

ФЭИ-7

Всероссийская олимпиада школьников по физике
Региональный этап
23 - 25 января 2020 г.

Фамилия Рилов

Имя Виталий

Отчество Игоревич

Класс 11

Территория Перть

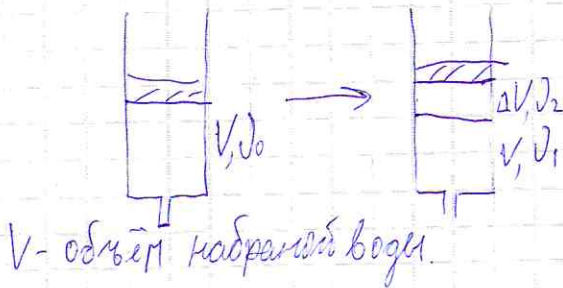
Образовательная организация МАОУ СОШ №146"

1 | 2 | Σ
7 | 6 | 13

Если закрыть отверстие в центре замкнутой и ^{от} потянуть его наружу назов, а потом отпустить, то он быстро возвращается назад, т.к. на него действует только сила трения и давление воздуха можно сказать что $F_{тр} \ll F_{г}$. А также тянуть закрывая ширину капюльа тем быстрее.

15 (п.1)

Начальная концентрация $\omega_0 = \lambda p_0$, p_0 - парц. дав. атмосферного газа.



Если в ширину набрать воду и начать выталкивать до тех пор пока поршень не перестанет отъезжать (давления не выравниваются) выйдут ~~моль газа~~
 λ_2 молей CO_2 , тогда $\lambda_0 = \lambda_1 + \lambda_2$.

$$\lambda_0 = \nu_0 V = \lambda p_0 V,$$

из учета $\lambda_2 = \frac{p_0 \Delta V}{RT}$, $\lambda_1 = p_0 \lambda V$ - растворенный в воде газ.

$$\lambda p_0 V = p_0 \lambda V + \frac{p_0 \Delta V}{RT}$$

$$p_0 = p_0 \left(1 + \frac{\Delta V}{V} + \frac{1}{\lambda RT} \right)$$

p_0 - атмосферное давление.

Если быстро вытравить этот газ, и снова набрать ширину выйдут объем ΔV_1 , который содержит $\lambda = \frac{p_0 V_1}{RT}$, если сделать так много раз, то можно найти начальное кол-во молей CO_2 , $\lambda_0 = \frac{p_0 (\lambda V + \Delta V_1 + \Delta V_2 + \dots)}{RT} = \lambda V p_0 \Rightarrow p_0 = \frac{p_0 \left(\sum_{i=1}^k \Delta V_i \right) V_0}{\lambda R T V}$

$$p_0 = p_0 \left(1 + \frac{\Delta V}{V} + \frac{1}{\lambda RT} \right) = p_0 \frac{V_0}{RT + \Delta V}$$

$$1 = \frac{V_0 - \Delta V}{\lambda R T V}$$

$$\lambda = \frac{V_0 - \Delta V}{R T V}$$

$V_{\text{мл}}$	$\Delta V_{\text{мл}}$	$\Delta V_{\text{мол}}$	$\mu, \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$
6	11	2	$1,32 \cdot 10^{-4}$
8	14	3	$1,42 \cdot 10^{-4}$
5	8	2	$1,21 \cdot 10^{-4}$
4	6	1	$1,36 \cdot 10^{-4}$
7	13	3	$1,39 \cdot 10^{-4}$

$$\varepsilon_{V_{cp}} = 0,071$$

$$T = 300 \pm 5^\circ \text{K}, \varepsilon_T = 0,01$$

$$\mu = \frac{\Delta V_i}{RTV_i}$$

$$\mu_{cp} = 1,32 \cdot 10^{-4} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$$

$$\varepsilon_{\mu} = 2\varepsilon_{V_{cp}} + \varepsilon_T = 0,15$$

$$\Delta \mu = 0,25 \cdot 10^{-4} \frac{\text{моль}}{\text{м}^3 \cdot \text{Па}}$$

$$\mu = (1,32 \pm 0,25) \cdot 10^{-4}$$

$$p_0 \approx 10^5 \text{Па}$$

$$p_{\text{изм}} = \frac{N_0}{RT} \cdot p_0 = p_0 \left(1 + \frac{\Delta V_{cp}}{RT \mu_{cp}} \right) = 10^5 \left(1 + \frac{11}{6,3} \cdot \frac{10^{-4}}{8,31 \cdot 300 \cdot 1,33} \right) = 1,61 \cdot 10^5 \text{Па} = 1,61 \text{Атм}$$

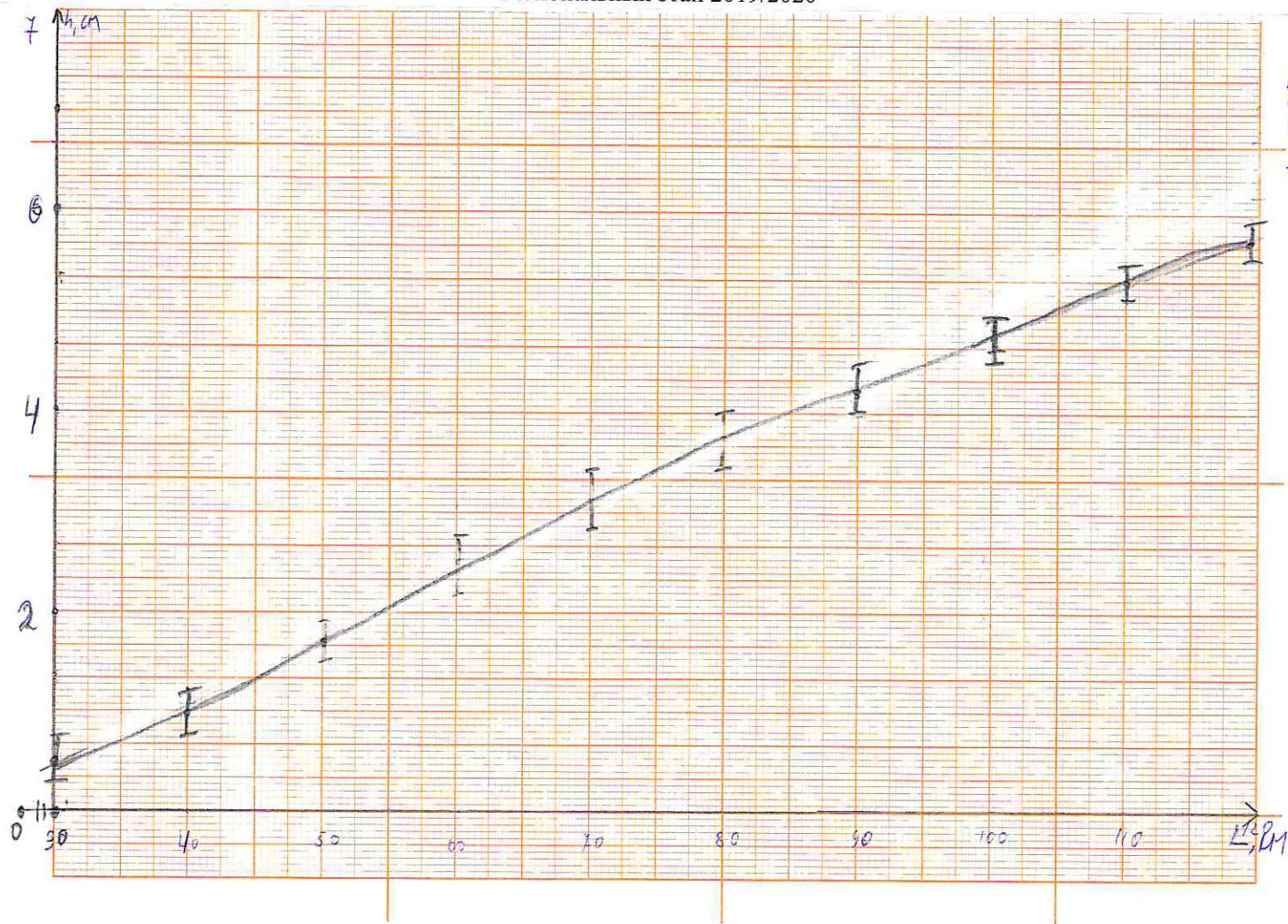
$$\varepsilon_{p_{\text{изм}}} = \varepsilon_{\mu} + \varepsilon_V = 0,15 + 0,7 = 0,22,$$

$$\Delta p_{\text{изм}} = 0,35 \cdot 10^5 \text{Па} = 0,35 \text{Атм}$$

$$p_{\text{изм}} = (1,61 \pm 0,35) \cdot 10^5 \text{Па}$$

- n.1. 15
- n.2. 15
- n.3. 25
- n.4. 25
- n.5. 25
- n.6. 25
- n.7. 35
- n.8. 25
- n.9. 25

75



David B.

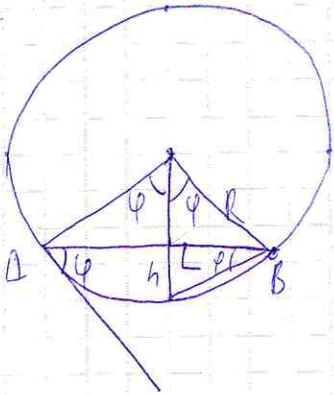
h, cm	L, cm
0,5	30
1	40
1,5	50
1,6	50
1,7	60
3,1	70
3,5	80
4,1	90
4,8	100
6,1	120
6,5	120

$$\Delta h = 0,02 \text{ cm}$$

1. 40
2. 10
3. 00
4. 10
5. 00

60

В начале график почти линейный, а ближе к концу нам, заметнее видна $n < 1$, но ближе к ней.

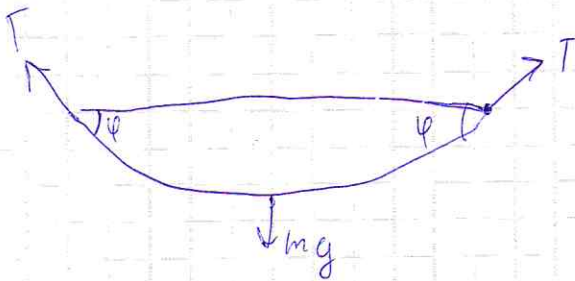


$$R = \frac{L}{2 \sin \varphi}$$

$$\overset{\curvearrowright}{AB} = \frac{L \cdot 2\varphi}{2 \sin \varphi} = \frac{L}{\sin \varphi}$$

$$\Delta L = \overset{\curvearrowright}{AB} - L = L \left(\frac{1}{\sin \varphi} - 1 \right)$$

$$T = ES \frac{\Delta L}{L} = ES \left(\frac{1}{\sin \varphi} - 1 \right)$$



$$mg = 2T \sin \varphi$$

$$m = L \cdot \rho$$

$$L \rho g = 2 \sin \varphi (ES) \left(\frac{1}{\sin \varphi} - 1 \right)$$

$$L \rho g = -2 \sin \varphi ES + 2E$$

$$\sin \varphi = \frac{-L \rho g + 2E}{2E} = \frac{-L \rho g + 2E}{2E}$$

$$h = \frac{L}{2} \cdot \tan \varphi = \frac{L}{2} \cdot \frac{-L \rho g + 2E}{\sqrt{4E^2 - (L \rho g)^2}}$$

~~$$h = \frac{L}{2} \cdot \frac{-L \rho g + 2E}{\sqrt{4E^2 - (L \rho g)^2}}$$~~

$$h = \frac{L}{2} \cdot \tan \varphi$$

Т11-9

Всероссийская олимпиада школьников по физике
Региональный этап
23 - 25 января 2020 г.

Фамилия Ромов

Имя Виктор

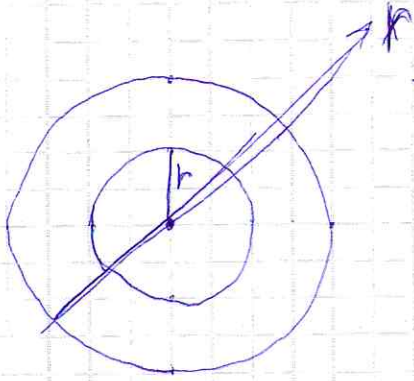
Отчество Игоревич

Класс 11

Территория Пермь

Образовательная организация МАОУ СОШ №146

1	2	3	4	5	Σ
7,5	7	7	2	10	33,5



Поле в любой точке направлено к центру на некотором расстоянии

r от центра шара.

$$E = \frac{\frac{4}{3} \pi r^3 \rho \cdot k}{r^2} = \frac{4}{3} \pi r \rho k$$

заряд шарика шара радиусом r

Запускаем шарик

3. Ньютон, q - заряд шарика

$E \cdot q = ma$, чтобы шарик начал вращаться $q < 0$.

$$E \frac{4}{3} \pi r \rho k = ma, \quad a = \ddot{r}$$

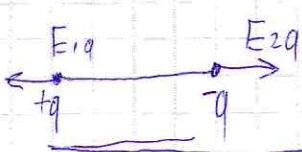
$$\frac{4}{3} \pi r \rho k q - m \ddot{r} = 0$$

$\ddot{r} - \frac{4}{3} \frac{\pi r \rho k q}{m} \cdot r = 0$, - это уравнение колебаний

их период равен $T = \frac{2\pi}{\omega} = \sqrt{\frac{-3m}{4\pi r \rho k q}} \cdot 2\pi = \sqrt{\frac{-3m \pi}{4\pi r \rho k q}} \cdot 2$

Тогда $t_{\omega} = \frac{T}{2} = \sqrt{\frac{-3m \pi}{4\pi r \rho k q}} = \frac{\pi}{\omega} \quad \text{---} \quad \oplus$

Запускаем пинцель



$$2ma = E_2 q - E_1 q = \frac{4}{3} \pi r \rho k q r - \frac{4}{3} \pi r^2 k q = \frac{4}{3} \pi r k q r$$



$$a = \frac{\frac{4}{3} \pi r k q r \cdot r}{2m} = \frac{l}{2}$$

ω^2 ?

= const.

$$d = \frac{a t_g^2}{2} \Rightarrow d = \frac{l \omega^2}{2} \cdot \frac{t_g^2}{2}$$

$$t_g = \frac{4d}{l} \cdot \frac{1}{\omega^2}$$

$$t_g = \frac{4d}{l} \cdot \frac{1}{\omega^2} \Rightarrow t_g = 2 \sqrt{\frac{d}{l}} \cdot \frac{1}{\omega}$$

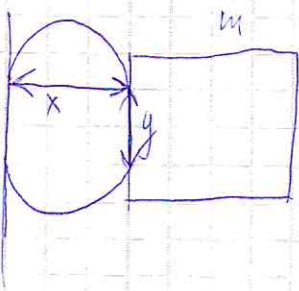
$$t_{\omega} = \frac{\pi}{\omega}$$

$$\frac{t_g}{t_{\omega}} = \frac{2}{\pi} \sqrt{\frac{d}{l}}$$

$$\left(\frac{\pi}{2} \frac{t_g}{t_{\omega}} \right)^2 = \frac{d}{l}$$

$$l = \frac{d}{\left(\frac{\pi}{2} \frac{t_g}{t_{\omega}} \right)^2}$$

11.2.



Поверхность провода состоит из двух прямых участков и двух полуокружностей. $L = \pi x + y$, $y = \frac{L - \pi x}{2}$

$F_1 = ma$, $F_1 = BI y = \frac{L - \pi x}{2}$, сформулировать когда провод примет форму окружности, $x = \frac{L}{\pi}$

$$m v dv = F_1 dx$$

$$\int_0^v m v dv = \int_{x_0}^{\frac{L}{\pi}} \frac{BI(L - \pi x)}{2} dx$$

$$\frac{m v^2}{2} = \frac{BI}{2} \left(L \left(\frac{L}{\pi} - x_0 \right) - \frac{\pi}{2} \left(\left(\frac{L}{\pi} \right)^2 - x_0^2 \right) \right) = BI \left(\left(\frac{L}{\pi} - x_0 \right) \left(L - \frac{\pi}{2} \left(\frac{L}{\pi} + x_0 \right) \right) \right)$$

$$v^2 = BI \left(\frac{L}{\pi} - x_0 \right) \left(\frac{L}{2} - \frac{x_0 \pi}{2} \right) = \frac{BI \pi}{2} \left(\frac{L}{\pi} - x_0 \right)^2$$

$$v = \sqrt{\frac{BI \pi}{m}} \left(\frac{L}{\pi} - x_0 \right) \ominus$$

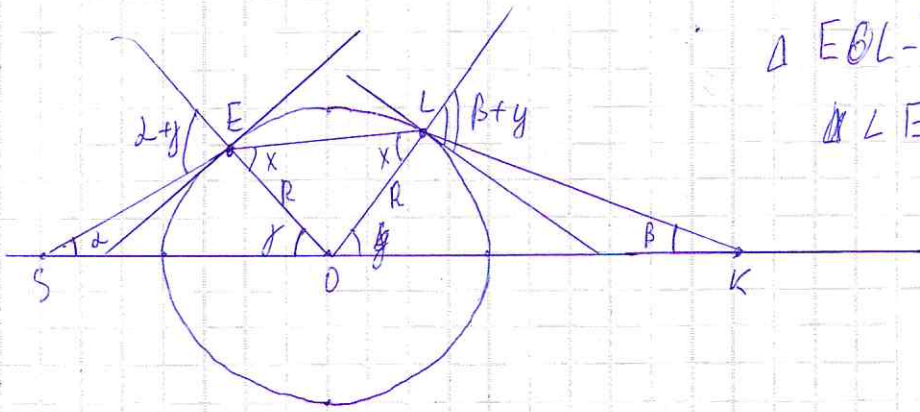


Похоже забывая что когда $x \in (x_0, \frac{L}{\pi})$ это ~~не~~ участок гармонических колебаний с периодом $T = 2\pi \sqrt{\frac{2m}{BI \pi}}$

Время разгона до Макс. скорости $\frac{T}{4} = \frac{2\pi}{4} \sqrt{\frac{2m}{BI \pi}} =$

$$\sqrt{\frac{m \pi}{BI 2}}$$

$$t = \sqrt{\frac{m \pi}{2BI}}$$



$\Delta EOL - p/\delta \Rightarrow \angle OEL = \angle OLE = x.$
 $\angle EOL = 180 - 2x = 180 - (\gamma + \gamma) \Rightarrow$
 $\gamma + \gamma = 2x$

Закон преломления:

$\sin(\alpha + \gamma) = n \sin x$
 $\sin(\beta + \gamma) = n \sin x \Rightarrow \alpha + \gamma = \beta + \gamma \quad x = \gamma + \frac{\alpha - \beta}{2}$
 $\gamma + \gamma = 2x$

по Т. синусов

$\frac{OS}{\sin(\alpha + \gamma)} = \frac{R}{\sin \alpha}$

$\frac{OK}{\sin(\beta + \gamma)} = \frac{R}{\sin \beta}$

$OS + OK = l$

$l = R \frac{\sin(\alpha + \gamma)}{\sin \alpha} + \frac{R \sin(\beta + \gamma)}{\sin \beta} \stackrel{TK \alpha + \gamma = \beta + \gamma}{=} R \sin(\alpha + \gamma) \left(\frac{1}{\sin \alpha} + \frac{1}{\sin \beta} \right)$

$R = \frac{l \cdot \sin \alpha \cdot \sin \beta}{\sin(\alpha + \gamma) (\sin \alpha + \sin \beta)}$

$OS = \frac{R \cdot \sin(\alpha + \gamma)}{\sin \alpha} = \frac{l \sin(\alpha + \gamma)}{\sin(\alpha + \gamma)} \cdot \frac{\sin \alpha \sin \beta}{\sin \alpha + \sin \beta} \cdot \frac{1}{\sin \alpha}$

$OS = l \cdot \frac{\sin \beta}{\sin \alpha + \sin \beta}$

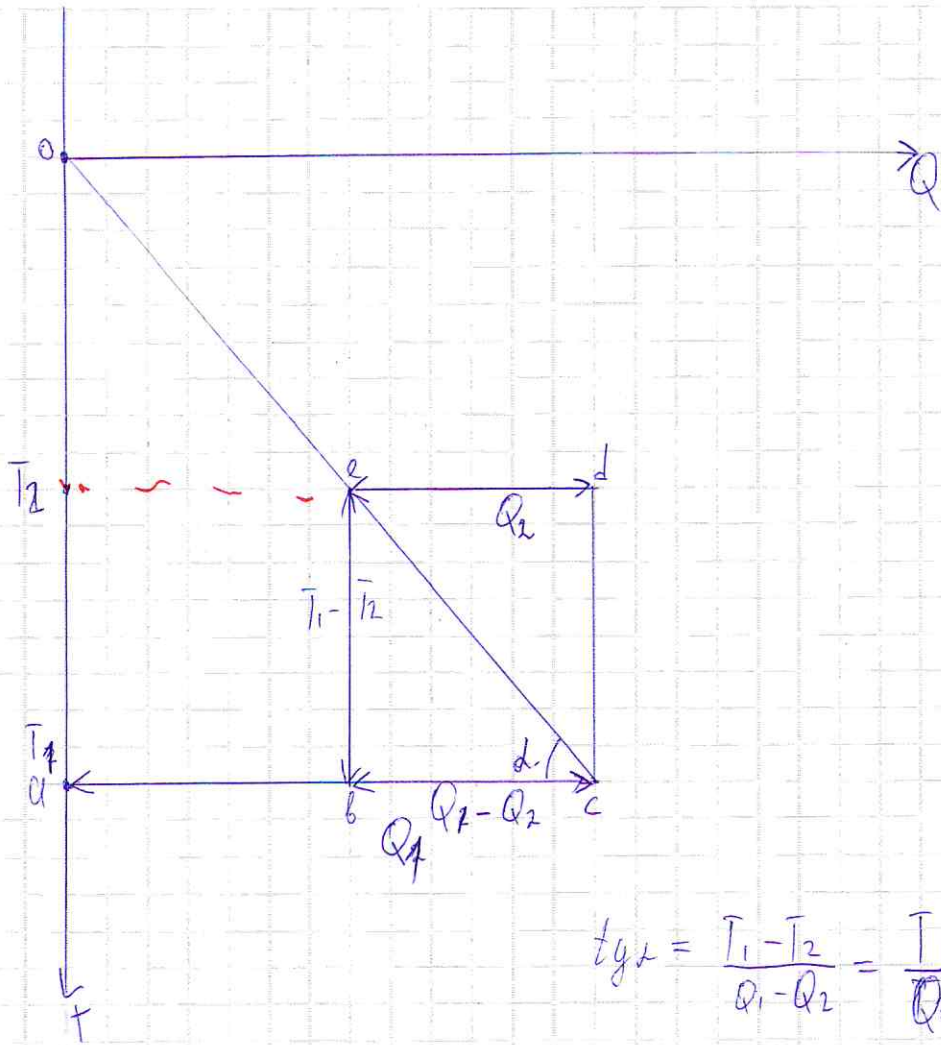
$\sin(\alpha + \gamma) = n \cdot \sin\left(\gamma + \frac{\alpha - \beta}{2}\right)$

$\sin \alpha \cos \gamma + \cos \alpha \sin \gamma = n \left(\sin \gamma \cos\left(\frac{\alpha - \beta}{2}\right) + \sin\left(\frac{\alpha - \beta}{2}\right) \cos \gamma \right)$

$\sin \gamma \left(\cos \alpha - n \cos\left(\frac{\alpha - \beta}{2}\right) \right) = \cos \gamma \left(n \sin\left(\frac{\alpha - \beta}{2}\right) - \sin \alpha \right)$

$\gamma = \arctan\left(\frac{n \sin\left(\frac{\alpha - \beta}{2}\right) - \sin \alpha}{\cos \alpha - n \cos\left(\frac{\alpha - \beta}{2}\right)} \right)$

$R = \frac{l}{\sin(\alpha + \gamma)} \cdot \frac{\sin \alpha \sin \beta}{\sin \alpha + \sin \beta}$ *уже*



$$\text{tg } \alpha = \frac{T_1 - T_2}{Q_1 - Q_2} = \frac{T_1}{Q_1}$$

$$\frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

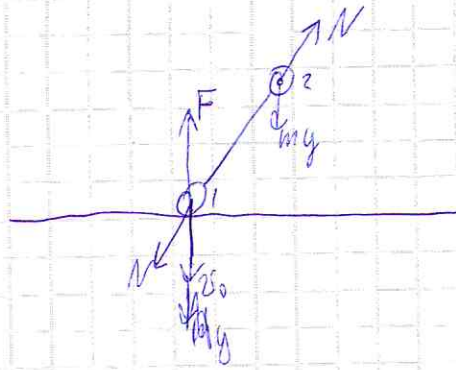
$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{Q_2}{Q_1}$$

11.4.

ЗСД:

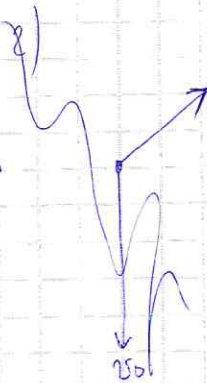
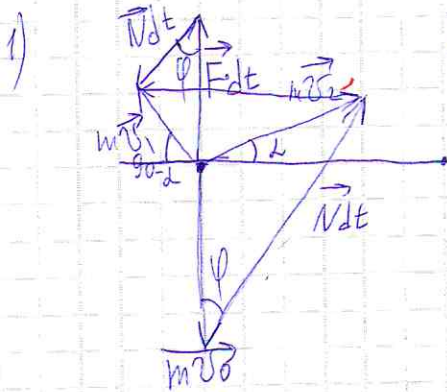
$$2 \frac{m}{2} v_0^2 = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2}$$

$$2 v_0^2 = v_1^2 + v_2^2$$



На поперечальную ось никакие силы не действуют, значит $v_{1x} = v_{2x}$.

F - сила р. скорости в момент времени



$$\vec{v}_1 = \vec{v}_0 + \vec{F}dt - \vec{N}dt$$

$$\vec{v}_2 = \vec{v}_0 + \vec{N}dt$$

$$\vec{v}_1 + \vec{v}_2 = 2\vec{v}_0 + \vec{F}$$

$$v_1^2 + v_2^2 = 4v_0^2 + Fdt^2 - 2Fdt v_0 \cos \alpha$$

$$2v_0^2 + Fdt^2 - 2Fdt v_0 = 0$$

$$v_{1x} = v_{2x} \Rightarrow v_1 \sin \alpha = v_2 \cos \alpha$$

$$v_2 = v_1 \tan \alpha$$

$v_c = \frac{v_{1y} + v_{2y}}{2}$, т.к. центр не имел начальной скорости по оси X.

$$v_c = \frac{v_2 \sin \alpha + v_1 \cos \alpha}{2} = \frac{v_1 (\tan \alpha \sin \alpha + \cos \alpha)}{2}$$

