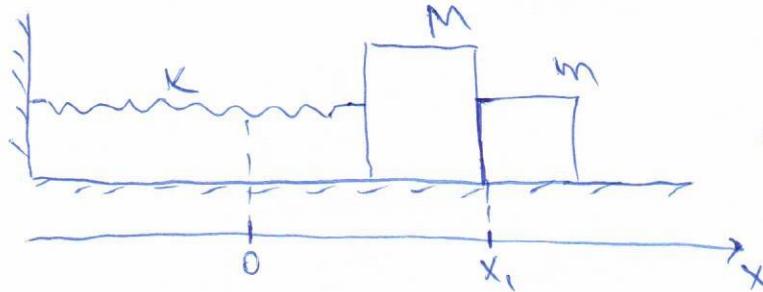
$$(n-1)v_0 = (n+1)v$$

$$v = \frac{n-1}{n+1} \cdot v_0 ; \quad q = \frac{2}{n+1} \cdot v_0$$

$$\int m(v_0 + v) = Mq$$

$$\int m(v_0 + v)(v_0 - v) = Mq^2$$

$$v_0 - v = q$$



Пусть $x(t)$ - координата тела массы M .

$$x(t) = -X_m \sin \omega t, \text{ где } X_m = \frac{q}{\omega} ; \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$$

$$x(t) = -q \cdot \sqrt{\frac{M}{k}} \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M}} t\right)$$

Еще через $\frac{2}{3}T$ тело M должно пройти m , то

$$x\left(\frac{2}{3}T\right) = v \cdot \frac{2}{3}T$$

$$- \frac{2}{n+1} \cdot v_0 \cdot \sqrt{\frac{M}{k}} \sin\left(\sqrt{\frac{k}{M}} \cdot \frac{2}{3} \cdot 2\pi \cdot \sqrt{\frac{M}{k}}\right) = \frac{n-1}{n+1} \cdot v_0 \cdot \frac{2}{3} \cdot 2\pi \cdot \sqrt{\frac{M}{k}}$$

$$-2 \sin \frac{4\pi}{3} = (n-1) \cdot \frac{4\pi}{3}$$

$$-2 \cdot \left(-\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = \frac{4\pi}{3} (n-1)$$

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

$$\text{Ответ: } n = 1 + \frac{3\sqrt{3}}{4\pi} \approx 1,4$$

Вопросы:

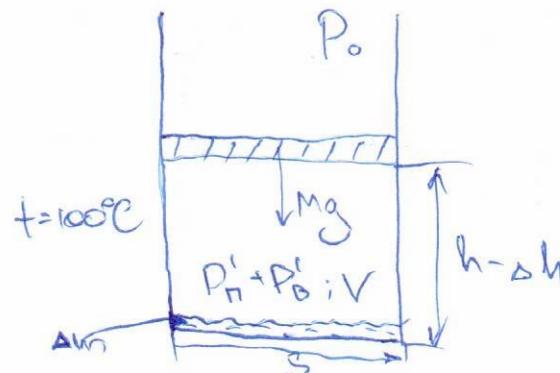
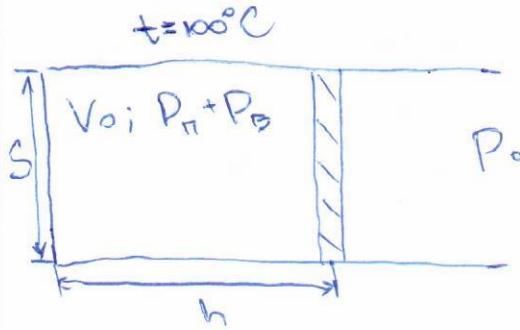
Чистовик

Потенциальная энергия отсчитывается от определенного, заранее выбранного, уровня **нулья!**

$E_p = mgh$ - потенциальная энергия тела над земной поверхностью Земли, где
 m - масса тела
 h - высота над поверхностью Земли
 g - ускорение свободного падения

$E_p = \frac{kx^2}{2}$ - потенциальная энергия деформированной пружины, где
 k - коэффициент жесткости
 x - абсолютное удлинение

№ 2.4. 3



Горизонтальный цилиндр:

$$P_B V_0 = V_B RT$$

$$P_n V_0 = V_n RT$$

$$P_n + P_B = P_0$$

Вертикальный цилиндр:

$$P'_B V = V_B RT$$

$$P'_n V = (V_n - \Delta V) RT$$

$$P'_n + P'_B = P_0 + \frac{Mg}{S}$$

При каком веcе во втором случае сконденсируется вода, то влажность достигнет 100%.

Следовательно, пар станет насыщенным.

Как извeстно, давление насыщенного пара при 100°C равно атмосферному.

Чистовщик

$$P'_n = P_0$$

$$P_0 V = V_n RT - \Delta V_n RT \Rightarrow V_n = \frac{P_0 V}{R T} + \Delta V_n$$

$$P_n = \frac{V_n RT}{V_0} = \frac{P_0 V + \Delta V_n RT}{V_0}$$

$$P_B = P_0 - P_n = \frac{P_0 V_0 - P_0 V - \Delta V_n RT}{V_0} = \frac{P_0 (V_0 - V) - \Delta V_n RT}{V_0}$$

$$V_B = \frac{P_B V_0}{R T} = \frac{P_0 (V_0 - V) - \Delta V_n RT}{R T}$$

$$P'_B = \frac{M g}{S}$$

$$\frac{M g}{S} V = V_B R T \Rightarrow M = \frac{V_B R T S}{V g}$$

$$M = \frac{(P_0 (V_0 - V) - \Delta V_n RT) S}{V g} = \frac{(P_0 (S h - S(h - \Delta h)) - \frac{\Delta m}{\mu} R T) S}{S h g}$$

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

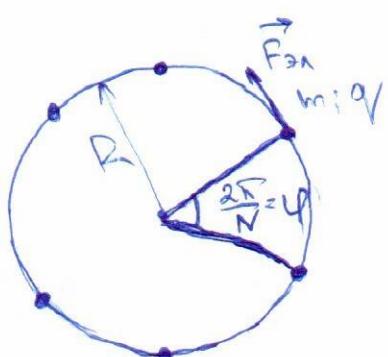
$$M = \frac{10^5 \cdot 100 \cdot 10^{-4} \cdot 5 \cdot 10^{-3} - \frac{10^{-4}}{18 \cdot 10^{-3}} \cdot 8,3 \cdot 373}{10 \cdot 35 \cdot 10^{-2}} \approx 9,4 \text{ кг}$$

Ответ: 9,4 кг

Вопросы:

Температура кинетич. - температура, при которой давление насыщенного пара жидкости становится равным давлению над жидкостью, вследствие чего пузырьки насыщенного пара, находящиеся в жидкости, начинаят бесконтрольно расширяться.

Чем меньше давление, тем меньше температура кинетич.

Чистовик

№ 3.7.3

$\odot B$ Гло́бальное движение магнитного поле в катушке за короткое время от внешним вихревое электрическое поле.

$$\mathcal{E}_i = \left| \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \right| = \frac{B_0 S}{\Delta t} = Ed$$

$$\frac{B_0 \pi R^2}{\Delta t} = E 2\pi R \Rightarrow E = \frac{B_0 R}{2 \Delta t}$$

$$F_{EA} = ma \Rightarrow Eq = ma \Rightarrow a = \frac{Eq}{m}$$



$$v = a \Delta t = \frac{Eq}{m} \Delta t = \frac{B_0 R}{2 \Delta t} \cdot \frac{q}{m} \Delta t = \frac{B_0 R q}{2m}$$

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

Катушка в форме ~~треугольника~~ имеет симметричное вихревое поле, если $\frac{\omega}{k\varphi} = \frac{1}{n}$, где ~~натуральное~~ $k \in \mathbb{N}$, $\varphi = \frac{2\pi}{N}$.

$$\frac{B_0 q N}{2m k 2\pi} = \frac{1}{n} \Rightarrow N = \frac{4\pi m}{B_0 q n} 5 \cdot k \approx \frac{3}{2} k$$

Минимальное N достигается при $k=2$

$$N_{min} = \frac{8\pi m}{B_0 q n} = 3$$



Вопросы:

Чистовка

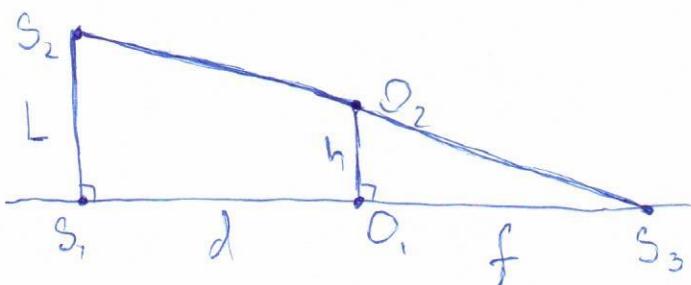
Индуктивность - это физическая величина, равная отношению магнитного потока, ~~когда~~ проходящего через контур, к сию току, протекающему в нем.

$$L = \frac{\Phi}{I} ; L [H] \text{ Генри}$$

①

$E_{si} = -L \dot{I}$, где L - индуктивность, \dot{I} - скорость изменения ~~изменения~~ силы электрического тока.

N 4.10.3



S_1 - первое положение источника

S_2 - второе положение источника

S_3 - изображение

O_1 - первое положение оптического центра линзы

O_2 - второе положение оптического центра линзы.

~~(S1, S2, S3, O1, O2, S3)~~

1) $\Delta S_2 S_3 S_1 \sim \Delta O_2 S_3 O_1$ (по 2-м углам) \Rightarrow

$$\Rightarrow \frac{L}{h} = \frac{d+f}{f} \Rightarrow Lf = hd + hf$$

$$(L-h)f = hd$$

$$f = \frac{hd}{L-h}$$

Z

2) По формуле тонкой линзы

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} \Rightarrow F = \frac{df}{d+f} = \frac{d \frac{hd}{L-h}}{d + \frac{hd}{L-h}}$$

Z

