



0 849971 370008

84-99-71-37

(64.3)



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

дешево

Вариант 1

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов

по физике

Астраминой Дианы Андреевны

фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Запечатлена часть 15.00 рублей

Дата

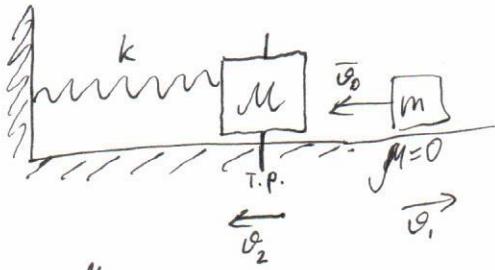
«21» февраля 2020 года

Подпись участника

Деткин

Чертёжник 1

①



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

$$Ma = -kx$$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{M}{k}} ; t = \frac{7}{12}T = \frac{7\pi}{6}\sqrt{\frac{M}{k}}$$

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

$$X = A \cdot \sin(\omega t)$$

$$\frac{M\omega_0^2}{2} = \frac{kA^2}{2}$$

$$A = \omega_0 \cdot \sqrt{\frac{M}{k}}$$

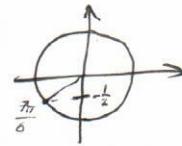
$$\begin{cases} M\omega_0 = M\omega_2 - m\omega_1 \\ \frac{m\omega_0^2}{2} = \frac{M\omega_2^2}{2} + \frac{m\omega_1^2}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \omega_0 = n\omega_2 - \cancel{\omega}_1 \\ n^2\omega_2^2 - 2n\omega_2\omega_1 + \omega_1^2 = \omega_2^2 \cdot n + \omega_1^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \omega_0 = n\omega_2 - \omega_1 = h\omega_2 - \frac{n-1}{2}\omega_2 = \frac{n+1}{2}\omega_2 \\ \omega_1 = \frac{n(n-1)\omega_2^2}{2n\omega_2} = \frac{n-1}{2}\omega_2 \end{cases}$$

$$x = \omega_1 \cdot t$$

$$x = \cancel{A} \cdot \sin(\omega t)$$

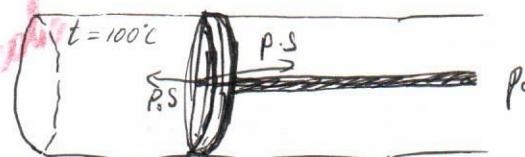


$$\omega_1 \cdot \frac{7\pi}{6}\sqrt{\frac{M}{k}} = \omega_1 \cdot t = \omega_2 \cdot \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \sin\left(\frac{7\pi}{6}\right) = \omega_2 \cdot \frac{\sqrt{M}}{2\sqrt{k}}$$

$$\frac{\sqrt{3}, 1415}{7} = 21,9905 \sim 22$$

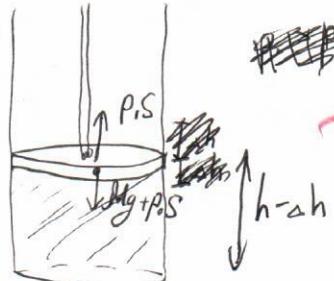
$$\begin{array}{r} 120 \\ 110 \\ \hline 100 \\ 88 \\ \hline 120 \end{array}$$

$$n = \cancel{1} + \frac{120}{7\pi} \sim 1(58)$$



$$\Rightarrow p = p_0$$

$$\Rightarrow \text{вл. вода} = \text{нас. пар}$$



$$p_0 = p_{B1} + p_{H1} \Rightarrow p_{B1} = 0$$

$$h \cdot S \cdot p_0 = \frac{m_0}{M} R T_0$$



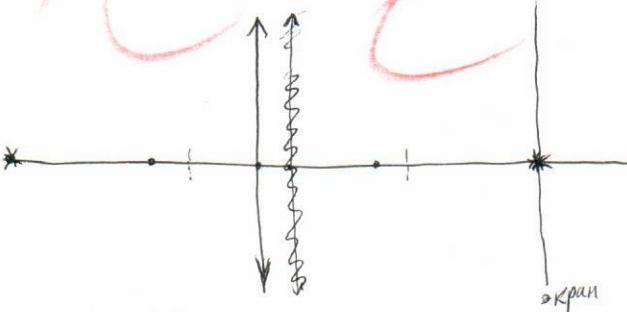
$$T = 280 \text{ K}$$

$$p = 10^3 \text{ Pa}$$



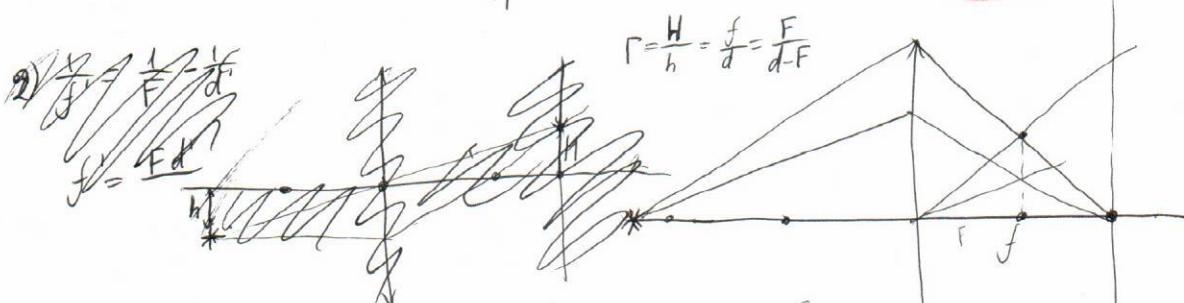
Черновик 2

n

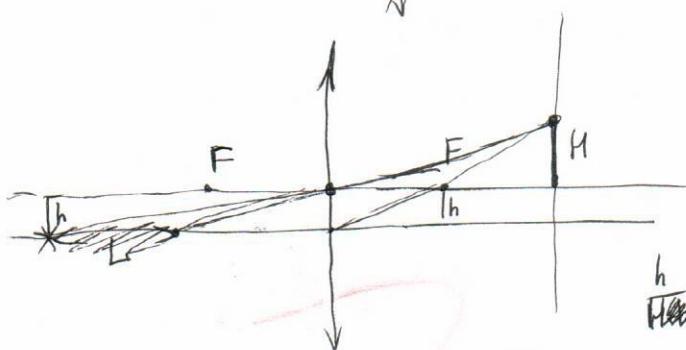
 \bar{B} 

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

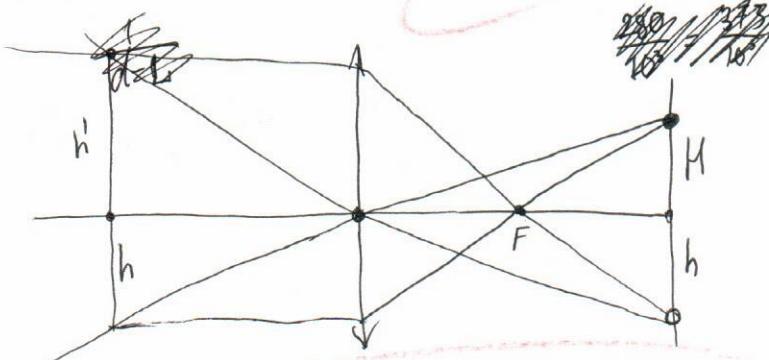
$$f = \frac{Fd}{d-F} \sim 16\frac{2}{3} \text{ cm}$$



$$r = \frac{H}{h} = \frac{f}{d} = \frac{F}{d-F}$$



$$\frac{h}{H} = \frac{d}{f} \Rightarrow H = h \cdot \frac{F}{d-F}$$



$$\frac{h'}{h} = \frac{f}{d}$$

$$L = h + h' = h \left(1 + \frac{f}{d}\right) = h \left(1 + \frac{F}{d-F}\right)$$

Числовик 1

1.1.1

Вопрос: 1. Импульс мат. точки - векторная физ. величина, равная $\bar{p} = m \cdot \bar{v}$, где \bar{v} - скорость м.т., m - её масса.

2

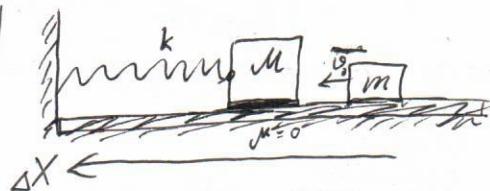
Импульс системы мат. точек - векторная физ. величина, равная $\bar{p} = \sum_i \bar{p}_i = \sum_i m_i \cdot \bar{v}_i$, где \bar{p}_i - импульс i -точк. м.т. в данной системе, \bar{v}_i - её скорость, m_i - масса.

2. В замкнутой системе мат. точек, на которую не действуют внешние силы, импульс системы $\bar{p} = \sum_i \bar{p}_i$ не изменяется.

Задача:

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

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



встречается, A , T , ω - амплитуда, перио^д и частота. совершать груз массой M . Заметим, что колебания груза массой M - это колебания груза на пружине без трения и иных гор. сил с частотой колебания, кот. будет

$$\begin{cases} m \cdot \omega_0 = M \cdot \omega_2 - m \cdot \omega, & -3 \text{ СИ} \\ \frac{m \cdot \omega_0^2}{2} = \frac{M \cdot \omega_2^2}{2} + \frac{m \cdot \omega^2}{2} & -3 \text{ СЭ} \\ X = A \cdot \sin(\omega t) & \\ \cancel{\frac{M \cdot \omega_2^2}{2}} = k \frac{A^2}{2} & -3 \text{ СЭ} \\ X = \omega_1 \cdot t & \\ t = \frac{\pi}{12} T & \end{cases}$$

$$n = 1 + 2 \cdot \frac{3}{7\pi} = 1 + \frac{6}{7\pi} \approx 1, (29)$$

$$\begin{cases} \omega_0 = n \omega_2 - \omega, \\ \omega_0^2 = n^2 \omega_2^2 - 2\omega_1 \omega_2 n + \omega_1^2 = n \omega_2^2 + \omega_1^2 \\ A = \omega_2 \sqrt{\frac{M}{k}}, \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}}, \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{M}} \\ -A \cdot \sin(\omega t) = \omega_1 \cdot t \\ t = \frac{\pi}{12} T \end{cases}$$

Пусть ω_2 - скорость бруска массой M после соударения, ω_1 - бруска массой m от точки ~~своего~~ ^{от точки} сближения расстояние, на котором оно

частота колебания, кот. будет

$$\begin{cases} \omega_1 = \frac{(n^2 - n)\omega_2}{2n\omega_2} = \frac{n-1}{2} \omega_2 \\ \omega_2 = \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{12} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{M}{k}} \cdot \sqrt{\frac{K}{m}}\right) = \omega_1 \cdot \frac{\pi}{12} \cdot 2\pi \sqrt{\frac{K}{m}} \\ \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n-1}{2} \\ \omega_1 : \omega_2 = \frac{-\sin \frac{\pi}{6}}{\frac{\pi}{12} \cdot 2\pi} = \frac{1}{2} = \frac{3}{7\pi} \end{cases}$$

Ответ: $n = 1 + \frac{6}{7\pi} = 1, (29)$

2.4.1 Вопрос: 1. Насыщенный пар - это пар, который находится в термодинамическом равновесии со своей жидкостью (Кол-во испар. из жидкости молекул за $t = \text{кон-тв. испарения}$ молекул из пара за t)

2. Давление и плотность нас.пара не зависят от объема ^{кол-ва пара} ~~направления~~ от температуры. При повышении температуры повышается давление и плотность ~~пара~~, при понижении - понижаются. $P_{н.п.} = 10^5 \text{ Па при } T = 373 \text{ К}$

~~Чистовик 2.~~~~Задача:~~

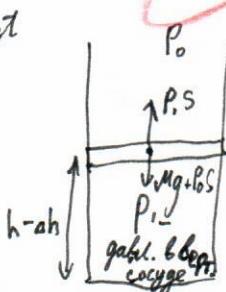
$$\begin{aligned} g &= 10 \text{ м/с}^2 \\ M &= 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \\ R &= 8,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \\ h &= 35 \cdot 10^2 \text{ м} \\ \Delta h &= 5 \cdot 10^2 \text{ м} \end{aligned}$$

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

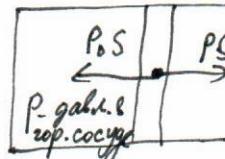
$$\begin{aligned} M &= 10 \text{ кг} \\ S &= 100 \cdot 10^4 \text{ м}^2 \\ P_0 &= 10^5 \text{ Па} \end{aligned}$$

$$\Delta m - ?$$

$$T = \text{const}$$

~~Граво:~~

$$\begin{aligned} \text{по II з. Мюлорана:} \\ P_i S = Mg + P_0 S \\ P_i = Mg/S + P_0 \end{aligned}$$

~~Было:~~

но II з. Мюлорана

$$P_0 S = P_0 S$$

$$\Rightarrow P = P_0$$

$$\text{Итогово: } P = P_0 = P_{\text{н.п.}} + P_{\text{c.b.}} \quad (\text{закон Дальтона})$$

$$P_0 \cdot h \cdot S = \frac{m}{M} RT$$

габ. нас.
пара

габ.
сущ.возд.

$10^5 \text{ Па} = P_{\text{н.п.}}$ при $T = 373\text{K}$;
 $P_{\text{н.п.}} = P_0 \Rightarrow P_{\text{c.b.}} = 0$

После переворота: часть воды сконденсируется, её объём $\ll S \Delta h$

$$\begin{cases} P_i = \frac{Mg}{S} + P_0 \\ P_0 \cdot h \cdot S = \frac{m}{M} \cdot RT \\ P_i \cdot (h - \Delta h) \cdot S = \frac{m - \Delta m}{M} \cdot R \cdot T \end{cases}$$

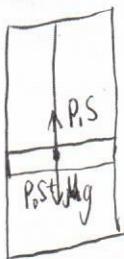
$$\begin{cases} P_i = \frac{Mg}{S} + P_0 \\ P_0 \cdot h \cdot S = \frac{m}{M} \cdot RT \\ \frac{m - \Delta m}{M} \cdot R \cdot T = \frac{m}{M} \cdot RT - P_i \cdot (h - \Delta h) \cdot S \end{cases}$$

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

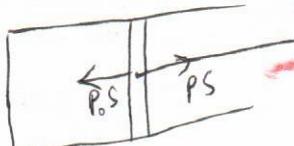
$$\Delta m = \frac{M}{RT} \cdot \left(P_0 \cdot S \cdot \Delta h - Mg(h - \Delta h) \right) = \frac{18 \cdot 10^{-3}}{8,3 \cdot 373} \cdot \left(10^5 \cdot 10^4 \cdot 10^{-2} - 10 \cdot 10^3 \cdot 30 \cdot 10^{-2} \right) =$$

$$= \frac{18 \cdot 10^{-3}}{3095,9} \cdot 20 = \frac{36 \cdot 10^{-2}}{3095,9} \approx \frac{36 \cdot 10^{-2}}{31} \approx 1,16 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$$

$$\text{Ответ: } \Delta m = \frac{\mu (P_0 S \Delta h - Mg(h - \Delta h))}{RT} \approx 1,16 \cdot 10^{-4} \text{ кг}$$

Чертёжник 3 $h - ah$

$$P_1 \cdot S(h - ah) = \frac{m - am}{M} RT_0$$



$$\Rightarrow P = P_0 \quad \text{and} \quad P_1 = P_0 + \frac{Mg}{S}$$

$$P_0 = P_{KPB} + P_{CB}$$

$$P_0 = P_{KPB} + P_{CB}, P_{CB} = 0 \Rightarrow \partial_{CB} = 0 \quad (T - \text{const})$$

$$P_1 = P_{KPB} + P_{CB2}$$

~~$P_1 = P_0 + \frac{Mg}{S}$~~

~~$P_1 = P_0 + \frac{Mg}{S}$~~

Z

Z

~~$(P_0 + Mg)(h - ah) / RT_1 = (P_0 + Mg)(h - ah) / RT$~~

~~$P_1 \cdot S(h - ah) = \frac{m - am}{M} RT$~~

~~$Mg = P_0 M S ah - am RT$~~

~~$Mg ah = \sigma(PW)$~~

Z

Z

~~$P_1 \cdot S(h - ah) = \frac{m - am}{M} RT$~~

~~$P_{CB1} \cdot S \cdot h = \frac{m - am}{M} RT$~~

~~$P_{CO2} \cdot S \cdot h - ah = \frac{m - am}{M} RT$~~

~~$Mgh + \frac{m - am}{M} RT = Mg(h - ah) + \frac{m - am}{M} RT$~~

~~$Mg(h - ah) = P_0 S(h - ah)$~~

~~$P_0 \cdot S \cdot h - P_1 \cdot S(h - ah)$~~

~~$\Delta_1 Mg = P_0 Sh - P_0 S(h - ah) + \frac{m - am}{M} S(h - ah)$~~

~~$Mg ah = P_0 S ah$~~

$$Mg(h - ah) = P_0 S(h - ah) - \left(\frac{m - am}{M} RT - \frac{m - am}{M} RT \right)$$

$$P_0 \cdot S \cdot h = \frac{m}{M} RT$$

~~$P_0 \cdot S \cdot h = \frac{10 \cdot 10^{-3} \cdot 10^5 \cdot 100 \cdot 10^{-6} \cdot 35 \cdot 10^3}{373 \cdot 8,31} Z$~~

~~$\begin{array}{r} 373 \\ \times 10^3 \\ \hline 373 \\ - 2984 \\ \hline 7459 \\ - 5095 \\ \hline 2364 \end{array}$~~

$$P_1 \cdot S \cdot (h - ah) = \frac{m - am}{M} RT$$

$$\pm \sqrt{\frac{35 \cdot 18}{30} \cdot 10^9} =$$

$$\frac{\Delta m}{M} RT = - P_1 S(h - ah) + \frac{m}{M} RT = - P_0 S(h - ah) + \frac{m}{M} RT - \frac{Mg}{8} S(h - ah) =$$

$$\begin{array}{r} + 373 \\ + 8,3 \\ \hline 1119 \\ - 2984 \\ \hline 3095,9 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} - 50 \\ - 31 \\ - 190 \\ - 186 \\ - 40 \\ - 310 \\ \hline \end{array}$$

~~$\frac{m}{M} RT$~~

Чистовик 3

4.10.1 Вопросы: 1. $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}$, d - расст. от линзы до предмета, f - от линзы до изображения
 F - фокусное расстояние линзы
+ - из-не действ.
- - из-не линзое



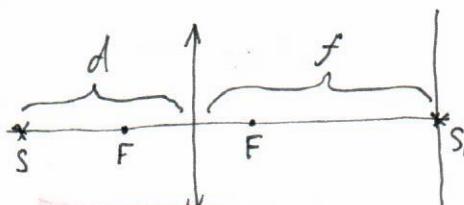
2. $\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{h'}{h}$, f, d - расст. от линзы до изображения и до предмета соотв., h и h' - высоты изображения и предмета соотв.

Задача:

Dано:
 $F = 10\text{ см}$
 $d = 25\text{ см}$
 $h = 3\text{ см}$

 $h' = ?$

1)



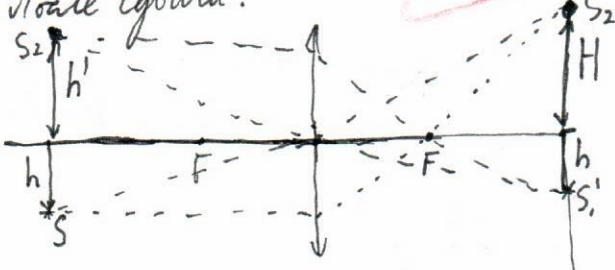
Изображение:

изображение чёткое \Rightarrow экран находится на расстоянии f от линзы, причём

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{F} - \frac{1}{d}; f = \frac{Fd}{d-F}$$

Увеличение линзы равно $\Gamma = \frac{f}{d} = \frac{F}{d-F}$

2) Правило сдвига:



изображение источника будет в точке S'_2 , на экране (расст. от линзы до изобр. и до предм. не изменилось), на высоте $H = \Gamma \cdot h = \frac{F}{d-F} \cdot h$ над ~~линией~~ опт. осью.

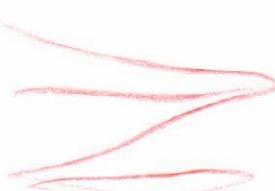
Чтобы изображение переместилось в точку S'_1 , надо, чтобы источник переместился в точку S_2 , т.е. расстояние от источника до линзы не изменилось (изображение должно быть чётким), а расстояние от источника до главной опт. оси $h' = \frac{h}{\Gamma}$, причём источник должен переместить получит-ть отм. гл. опт. оси (S'_2 и S'_1 - в разных полупл-тах)

$$\Rightarrow L = h + h' = h \left(1 + \frac{1}{\Gamma}\right) = \frac{h(d+F)}{d-F} = \frac{3 \cdot (10+25)}{25-10} = \frac{3 \cdot 35}{15} = 7 \text{ (см)}$$

Ответ: $L = h \frac{d+F}{d-F} = 7 \text{ см}$

3.7.1

Вопросы: 1. Магнитный поток Φ - это скалярная физ. величина, равная $\Phi = \bar{B} \cdot \bar{S}$, где \bar{B} - вектор магн. индукции, \bar{S} - вернор, нормальный к ~~поверхности~~ поверхни и по модулю равен её площади (если пов-ть не плоская она разбивается на маленькие участки и $\Phi = \sum \Phi_i$), характеризующая конфигур. пов-ти в магнитном поле.



2. Явление ЭМФ индукции состоит в том, что при изменении магнитного потока через некоторый контур на этом контуре возникает ЭДС индукции $\xi_i = \Phi'(t)$. Чистовик 4

Задача:

$$N=100$$

$$m=10^{-5} \text{ кг}$$

$$q=10^{-7} \text{ Кл}$$

$$B_0=100 \text{ Тл}$$

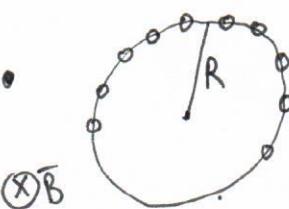
$$h=?$$

(88)

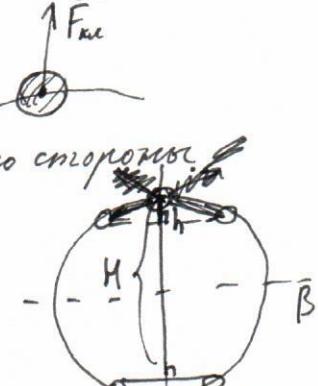
• Колесо в cadre неподвижно \Leftrightarrow кол-во оборотов в секунду: $N \Rightarrow$

$$\Rightarrow N_{\max} \text{ при кол-ве об. в секунду} = n,$$

$$\text{время оборота} = \frac{1}{n} \text{ с}$$



На бусину действует сила Кулона со стороны других бусин, причем ~~запомнишь~~, что в силу симметрии



колеса отк. оси A сила (сум.) от 2x бусин,

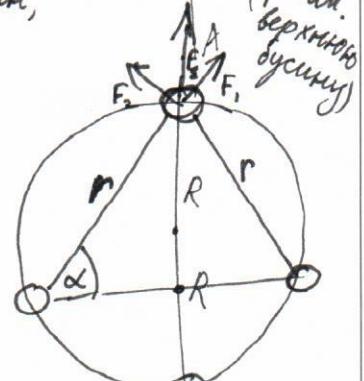
сил. друг другу, будет равна $F_i = 2 \cdot k \cdot \frac{q^2}{r} \cdot \sin \alpha$,

$$\text{а по 7. закону} \frac{r}{\sin \alpha} = 2R \Rightarrow F = \frac{q^2}{R}$$

$$\Rightarrow \text{зат. пар} F_{\Sigma} = \frac{(N-2)}{2} F = \frac{N-2}{2} \frac{q^2}{R},$$

зат. сил. бусинок отк. центра $F = \frac{q^2}{4R} \Rightarrow$

$$\Rightarrow F_{ku} = \frac{(2N-3) q^2}{4R}$$



• После вращения колеса возникнет

$$\xi_i = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{B_0 \cdot \pi \cdot R^2}{st} \quad (\text{ст-вращ. винч. колес})$$

Радиус, который она совершила над бусиной, ~~зат.~~ равна $r \xi_i = \frac{B_0 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot q}{st}$

$$\Rightarrow \frac{m \omega^2}{2} = \frac{B_0 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot q}{st} \quad - \text{З-и как Энерг?}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{2 B_0 \pi q}{st} \cdot R}$$

$$T = \frac{2 \pi R}{\omega} = \sqrt{\frac{2 \pi \cdot st}{B_0 \cdot q \cdot m}}$$

$$\Rightarrow N = \frac{1}{T} = \sqrt{\frac{B_0 \cdot q \cdot m}{2 \pi \cdot st}} =$$

$$N = \sqrt{\frac{100 \cdot 10^{-7} \cdot 10^{-5}}{2 \pi \cdot st}} = \frac{10^{-5}}{\sqrt{2 \pi \cdot st}}$$

~~Помимо вращения колеса
бусинка работает~~

Можно представить это как колесо (неподв.), но к которому идет ТОР $I = \frac{qN}{T}$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

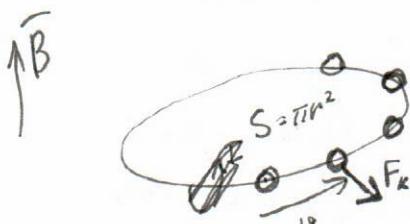
Черновик 4.

$$B \cdot g \cdot \varrho = F$$

$$\frac{T_n}{T_0} = \frac{H \cdot C}{m \cdot K_n} = \frac{H}{m \cdot A}$$

T.D.C. = H.C.
H.C. = H.H.

$$\frac{Bd}{c} = \frac{T_w \cdot M^2}{c} = \frac{\mu \cdot M}{\sin} = \text{常数}$$



$$\Sigma = \frac{\pi r^2}{\Delta t} \cdot B$$

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

$$I = \frac{qN}{\epsilon_0 T}$$

T = 20