

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
626		Червинская АС	ЖЧер

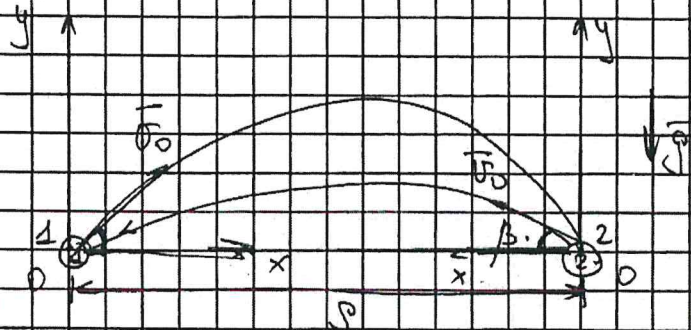
12.

Дано:

$$v_0 = v_0 = v_0$$

X - ?

Р



- 1) Пусть 1 снаряд выстрелит под углом α к горизонту, а 2 снаряд под углом β .

Минимальное расстояние между снарядом будет тогда, когда они будут находиться на одной вертикальной оси OY.

- 2) Для 1 снаряда

$$v_x = v_0 \cos \alpha$$

$$v_y = v_0 \sin \alpha - g t$$

$$x = v_0 \cos \alpha t$$

$$y = v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

выразим α

Найдем $t_{\text{пол}}$. При $y = h_{\text{max}}$, $t = \frac{1}{2} t_{\text{пол}}$

$$\frac{1}{2} t_{\text{пол}} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}; \quad t_{\text{пол}} = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$x = S \text{ при } t = t_{\text{пол}}; \quad S = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin(2\alpha)}{g}$$

$$\sin 2\alpha = \frac{g S}{v_0^2}$$

- 2) аналогично для 2 снаряда $\sin 2\beta = \frac{g S}{v_0^2}$

$$\Rightarrow \sin 2\alpha = \sin 2\beta. \Rightarrow \alpha \neq \beta, \text{ но } \alpha = \frac{\pi}{2} - \beta$$

- 3) Найдем min расстояния r в x .

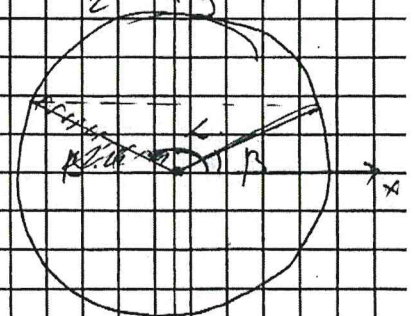
$$y_1 = y_2; \quad y_1 = v_0 \sin \alpha t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$y_2 = v_0 \sin \beta t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

$$v_0 \sin \alpha t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = v_0 \sin \beta t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

$$t_1 = t_2 = t \text{ т.к. они должны находиться}$$

на этом расстоянии одновременно.



$$U_0 \sin \alpha t - \frac{g}{2} t^2 = U_0 \sin \beta t - \frac{g}{2} t^2$$

$$U_0 t (\sin \alpha - \sin \beta) = 1 \quad t = \frac{1}{U_0 (\sin \alpha - \sin \beta)}$$

3) Найдём x .

$$y_1 = U_0 \sin \alpha t - \frac{g}{2} t^2, \quad y_2 = U_0 \sin \beta t - \frac{g}{2} t^2$$

$t_1 = t_2 = t$ Встреча (или расстояние) и разность, когда мячики сойдутся на 4 координате по x

$$x_1 = U_0 \cos \alpha t, \quad x_2 = -U_0 \cos \beta t$$

$$x_1 = x_2, \quad U_0 \cos \alpha t = -U_0 \cos \beta t, \quad \pm U_0 (\cos \alpha + \cos \beta) = 1$$

$$\pm U_0 (\cos (\frac{\pi}{2} - \beta) + \cos \beta) = 1, \quad t = \frac{1}{U_0 (\sin \beta + \cos \beta)}$$

4) $x = y_1 - y_2, \quad x = U_0 \sin \alpha t - \frac{g}{2} t^2 - U_0 \sin \beta t + \frac{g}{2} t^2$

$$x = U_0 t (\sin \alpha - \sin \beta), \quad x = U_0 t (\sin (\frac{\pi}{2} - \beta) - \sin \beta) =$$

$$= U_0 t (\cos \beta - \sin \beta) \quad \text{подставим } t \quad x = U_0 \cdot \frac{(\cos \beta - \sin \beta)}{(\sin \beta + \cos \beta)}, \quad x = \frac{\cos \beta - \sin \beta}{\sin \beta + \cos \beta}$$

5) $S = U_0^2 \sin 2\beta, \quad \sin(\frac{1}{2}) = \frac{S}{U_0^2}$

$$\cos 2\beta = \sqrt{1 - \frac{S^2}{U_0^4}}, \quad \cos 2\beta = 2\cos^2 \beta - 1$$

$$\cos \beta = \sqrt{\frac{\cos 2\beta + 1}{2}} = \sqrt{\frac{1 - \frac{S^2}{U_0^4} + 1}{2}}$$

$$\sin \beta = \frac{1 - 2\cos^2 \beta}{2}, \quad \sin \beta = \frac{1 - \cos 2\beta}{2}$$

$$\sin \beta = \frac{1 - \sqrt{1 - \frac{S^2}{U_0^4}}}{2}$$

$$\cos \beta = \frac{\sqrt{1 - \frac{S^2}{U_0^4}} + 1}{2}$$

$$x = \frac{1 - \sqrt{1 - \frac{S^2}{U_0^4}}}{2} + \frac{\sqrt{1 - \frac{S^2}{U_0^4}} + 1}{2}$$

13.

1) Перенесем график в координаты

Пусть начальной давлением газа p_0 2) Из графика $\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$

из уравнения идеального газа

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}, \quad \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2 \cdot p_1}{p_2 T_1}$$

$$V_1 = V_2$$

3) Процесс 2-3.

из уравнения идеального газа

$$\frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_3 V_3}{T_3}, \quad \frac{V_2}{V_3} = \frac{p_3 T_2}{p_2 T_3} = \frac{p_0 \cdot 6 T_0}{3 p_0 \cdot 3 T_0} = \frac{1}{3}$$

$$V_3 = 3 V_2$$

$6 T_0$ - начальная температура

4) Процесс 3-4.

из уравнения идеального газа

$$\frac{p_3 V_3}{T_3} = \frac{p_4 V_4}{T_4}, \quad \frac{p_3 V_3}{6 T_0} = \frac{p_0 V_4}{2 T_0}, \quad \frac{V_3}{V_4} = \frac{p_0 \cdot 3}{p_3 \cdot 2} = \frac{1}{2}$$

$$V_3 = V_4$$

5) процесс 4-1.

из ОИЗ.

$$\frac{p_4 V_4}{T_4} = \frac{p_1 V_1}{T_1}, \quad V_1 = V_0$$

$$\eta = \frac{Q_{\text{из}} - |Q_{\text{х}}|}{Q_{\text{из}}}$$

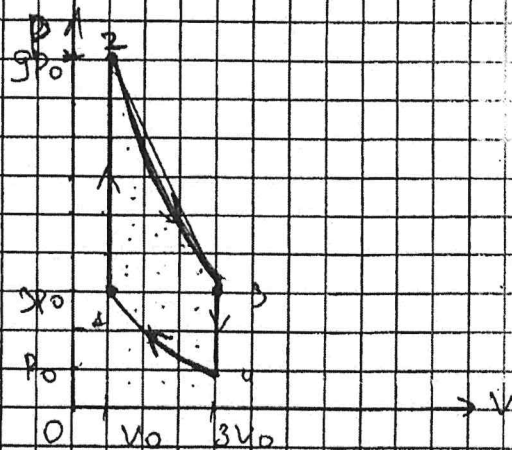
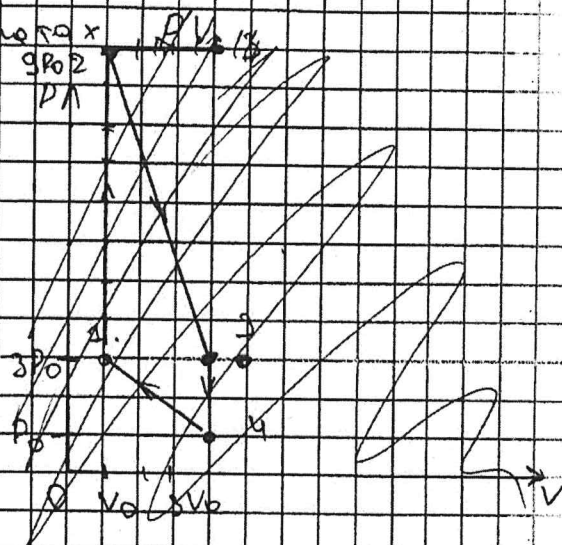
$$Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} V_0 (p_2 - p_1)$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} V_0 (3 p_0 - p_0) = \frac{3}{2} V_0 \cdot 2 p_0 = 3 V_0 p_0$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23}, \quad \Delta U_{23} = 0, \quad \text{т.к. } O T_{23} = 0$$

$$\Delta U_{23} = \frac{1}{2} + \frac{3}{2} = 2 p_0 V_0$$

$$Q_{34} = \Delta U_{34} = \frac{3}{2} V_0 (p_0 - 3 p_0) = \frac{3}{2} V_0 \cdot -2 p_0 = -3 p_0 V_0$$



$$Q_{U1} = A_{U1}, \text{ т.к. } \Delta U_{U1} = 0, \Delta T_{U1} = 0$$

$$Q_{U1} = -U + \frac{3}{2} = -5,5 P_0 V_0$$

$$Q_M = Q_{12} + Q_{23} = 9 P_0 V_0 + 17 P_0 V_0 = 26 P_0 V_0$$

$$Q_X = -9 P_0 V_0 - 5,5 P_0 V_0 = -14,5 P_0 V_0$$

$$\eta = \frac{26 P_0 V_0 - |-14,5 P_0 V_0|}{26 P_0 V_0} \cdot 100\% = 44\%$$

Отв: 44%

к ч.

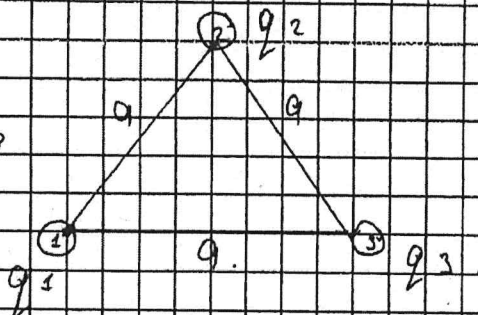
Замеч:

ψ_1 1) Пусть сторона Δ -кф

$\psi_2 = a$

ψ_3 сторона.

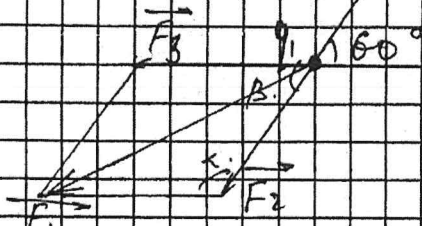
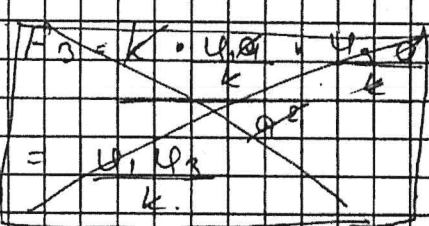
$$F_1 = ? \quad U_1 = \frac{k q_1}{a}, \quad q_1 = \frac{4}{k}$$



$$U_2 = \frac{k q_2}{a}; \quad q_2 = \frac{U_2 a}{k}; \quad U_3 = \frac{k q_3}{a}; \quad q_3 = \frac{U_3 a}{k}$$

2) По закону Кулона:

$$F_3 = \frac{k |q_1| \cdot |q_3|}{a^2} = \frac{k q_1 q_3}{a^2}$$



3) По закону Кулона:

$$F_2 = \frac{k |q_1| \cdot |q_2|}{a^2} = \frac{k q_1 q_2}{a^2}$$

4) $\angle \beta = 60^\circ$, т.к. Δ - равносторонний по условию
 $\angle \alpha = \frac{360 - 2\beta}{2} = 120^\circ$

5) По теореме косинусов

$$F_1^2 = F_2^2 + F_3^2 - 2 F_2 F_3 \cos \alpha$$

$$F_1^2 = \frac{k^2 q_1^2 q_2^2}{a^4} + \frac{k^2 q_1^2 q_3^2}{a^4} - 2 \frac{k q_1 q_2}{a^2} \cdot \frac{k q_1 q_3}{a^2} \cdot -\frac{1}{2}$$

$$F_1^2 = \frac{k^2 q_1^2 q_2^2}{a^4} + \frac{k^2 q_1^2 q_3^2}{a^4} + \frac{k^2 q_1^2 q_2 q_3}{a^4}$$

$$F_1^2 = \frac{k^2 q_1^2}{q_1^2 + q_2^2 + q_2 q_3}$$

$$F_1^2 = \frac{k^2}{q_1^2} \cdot \frac{q_1^2}{k^2} \left(\frac{q_2^2 q^2}{k^2} + \frac{q_3^2 q^2}{k^2} + \frac{q_2 q}{k} \cdot \frac{q_3 q}{k} \right) = \frac{q_1^2}{q^2} \left(\frac{q^2}{k^2} (q_2^2 + q_3^2 + q_2 q_3) \right) = \frac{q_1^2}{k^2} (q_2^2 + q_3^2 + q_2 q_3)$$

$$F_1 = \frac{q_1}{k} \sqrt{(q_2^2 + q_3^2 + q_2 q_3)}$$

Отв: $F_1 = \frac{q_1}{k} \sqrt{(q_2^2 + q_3^2 + q_2 q_3)} = ?$ ч

15

Дано:

$$V = 5000 \text{ м}^3$$

$$P = 1,1 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$t = 430^\circ \text{C} = 316 \text{ К}$$

$$\varphi_1 = 10\% (0,1)$$

$$\varphi_2 = 20\% (0,2)$$

$$P_{\text{НП}} = 8000 \text{ Па}$$

$$\Delta m = ?$$

$$\rho = 10 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho = 8 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$1) V = \frac{4}{3} \pi R^3; R = \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}}$$

$$R = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 5000 \text{ м}^3}{4 \cdot 3,14}} = 10,6 \text{ м}$$

$$S_{\text{ш}} = 4\pi R^2 = (10,6 \text{ м})^2 \cdot 4 \cdot 3,14 = 1413,8 \text{ м}^2$$

$$2) \varphi = \frac{P_{\text{НП}}}{P_{\text{НП}}}$$

$$P_{\text{НП}} = P_{\text{НП}} \varphi$$

$$P_{\text{НП}} = P_{\text{НП}} \cdot \varphi_1 = 8000 \text{ Па} \cdot 0,1 = 800 \text{ Па}$$

3) По 2 закону Ньютона: $a=0$

$$\text{Ду: } F_{\text{Арх}} + P_S = P_{\text{Арм}} S + P_{\text{НП}} S + m g$$

$$m g = F_{\text{Арх}} + P_S - P_{\text{Арм}} S - P_{\text{НП}} S$$

$$m g = F_{\text{Арх}} + S (P - P_{\text{Арм}} - P_{\text{НП}})$$

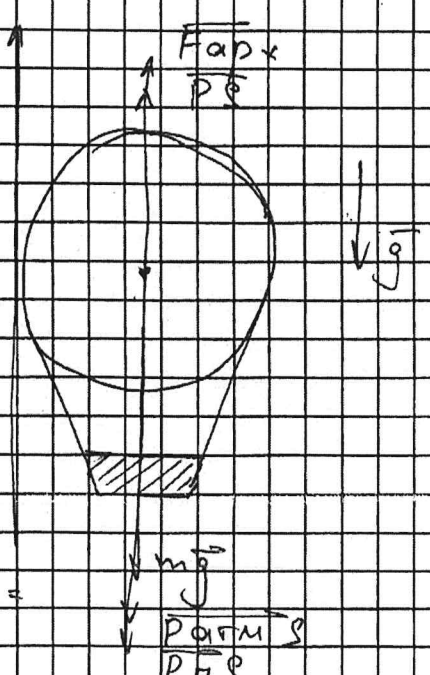
$$m g = \rho V + S (P - P_{\text{Арм}} - P_{\text{НП}})$$

$$m g = 10 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 5000 \text{ м}^3 + 1413,8 \frac{\text{м}^2}{1,1 \cdot 10^5 \text{ Па} - 1 \cdot 10^5 \text{ Па} - 800 \text{ Па}}$$

$$= 12808300 \text{ Н}$$

$$m = 1280830 \text{ кг}$$

$$3) \varphi_2 = \frac{P_{\text{НП}}}{P_{\text{НП}}}; P_{\text{НП}} = P_{\text{НП}} \varphi_2 = 8000 \text{ Па} \cdot 0,2 = 1600 \text{ Па}$$



5) По 2 закону Момента

$$F_{арх} + P_S = P_{агм} S + P_{пг} S + m_2 g$$

$$m_2 g = F_{арх} + S(P - P_{агм} - P_{пг})$$

$$m_2 g = 0.01 + 3(P - P_{агм} - P_{пг})$$

$$m_2 g = \frac{1 \cdot 10^{-4} \cdot 5000 \text{ Н} \cdot \text{с} / 1.1 \cdot 10^5 \text{ Па} - 1 \cdot 10^5 \text{ Па} - 8 \cdot 10^5 \text{ Па}}{c^2} \cdot 1 \text{ м} \cdot 3 \cdot \text{Па}$$

$$m_2 g = 273.6220 \text{ Н.}$$

$$m_2 = 273.622 \text{ кг}$$

$$6) \Delta m = m_1 - m_2 = 1290830 \text{ кг} - 273.622 \text{ кг} = 1290556.378 \text{ кг}$$

< 1.

S.

Андрей

Борис

$$v=0 \rightarrow a_1, \quad 0, \quad -a_1, \quad v=0$$

$$\frac{1}{3} S, \quad \frac{1}{3} S, \quad \frac{1}{3} S$$

$$v=0 \rightarrow a_2, \quad 0, \quad -a_2, \quad v=0$$

$$\frac{1}{3} S, \quad \frac{1}{3} S, \quad \frac{1}{3} S$$

$$1) \text{ 1-й шаг } = 0$$

$$\frac{1}{3} S = \frac{U_0^2}{2} + \frac{a_1 t_1^2}{2}$$

$$\frac{1}{3} S = \frac{U_0^2}{2} - \frac{U_0^2}{2}$$

$$\frac{1}{3} S = \frac{a_1 t_1^2}{2}, \quad \frac{1}{3} S = \frac{U_0^2}{2 a_1}$$

$$a_1 t_1^2 = \frac{U_0^2}{2 a_1}$$

$$U_0^2 = (a_1 t_1)^2$$

$$U_0 = a_1 t_1$$

$$U_0 = U_1 = U$$

2) 2-й шаг.

$$\frac{1}{3} S = U t = (a_2 t_2) t$$

3) 3-й шаг.

$$\frac{1}{3} S = U_1 t_1 - \frac{a_1 t_1^2}{2}$$

$$t_1 = t_1$$

$$4) t_1 = 2 t_1 + \frac{1}{3} S$$

$$1) \text{ 1-й шаг } = 0$$

$$\frac{1}{3} S = \frac{U_0^2}{2} + \frac{a_2 t_2^2}{2}$$

$$\frac{1}{3} S = \frac{U_0^2}{2} - \frac{U_0^2}{2} = 0$$

$$\frac{1}{3} S = \frac{a_2 t_2^2}{2}, \quad \frac{1}{3} S = \frac{U_0^2}{2 a_2}$$

$$\frac{U_0^2}{2} = \frac{a_2 t_2^2}{2}$$

$$U_0^2 = a_2 t_2^2$$

$$U_0 = a_2 t_2, \quad t_2 = \frac{U_0}{a_2}$$

$$U_0 = U_1 = U$$

2) 2-й шаг.

$$\frac{1}{3} S = U t = (a_2 t_2) t$$

3) 1 шаг у Бориса.

$$\frac{1}{3} S = \frac{a_2 t_2^2}{2}, \quad U_0 t_2 = 0$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2 S}{3 a_2}}$$

$$U = U_0 + a_2 t_2$$

$$U = \sqrt{\frac{2 S}{3 a_2}} + a_2 \sqrt{\frac{2 S}{3 a_2}}$$

$$U = \sqrt{\frac{2 S}{3 a_2}}$$

из 1 точки у Антона

$$v_0 = 0.$$

$$\frac{1}{3} S = \frac{a_1 t_1^2}{2}$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{2S}{3a_1}}$$

$$v = v_0 + a_1 t_1$$

$$v = \sqrt{\frac{2S}{3a_1}} \cdot a_1$$

$$v = \sqrt{\frac{2S a_1}{3}}$$

5. $t_3 = t_1$

$$\frac{1}{3} S = v_1 \sqrt{\frac{2S}{3a_1}} - \frac{a_1 \cdot 2S}{2 \cdot 3a_1}$$

$$\frac{2}{3} S = v_1 \sqrt{\frac{2S}{3a_1}}$$

$$\frac{4S}{3} = v_1^2 \frac{2S}{3a_1}$$

$$\frac{2}{3} S = \frac{v_1^2}{a_1}$$

$$a_1 = \frac{3v_1^2}{2S}$$

$$t = \sqrt{\frac{2S \cdot 2S}{3 \cdot 3v_1^2}} = \frac{2S}{3v_1}$$

$$t_5 = 2t_1 + \frac{1S}{3v_1} = \frac{5S}{3v_1}$$

$$\Delta t = 0.$$

легко найти

прибавит одновременно.

~~из 1 точки~~

$$\sqrt{\frac{2S a_1}{3}} = \sqrt{\frac{2S a_2}{3}}$$

~~из 2~~

3-я точка

$$\frac{1}{3} S = v t_4 - \frac{a_2 t_4^2}{2}$$

$$t_4 = t_2$$

$$\frac{1}{3} S = v \sqrt{\frac{2S}{3a_2}} - \frac{a_2 \cdot 2S}{2 \cdot 3a_2}$$

$$\frac{1}{3} S = v \sqrt{\frac{2S}{3a_2}} - \frac{S}{3}$$

$$\frac{2}{3} S = v \sqrt{\frac{2S}{3a_2}}$$

$$\frac{4S}{3} = v^2 \frac{2S}{3a_2}$$

$$\frac{2}{3} S = \frac{v^2}{a_2} : a_2 = \frac{3v^2}{2S}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2S \cdot 2S}{3 \cdot 3v^2}} = \frac{2S}{3v}$$

$$t_5 = 2t_2 + \frac{1S}{3v}$$

$$t_5 = \frac{4S}{3v} + \frac{1S}{3v} = \frac{5S}{3v}$$

125