



Вариант задания 1

Лист работы 1 из 3

№1.

Эффект Доплера:

$$\begin{cases} (V_z - \Delta V) \cdot t = x \\ (V_z + \Delta V) / t = 2x \end{cases}$$

$$\frac{V_z + \Delta V}{V_z - \Delta V} = 2;$$

$$V_z + \Delta V = 2V_z - 2\Delta V;$$

$$\Delta V = \frac{V_z}{3}.$$

Ответ: $\Delta V = \frac{V_z}{3}$

где V_z - скорость звука в
данной среде, t - время
между испусканием сигнала
(чередными звуковой волны)
 ΔV - скорость источника

№2.

Согласно графику расширен процесс:

вода: $16Q = c_{\text{вм}} (t_1 - \theta)$

лед: $4Q = c_{\text{лм}} |t_2|$; $8Q = \lambda m$; $4Q = c_{\text{вм}} \theta$

Тогда: $Q = \frac{\lambda m}{8}$; $\theta = \frac{4Q}{c_{\text{вм}}} = \frac{4}{c_{\text{вм}}} \cdot \frac{\lambda m}{8} = \frac{\lambda}{2c_{\text{в}}} = \frac{0,32 \cdot 10^6}{2 \cdot 4200} \approx$

$$\approx \frac{800}{21} \approx 38,1^\circ \text{C}$$

$$|t_2| = \frac{4Q}{c_{\text{лм}}} = \frac{4}{c_{\text{лм}}} \cdot \frac{\lambda m}{8} = \frac{\lambda}{2c_{\text{л}}} = \frac{0,32 \cdot 10^6}{2 \cdot 2100} = \frac{1600}{21} \approx 76,2^\circ \text{C}$$

$$t_2 = -76,2^\circ \text{C}$$

$$t_1 = \frac{16Q}{c_{\text{вм}}} + \theta = \frac{16}{c_{\text{вм}}} \cdot \frac{\lambda m}{8} + \theta = \frac{2\lambda}{c_{\text{в}}} + \theta = \frac{2 \cdot 0,32 \cdot 10^6}{4200} + 38,1 \approx$$
$$\approx 190,5^\circ \text{C}$$

Результат эксперимента - вода полностью растопила лёд и нагрела его до $\approx 38,1^\circ\text{C}$.

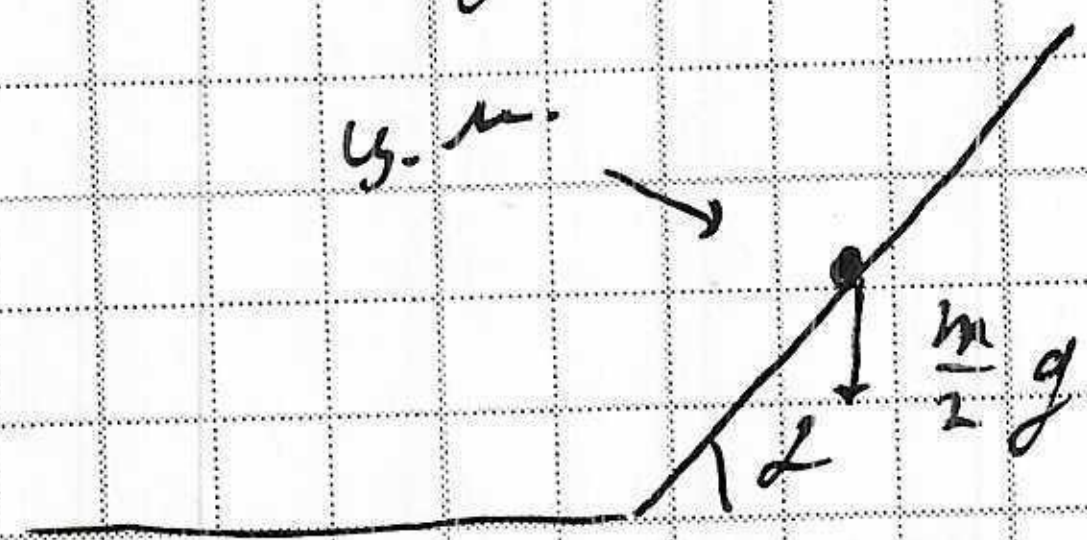


Считаю, что на графике не хватает более чёткого разделения процессов, происходящих с массой 1 и массой 2, но это некритично, т.к. сохраняется физ. смысл. Так же верность графика определяется пониманием задачи аспиранта: ~~како~~ если как-во переданной теплоты воспримит и как как-во переданной теплоты от тела, и как как-во теплоты, переданной и телу, то руководитель останется доволен.

№3. ($\sin \alpha = \frac{3}{5}$), ($\mu = 0,25$)

I) ЗСЭ для ледянки L: $E_k = E_k' + E_n + A_{\text{тр}}$;

E_n и $A_{\text{тр}}$ рассмотрим для ц.м. ледянки, что закреплена на горку (имеет ^{той части} длину S).



$$A_{\text{тр}} = \mu N \cdot \frac{S}{2}; \quad N = mg \cdot \cos \alpha;$$

$$A_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha \cdot \frac{S}{2} \cdot \frac{1}{2} =$$

$$= \frac{1}{4} \mu mg \cdot S \cdot \cos \alpha;$$

$$E_n = \frac{m}{2} g \cdot \frac{S}{2} \cdot \sin \alpha = \frac{1}{4} mg S \sin \alpha.$$

(Примечание: конечное положение ц.м. такое, чтобы край ледянки коснулся верхнего края горки). $E_k = \frac{m V_0^2}{2}$; $E_k' = \frac{m V_1^2}{2}$;

$$\frac{m V_0^2}{2} = \frac{m V_1^2}{2} + \frac{1}{4} mg S \sin \alpha + \frac{1}{4} \mu mg S \cdot \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \left(\frac{3}{5}\right)^2} = \frac{4}{5}$$



Вариант задания

1

Лист работы

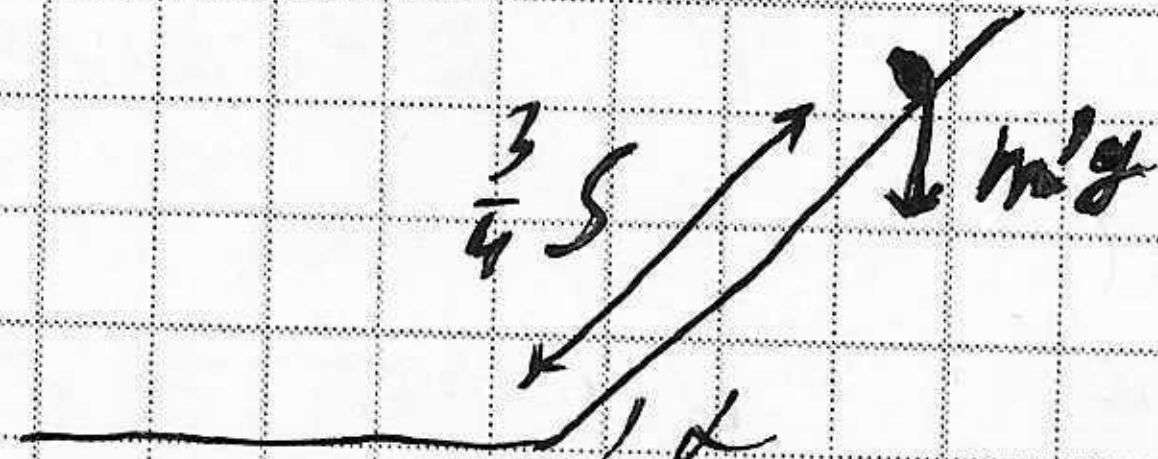
2

из

3

$$v_0^2 = v_1^2 + \frac{1}{2} g s \cdot \frac{3}{5} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{4} g s \cdot \frac{4}{5} = v_1^2 + 0,4 g s;$$

II) 3 с 7 для ледянки ℓ :



Ледянка проедет ℓ и ледянки в конце будет на $\frac{3}{4} s$ от края ворки ($s - \frac{1}{2} s \cdot \frac{1}{2}$)

$$F_n = m'g \cdot \frac{3}{4} s \cdot \sin \alpha = m'g \cdot \frac{3}{4} s \cdot \frac{3}{5} = \frac{9}{20} m'g s;$$

$$A_{\text{тр}} = \mu N' \cdot \frac{3}{4} s; \quad N' = m'g \cdot \cos \alpha;$$

$$A_{\text{тр}} = \mu m'g \cos \alpha \cdot \frac{3}{4} s = \mu m'g s \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{4}{5} = \frac{12}{20} \mu m'g s = \frac{12}{20} \cdot \frac{1}{4} m'g s = \frac{3}{20} m'g s;$$

$$\frac{m'v_0^2}{2} = \frac{m'v_2^2}{2} + \frac{3}{20} m'g s + \frac{9}{20} m'g s;$$

$$v_0^2 = v_2^2 + \frac{3}{10} g s + \frac{9}{10} g s = v_2^2 + 1,2 g s;$$

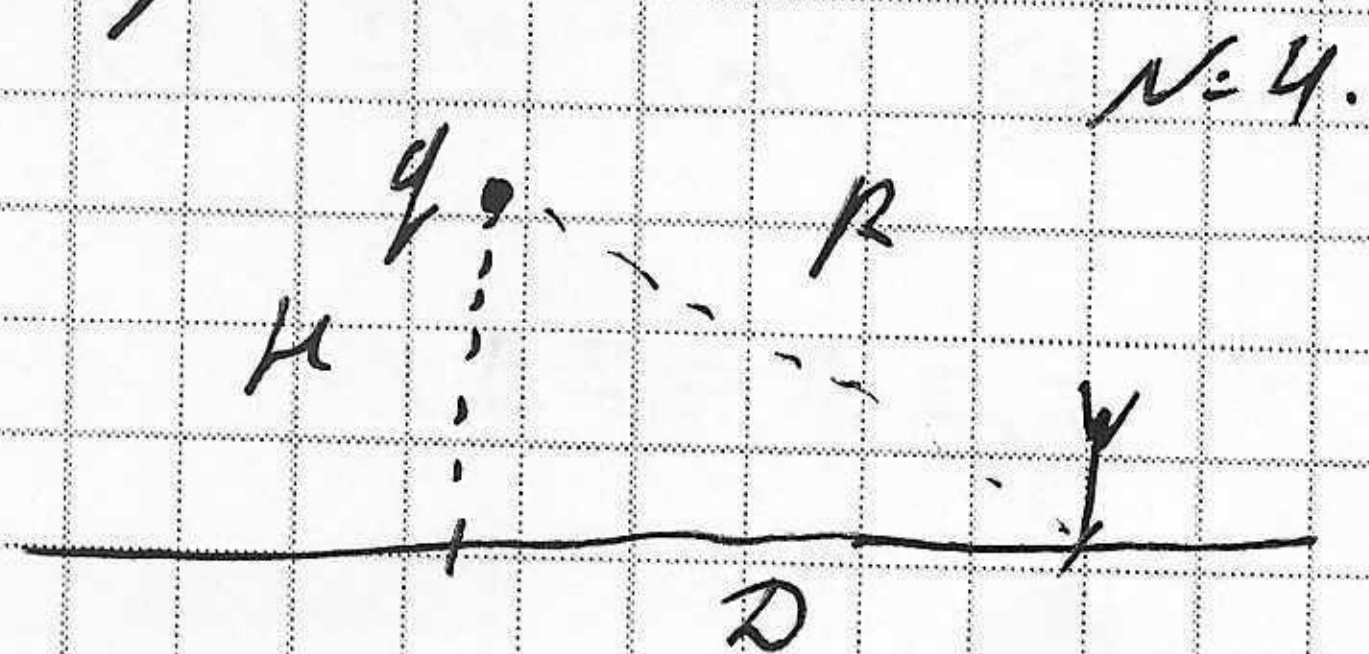
$$\text{III) } v_1 = \sqrt{v_0^2 - 0,4 g s}; \quad v_2 = \sqrt{v_0^2 - 1,2 g s}$$

$$\Delta v = v_1 - v_2 = \sqrt{v_0^2 - 0,4 g s} - \sqrt{v_0^2 - 1,2 g s}$$

т.к. $v_1 > v_2$, $v_{1i} > v_{2i}$ на протяжении всего

маршрута, то есть за одинак. промежутки

времени ледянка ℓ проходила большее расстояние. Значит она победила, физик выбрал её.



$$E = \frac{kq}{R^2} = \frac{kq}{\mu^2 + D^2}; \quad \mu = \sqrt{\frac{kq}{E} - D^2} = \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9 \cdot 30}{2000} - D^2} = \sqrt{135 \cdot 10^6 - D^2} \mu$$

Объем: $\sqrt{135 \cdot 10^6 - D^2}$ метров.
 № 5.



Дано: $V = 3 \cdot 8 \cdot 2,5 \text{ м};$
 $\varphi_0 = 0,5; t_1 = 20^\circ \text{C};$
 $N = 340 \text{ Вт}; t = 30 \text{ мин}$

$\varphi_0 p_{H0} V = V R T_1,$
 $\varphi p_H V = V R T_2;$
 $p_{H0} = 2,3388 \text{ кПа} = 2,3388 \cdot 10^3 \text{ Па};$
 $t = 30 \text{ мин} = 30 \cdot 60 \text{ с};$

$\varphi = ?$

$Nt = Q = \Delta U \quad (V = \text{const} \Rightarrow A = 0)$

$$VR = \frac{\varphi_0 p_{H0} V}{T_1} \Rightarrow \varphi = \frac{\varphi_0 p_{H0} V}{T_1} \cdot T_2 \cdot \frac{1}{p_H V};$$

① $\varphi = \varphi_0 \cdot \frac{p_{H0}}{p_H} \cdot \frac{T_2}{T_1};$ $\Delta U = \frac{i}{2} VR (T_2 - T_1);$

$$T_2 - T_1 = \frac{2 Nt}{i VR} = \frac{2 Nt}{i \varphi_0 p_{H0} V} \cdot T_1;$$

$$T_2 = T_1 \left(\frac{2 Nt}{i \varphi_0 p_{H0} V} + 1 \right);$$
 ~~φ воздуха $i = 6$~~

$$\varphi = \varphi_0 \cdot \frac{p_{H0}}{p_H} \cdot \frac{T_1}{T_1} \left(\frac{2 Nt}{i \varphi_0 p_{H0} V} + 1 \right) = \frac{\varphi_0 p_{H0}}{p_H} \cdot \frac{2 Nt}{i \varphi_0 p_{H0} V} + \frac{\varphi_0 p_{H0}}{p_H} =$$

$\Delta U = \frac{i}{2} V' R (T_2 - T_1);$ в начальной при н. у. $p = p_a = 10^5 \text{ Па},$ но если $p_a V = V' R T_1$ в нач. м. времени.

$$V' R = \frac{p_a V}{T_1};$$
 i для воздуха $= 6.$

$$Nt = \frac{i}{2} \cdot \frac{p_a V}{T_1} (T_2 - T_1); \quad T_2 - T_1 = \frac{2 Nt}{p_a V \cdot i} \cdot T_1;$$

$$T_2 = T_1 \left(\frac{2 Nt}{p_a V \cdot i} + 1 \right); \quad \varphi = \varphi_0 \cdot \frac{p_{H0}}{p_H} \cdot \frac{2 Nt}{p_a V \cdot i} + \varphi_0 \cdot \frac{p_{H0}}{p_H} =$$

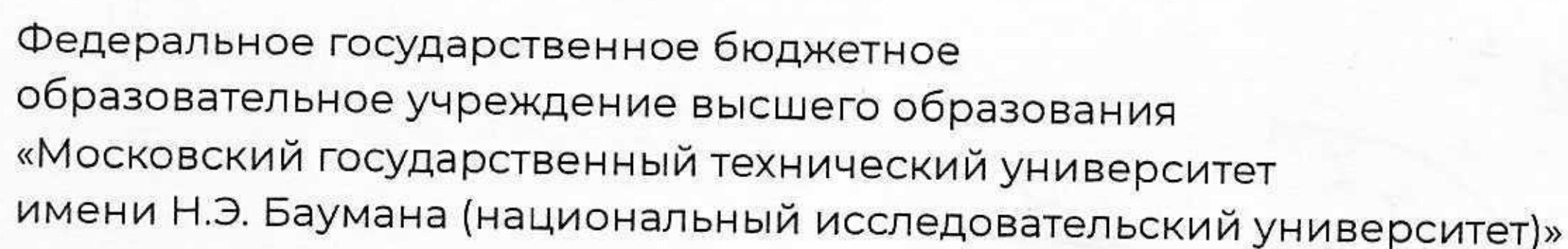
~~$$= \varphi_0 \cdot \frac{p_{H0}}{p_H} \left(\frac{2 Nt}{p_a V \cdot i} + 1 \right);$$~~

$$T_2 = (20 + 273) \cdot \left(\frac{2 \cdot 340 \cdot 30 \cdot 60}{10^5 \cdot 3 \cdot 8 \cdot 2,5 \cdot 6} + 1 \right) =$$

$$\approx 352,8 \text{ К} \approx 303 \text{ К} = 30^\circ \text{C} \Rightarrow p_H = 4,2455 \text{ кПа};$$

① $\varphi = 0,5 \cdot \frac{2,3388}{4,2455} \cdot \frac{30 + 273}{20 + 273} \approx 0,28 = 28\%.$

Ответ: $\approx 28\%.$



Вариант задания

Лист работы 3 из

Дано: $p_x = 25 \text{ kPa}$;
 $r = 20 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; $h = 15 \cdot 10^{-3} \text{ м}$;
 $\mu = 0,8$; $\alpha = 220^\circ$;
 $\nu_1 = 5340 \cdot \frac{\text{с}}{\text{мин}}$; $\eta = 0,6$.

а/р-7

$$1. F_{\text{rup}} = F \cdot \mu;$$
$$F = p_x \cdot S, \quad S = 2\pi r \cdot h;$$
$$F = p_x \cdot 2\pi r h \Rightarrow F_{\text{rup}} = \mu \cdot p_x \cdot 2\pi r h;$$
$$= \frac{p_n}{p}; \quad p = \frac{p_n}{\eta};$$

$$P_n = F_{\text{mp}} \cdot V; \quad V = 2\pi r h; \quad P = \frac{P_x \mu \cdot 2\pi r h \cdot 2\pi r V_1}{n} =$$

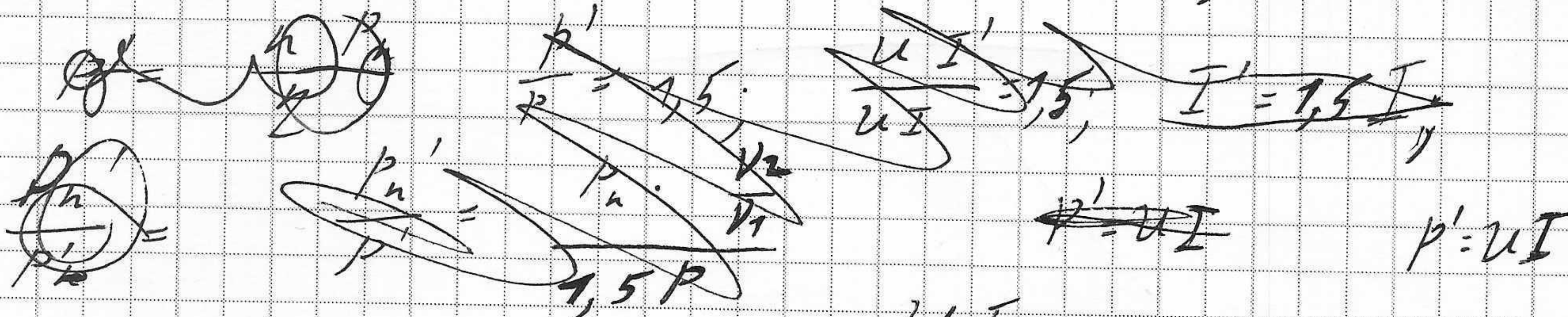
$$= \frac{4\pi^2 r^2 h \nu_1 \cdot P_x \cdot \mu}{h}$$

$25 \cdot 10^3 \cdot 0,8$

$$V_1 = 5340 \frac{\text{mm}^3}{\text{min}} = 89 \text{ l/min}$$

$$p = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot (20 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 15 \cdot 10^{-3} \cdot 89 \cdot 25 \cdot 10^3 \cdot 0,8}{0,6} \approx 702,7 \text{ Nm}$$

$$\delta / V_2 = 3240 \frac{\text{сд}}{\text{мм}} = 54 \text{ Тг}; \quad \cancel{P_M = n \cdot P_n};$$



виз сверху: $\vec{0}$ $\vec{1}$
 \vec{v}
 \vec{v}

$$x = R \cdot \cos(90^\circ - \angle) = R \sin \angle;$$

По м. Кос.: $4R^2 = 20Z^2 - 20Z^2 \cdot \cos 2\alpha$



$$OZ^2 \cdot 2(1 - \cos 2\alpha) = 4R^2;$$

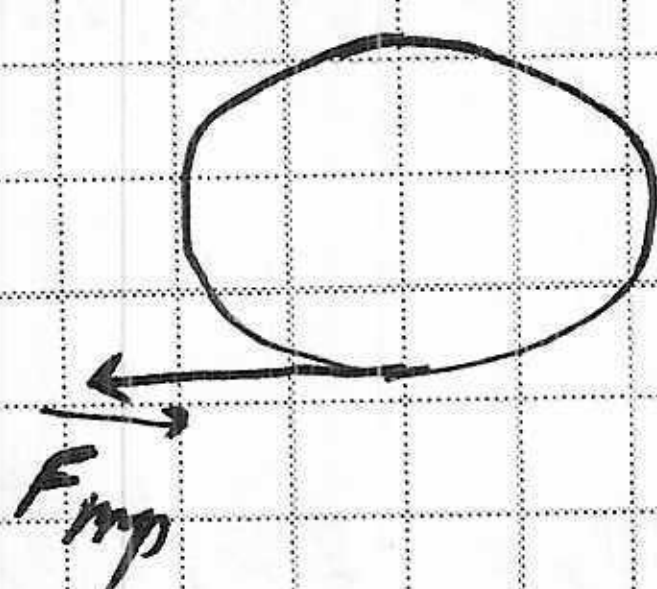
$$OZ = \sqrt{\frac{2R^2}{1 - \cos 2\alpha}} = \sqrt{\frac{R^2}{\sin^2 \alpha}} = \frac{R}{\sin \alpha}$$

~~$$\omega \cdot OZ = V;$$~~

$$\omega \cdot (OZ - x) = V; \quad \omega = \frac{V}{OZ - x} =$$

$$= \frac{\frac{R}{\sin \alpha}}{\frac{R}{\sin \alpha} - R \cdot \sin \alpha} = \frac{V \cdot \sin \alpha}{R(1 - \sin^2 \alpha)} = \frac{V \cdot \sin \alpha}{R \cdot \cos^2 \alpha}$$

$$\omega' = \frac{\sin \alpha}{R \cos^2 \alpha} \cdot V' = \frac{\sin \alpha}{R \cos^2 \alpha} \cdot a$$



$$\mu m g \frac{t}{\tau} = mV - 0; = mV;$$

$$\mu g = \frac{V}{\tau} = a;$$

$$\omega' = \frac{\sin \alpha}{R \cos^2 \alpha} \cdot \mu g.$$