



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант н 3

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"

по Физике

Сенотовой Юлии Дмитриевны

фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«21» февраля 2020 года

Подпись участника

Лея

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

80-56-22-59

(66.9)

Черновик | Вопрос: памятический энергия тела ~~изменяется~~ изменилась из-за деформации - расстояние от земли, т.е. сила тяжести - уменьшилась

$$\text{Деформация} = \frac{kx^2}{2}$$

Памятическая энергия \rightarrow

1.1.3



работа силы памятических сил.

$$m\ddot{V}_0^2/2 + m\dot{V}_1^2/2 + m\dot{V}_2^2/2 = m(V_1 + hV_2)$$

$$m\frac{\dot{V}_0^2}{2} = \frac{m\dot{V}_1^2}{2} + \frac{m\cdot h\dot{V}_2^2}{2} - 3Cx$$

$$\dot{V}_1^2 = \frac{m\dot{V}_0^2}{m} - \frac{m\dot{V}_2^2}{m} + h\dot{V}_2^2 - V_0^2$$

$$m\frac{\dot{V}_0^2}{2} = \frac{m(h\dot{V}_2 - V_0)^2}{2} + \frac{m\dot{V}_2^2}{2} \cdot h^2 = \frac{m \cdot h^2 \dot{V}_2^2 - 2m h \dot{V}_2 V_0 + m V_0^2}{2} + \frac{m\dot{V}_2^2}{2} \cdot h^2$$

$$\frac{m\dot{V}_0^2}{2} + \frac{m\dot{V}_2^2}{2} \cdot h^2 = \frac{m\dot{V}_2^2}{2} + \frac{m\dot{V}_2^2}{2} \cdot h^2$$

$$\frac{m\dot{V}_0^2}{2} + \frac{m\dot{V}_2^2}{2} = m\dot{V}_2^2$$

$$h\dot{V}_2 + \frac{\dot{V}_2}{2} = V_0 \Rightarrow \dot{V}_2 = \frac{2hV_0}{m+2h}$$

$$\text{Уравнение} \frac{2hV_0}{m+2h} \cdot \frac{h^2}{2} = \frac{h^2}{2} \cdot \frac{2h^2}{m+2h} = \frac{h^3}{m+2h}$$

Уравнение колебаний пружинного маятника: $\ddot{x} + \omega^2 x = 0$ при $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \rightarrow$ решение такого уравнения будет $x = x_0 \cos(\omega t + \varphi_0)$ при $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

$$(x = x_0 \cos(\omega t + \varphi_0)) \dot{x} = \frac{2\pi h V_0}{m+2h} \quad t=0 \Rightarrow x_0 = \frac{2\pi h V_0}{m+2h} = x_0 \sqrt{\frac{k}{m}} \cdot \sin(\varphi_0)$$

$$\text{в нач. } x=0 \Rightarrow \cos(\omega t + \varphi_0) = 0 \Rightarrow \varphi_0 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \sin \varphi_0 = 1 \Rightarrow$$

$$x_0 = \frac{2\pi h}{m+2h} V_0 \sqrt{\frac{m}{k}} \quad \omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T_x = \frac{2\pi}{3} T \Rightarrow$$

$$T_x = \frac{2}{3} T \cdot V_0 = \frac{2}{3} \left(\frac{h^2}{m+2h} - 1 \right) V_0 \quad \text{период колебаний}$$

$$x_2 = x_1 = x_0 \cdot \cos(\omega t + \varphi_0) = x_0 \cdot \frac{2\pi h}{m+2h} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T} \cdot \frac{2}{3} t + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\frac{2\pi h}{m+2h} \cdot \frac{V_0}{\sqrt{\frac{m}{k}}} \cos\left(\frac{11}{6}\pi\right) = \frac{2}{3} \cdot \frac{2\pi h}{m+2h} \cdot \frac{(h^2 - m - 1)}{m+2h}$$

$$\frac{2\pi h}{2} = \frac{4\pi}{3} (h^2 - m - 1)$$

$$\frac{8}{6} - \frac{3}{6} = \frac{5}{6}$$

$$V_2 = m\dot{V}_2 - V_0 = \frac{2h\dot{V}_0}{m+2h} - \frac{(n+1)V_0}{m+2h} = \frac{n-1}{m+2h} V_0$$

$$x_1 = \frac{2}{3} T \cdot \frac{n-1}{m+2h} V_0$$

$$x = x_0 \cos(\omega t + \varphi_0)$$

$$x=0 \Rightarrow \cos \varphi_0 = 0$$

$$t=0 \quad \varphi_0 = \pm \frac{\pi}{2}$$

$$\sin \varphi_0 = \pm 1$$

$$x = \frac{2\pi h}{m+2h} \cdot \frac{1}{\omega} \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T} \cdot \frac{2}{3} t + \frac{\pi}{2}\right) = \frac{2\pi h}{m+2h} \cdot \frac{1}{2\pi} \cos\left(\frac{11}{6}\pi\right) = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{m+2h} \cdot \frac{n-1}{6}$$

$$\frac{175}{4} = \frac{575}{4} = 1,475$$

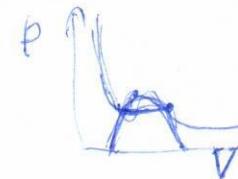
$$2 \cdot \frac{3}{2} = \frac{2}{3} \cdot 2(n-1) \Rightarrow n = \frac{353}{4 \cdot 11 + 1}$$

$$\approx 1,475$$

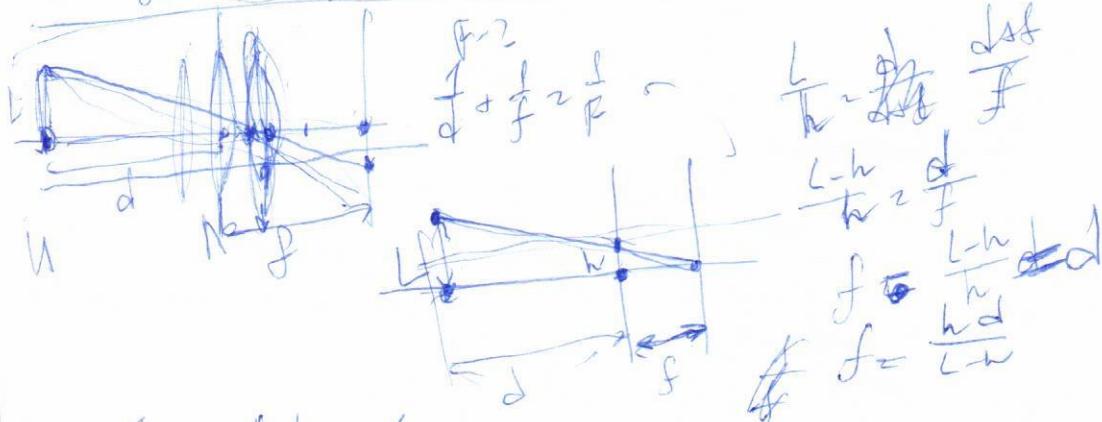
Причина колебаний - это температура, при которой в вопросе 2.4.3 температура колебаний в зоне Δ на всем ее объеме

$$\begin{array}{r} 59044 \\ - 54044 \\ \hline 54 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 354 \\ - 9 \\ \hline 345 \end{array}$$

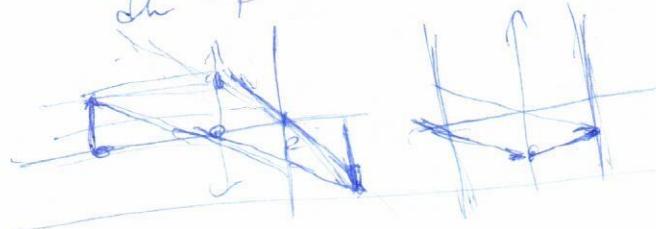


$$\text{Kernschmelz } T = \frac{Mg}{F} \quad P_0 = \cancel{100}$$



$$\frac{1}{d} + \frac{1-h}{dh} = \frac{1}{\rho} \quad \text{and} \quad \frac{h}{1-\frac{1}{\rho}} \rightarrow \rho = \frac{h}{1-h} = \frac{24 \cdot 10^{-2} \cdot 80 \cdot 10^{-2}}{6 \cdot 10^{-2}} = 32 \text{ cm}$$

$$\frac{M}{\text{area}} \cdot \frac{L}{P} \Rightarrow P = \frac{M}{L} \cdot \frac{1}{\text{area}} = 6.12$$



$$\frac{Na}{T} = \frac{B_2 \text{ gas}}{2t} = \frac{NaQg}{T20}$$

$$\frac{2\pi r}{T} \sin^2 V \Rightarrow \frac{m^2 v^2}{R^2} \sin^2 V$$

$$m \cdot \omega^2 r = \frac{1}{2} Q^2$$

$$T = \frac{N}{I}$$

$$m \omega^{\mu_2}$$

$m \propto$

2023

$$E = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} k x^2$$

$$F_p \approx \sqrt{F^2 + p^2 - 2Fp \cos \frac{\theta}{N}}^2$$

Bojalo

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} = \pi^2$$

CT ~~not mod~~ 2 wks

~~TI-2~~ most likely

$\text{Na}^+ \text{B}_3\text{N}_3\text{H}_3$

$$T = \frac{m}{2g\sigma r}$$

Чистовик |

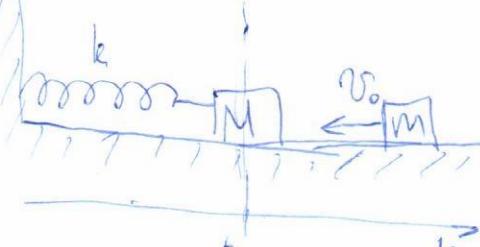
1.1.3. Вопрос Поменялась ли энергия - работа в поле консервативных сил при перемещении объекта, имеющего начальную энергию в другой точке, из точки в которой начальная энергия присвоена за нуль, в зону?

Поменялась ли энергия тела вблизи поверхности Земли: mgh_k , m -масса, g -Ускорение свободного падения, h -высота над поверхностью присвоена за 0.

Поменялась ли энергия деформированной пружины: $\frac{kx^2}{2} \geq E$
 k -жесткость пружины; x -смещение от положения равновесия присвоено за 0 (такое смещение равновесия) +

1.1.3. Задача

Дано: $m, M, k, V_0, X_m = X_m$ через $t = \frac{2}{3} T$
 Найти: $n = \frac{M}{m}$. \Rightarrow как?



Закон сохранения импульса (до начала движения груза M):

$$-mV_0 = mV_1 - MV_2 \Rightarrow V_1 = mV_2 - V_0$$

Закон сохранения энергии (в момент отрыва груза M, до начала движения, можно упростить, не зная что произошло при ударе пружиной):

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{MV_2^2}{2} \Rightarrow \frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV_2^2}{2} + \frac{nmV_2^2}{2} \quad +$$

$$mV_0^2 = hV_2^2 + V_1^2 = mV_2^2 + n^2V_2^2 - 2nV_2V_0 + V_0^2 \Rightarrow 2nV_2V_0 = (n+1)^2V_2^2$$

$$2nV_2V_0 = nV_2^2 + n^2V_2^2 \Rightarrow nV_2^2 = 2nV_2V_0$$

$$2V_0^2 - V_2 + nV_2 = V_2(n+1) \Rightarrow V_2 = \frac{2V_0}{n+1} \Rightarrow V_1 = \frac{2nV_0}{n+1} - V_0 = \frac{n-1}{n+1}V_0$$

(авторка: за какое начальное положение равновесия груза M)

За время t груз M движется в точке: $X_1 = \frac{2}{3}T \cdot V_1 = \frac{2}{3}T \left(\frac{n-1}{n+1} \right) V_0$

Теперь опишем движение груза M: $X_2 = X_0 \cos(\omega t + \varphi_0)$ +

в момент $t=0$ $X_2 = X_0 \cos(\omega t + \varphi_0) \Rightarrow \cos \varphi_0 = 1 \Rightarrow \varphi_0 = \pm \frac{\pi}{2}$

в момент $t=0$ $\dot{X}_2 = -X_0 \omega \sin(\omega t + \varphi_0) = V_2 = \frac{2V_0}{n+1}$ (из-за направления \dot{X}_2)

~~(все величины X_0, ω, V_0, n известны) $\Rightarrow \sin \varphi_0 > 0 \Rightarrow \varphi_0 = \frac{\pi}{2}$~~

~~в момент $t=0$ $X_2 = \frac{2V_0}{n+1} \cdot \frac{1}{\omega \sin \varphi_0} = \frac{2V_0}{(n+1)\omega}$~~

Напедление на пружине $\ddot{X}_2 + \frac{k}{M}X_2 = 0 \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{k}{M}}$

в момент $t = \frac{2}{3}T$: $X_2 = \frac{2V_0}{(n+1)\omega} \cdot \cos\left(\frac{2}{3}T \cdot \frac{2\pi}{\omega} + \frac{\pi}{2}\right) = \frac{2V_0}{(n+1)\omega} \cdot \cos\left(\frac{n}{6}\pi\right) =$

$X_1 = X_2 \Rightarrow \frac{2}{3}T \cdot \left(\frac{n-1}{n+1} \right) V_0 = \frac{2V_0}{(n+1)\omega} \cdot \cos\left(\frac{n}{6}\pi\right) = \frac{2V_0}{(n+1)\omega} \cdot \cos\left(\frac{11}{6}\pi\right)$

~~$\omega = \frac{1}{2\pi} \cos\left(\frac{2}{3}T + \varphi_0\right)$~~ $\Rightarrow h_2 = \frac{3\sqrt{3}}{4\pi + 1} \approx [1, 475]$

A blue ink drawing consisting of several curved, overlapping lines forming a long, narrow, organic shape. A small, dark circular dot is positioned near the center-right of the main body.

Whistler was a painter - & he
was also a writer.

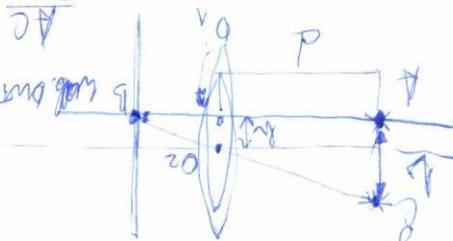
2.4.3 Biology Differences in human - nonhuman primates

$$\frac{dy}{P} = \frac{f}{T} - \frac{f}{T} \left(\frac{1}{1 - \frac{y}{L}} \right) dy$$

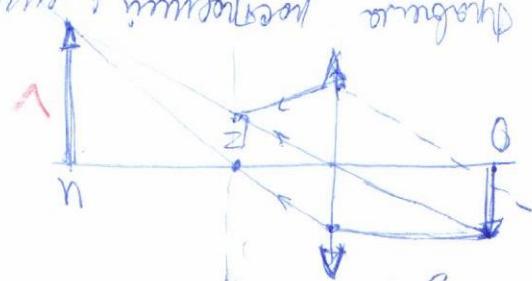
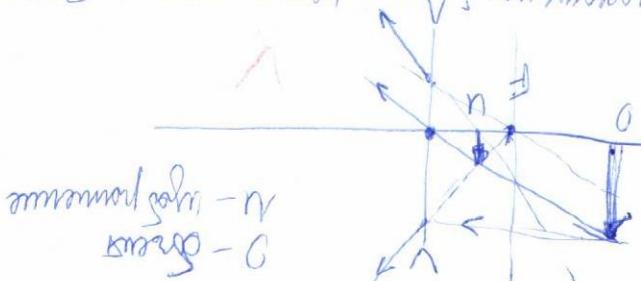
$$f = f_1 + f_2 : \text{Komponente} \rightarrow \text{Summe}$$

$$f\left(1 - \frac{y}{l}\right) = p \quad f_{PP} = \frac{y}{l} = \frac{130}{120} = \frac{13}{12}$$

f original mit wiederaufbau



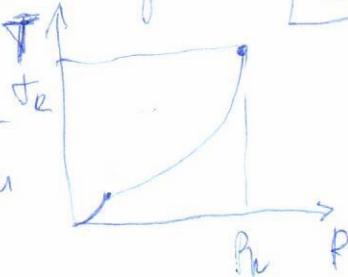
2-# } m 22 cm; h 22 cm d 24 cm; l 26 cm



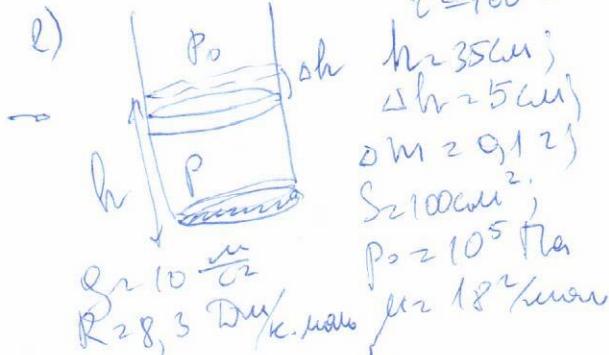
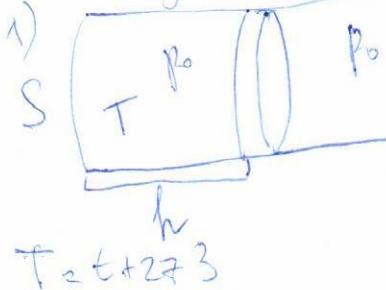
$$\text{Bsp. } \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1}{n^2} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{n} \right) = 0$$

Зависимость между первичным давлением от давления исходных

P_k, T_k - давление и температура
примесей, после этого пока
нет изменения между давлением и
температура.



2.4.3 Задача



в горизонтальном или наклонном:

Закон Ньютона - Кавендиша: $PV = RT$
 $P_0 \cdot S \cdot h = RT(P_b + P_{mo})$

(P_b - воздух; P_{mo} - вода)

в вертикальном или наклонном:

$$P_0 \cdot S + Mg = PS \Rightarrow P_2 = P_0 + \frac{Mg}{S}$$

Закон Ньютона + Кавендиша: $PS(h - \Delta h) = RT(P_b + P_{mo} - \frac{\Delta m}{\mu})$
 $(h - \Delta h)$ потому что давление газа изменилось и газа изменился, поэтому объем уменьшился

$$P_0 \cdot Sh = RT(P_b + P_{mo})$$

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

$$P_0 \cdot Sh - P_0 \cdot S \Delta h + Mg(h - \Delta h) = RT(P_b + P_{mo}) - RT \frac{\Delta m}{\mu} \Rightarrow$$

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

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

$$= \frac{10^5 \cdot 10^{-2} \cdot 5 \cdot 10^{-2}}{10 \cdot (35-5) \cdot 10^2} - \frac{8,3 \cdot 373 \cdot 0,1}{18 \cdot 10 \cdot (35-5) \cdot 10^2} = \frac{50}{3} - \frac{209,59}{54} = \frac{900 - 309,59}{54} =$$

$$= \frac{590,41}{54} \approx 10,93 \text{ кг}$$

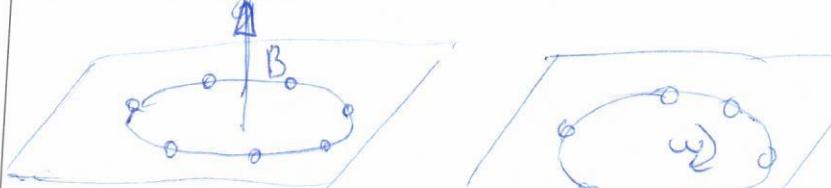
Ответ: 10,93 кг

3.7.3 Вопрос: Чем отличается f1 - относительное давление, предложенное Франклином? $f_1 = \frac{dp}{I}$

Чистовик | Идея симметрического изменения магнитного потока герца
 $E = -\partial \Phi / \partial t$ контур Γ во времени, за который он изменился! Индуктивность - свойство электрического элемента определяющее его способность создавать изменение потока при замыкании тока I . $\Phi = LI$. Равенство?

3.7.3 Задача

Условие:



$$T = \frac{2\pi r}{v_{avg}} = \frac{\pi r}{\omega} = \frac{T}{\omega}$$

вращается так, что при $\omega \neq 0$ создаёт $B = B_0$

$$B_0 = \frac{\mu_0 I}{2r} \Rightarrow I = \frac{Nq}{T} = \frac{2\pi r B_0}{\mu_0} \Rightarrow P = \frac{\mu_0 Nq}{T^2 B_0} = \frac{\mu_0 Nq}{2\pi^2 B_0}$$

$$= \frac{2\pi r^2 B_0}{Nq \mu_0} = \frac{2\pi B_0}{Nq \mu_0} \cdot \frac{\mu_0^2 N^2 q^2}{4B_0^2} = \frac{\pi \mu_0^2 N^2 q^2}{N^2 B_0}$$

$$\delta = m_0 = F \cdot \sqrt{1 - \cos(\frac{2\pi}{N})} = \sqrt{2} \frac{q^2 k}{\mu_0^2 B_0^2} \sqrt{1 - \cos(\frac{2\pi}{N})}$$

$$m \cdot \frac{\pi^2 \mu_0^2 N^2 q^2}{4B_0^2} = \frac{\mu_0^2 N^2 q^2}{4B_0^2} \cdot \frac{\pi^2 \mu_0^2 N^2 q^2}{4B_0^2} = \frac{\pi^2 q^2 k}{4} \sqrt{1 - \cos(\frac{2\pi}{N})}$$

расстояние между соседними

$$\frac{P_0}{R} = \frac{P_x}{x} \Rightarrow \frac{kq^2}{x^2 R^2} = \frac{kq^2}{x^2 R^2} \Rightarrow \frac{m}{R^2} = \frac{m}{R^2}$$

$$\frac{m}{R^2} = \frac{\mu_0^2}{x^2} = \frac{\mu_0^2}{m \cdot \frac{\pi^2 \mu_0^2 N^2 q^2}{4B_0^2 N^2}} = \frac{kq^2}{R^2 (1 - \cos(\frac{2\pi}{N}))}$$

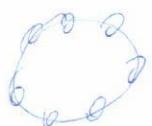
$$\frac{m}{R^2} = \frac{\mu_0^2}{x^2} = \frac{\mu_0^2}{2B_0^2 \frac{q^2}{N^2} \sqrt{1 - \cos(\frac{2\pi}{N})}}$$

$$\Delta \Phi = B_0 \cdot 2\pi r^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{2\pi}{N} \cdot \frac{\mu_0^2}{2B_0^2 \frac{q^2}{N^2} \sqrt{1 - \cos(\frac{2\pi}{N})}}$$

$$I = \frac{\Delta \Phi}{R} = \frac{Nq}{2\pi r^2} \cdot \frac{\mu_0^2}{2B_0^2 \frac{q^2}{N^2} \sqrt{1 - \cos(\frac{2\pi}{N})}}$$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

Чертежи



$$m \cdot \frac{\omega^2}{R} \cdot m \cdot \frac{q^2}{R^2} \cdot m \omega^2 R = ma = \frac{F_{\text{магн}}}{R^2} \cdot \sqrt{1 + \cos \frac{\pi n}{N}}$$

$$m \omega^2 R = q^2 g^2 k \sqrt{1 + \cos \frac{2\pi}{N}}$$

$$\frac{m \omega^2}{2\pi} = \frac{m \omega^2}{T^2 R}$$

$$\frac{m \omega^2}{2\pi} = \frac{q^2 g^2}{T^2 R} = \frac{q^2 T^2}{9} \cdot \frac{2\pi \cdot q^2 B^2}{q^2 m} = \omega^2 \cdot \frac{2\pi}{T}$$

Из уз
но

$$m \cdot \omega^2 R = \frac{q^2 \omega^2}{9} \cdot B^2 \cdot \frac{2\pi}{T}$$

$$\frac{q^2 \omega^2 B}{q^2 m}$$

$$\frac{m \omega^2}{R} = \frac{m}{R} \cdot \frac{16 \pi^2 r^4 B^2}{q^2 m^2} = \frac{m 16 \pi^2 r^3 B^2}{q^2 m^2} = \frac{B^2 K}{r^2}$$

$$\omega = \frac{q^2 B r}{16 \pi^2 r^2}$$

зрят сюда
зрят сюда

