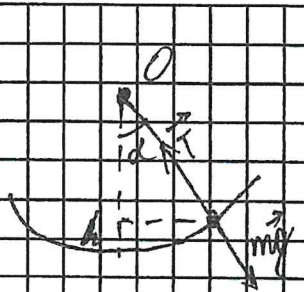


Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
10+ 15 +15+ +30+30+92	25.03.22.	Соломаткин К.В.	



№1

$$h = l - l \cos \alpha$$

$$mgh = \frac{mv^2}{2}, \text{ т.к. движение равноускоренное в начальной точке}$$

$$v^2 = 2gh$$

$$m a_y = T - mg \quad T = m(a_y + g)$$

$$a_y = \frac{v^2}{l} \quad T = \frac{mv^2}{l} + mg = \frac{m \cdot 2gh}{l} + mg$$

$$T = 2mg(1 - \cos \alpha) + mg = mg(3 - 2\cos \alpha)$$

$$\alpha = \arccos\left(1,5 - \frac{T}{2mg}\right) \quad (10)$$

№2

- Дано:
- $k = 0,85$
 - $m_n = 0,02 \text{ кг}$
 - $R = 8,31$
 - $T = 290 \text{ К}$
 - $p = 105 \cdot 10^3 \text{ Па}$
 - $N = 120 \text{ м}^3/\text{ч}$
 - $m_1 = 41,5 \cdot 10^{-9} \text{ кг}$
 - $M = 29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/мин}$
 - $t = ?$

т.к. воздух проходит через 3 фильтра, то в них остается $m_n = M_n \cdot k^3$ пылинок, где M_n это начальная масса пылинок в воздухе.

$$M_n = \frac{m_n}{k^3}$$

$$V = N \cdot t \quad pV = \nu R T = \frac{m}{M} R T$$

$$\frac{1}{m_1} = \frac{m}{M_n} \quad M_n = m \cdot m_1 \quad m = \frac{M_n}{m_1}$$

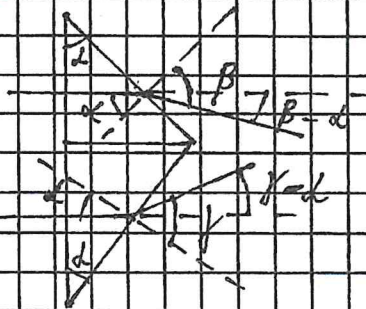
$$pV = \frac{M_2}{M \cdot m_1} RT = \frac{M_2}{M \cdot m_1 \cdot k^3} RT$$

$$p \cdot V \cdot t = \frac{M_2 RT}{M \cdot m_1 \cdot k^3}$$

$$t = \frac{M_2 RT}{M \cdot m_1 \cdot k^3 \cdot p \cdot V} \approx 5143,54 \approx 275,65 \text{ g}$$

Ответ: 5143,54 г.

N3



$$\sin \beta = \sin \alpha \cdot n_2 = 0,45$$

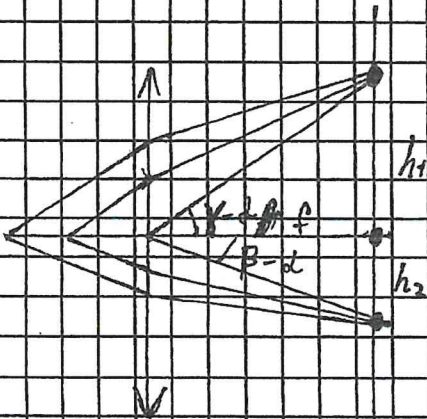
$$\sin \alpha = \sin d \cdot n_1 = 0,9$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - 0,35^2} = \frac{\sqrt{4}}{4}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - 0,9^2} = \frac{\sqrt{19}}{10}$$

$$\sin(\beta - \alpha) = \sin \beta \cdot \cos \alpha - \cos \beta \cdot \sin \alpha = \frac{3\sqrt{3} - \sqrt{4}}{8}$$

$$\sin(\alpha - \beta) = \sin \alpha \cdot \cos \beta - \cos \alpha \cdot \sin \beta = \frac{3\sqrt{3} - \sqrt{49}}{20}$$



$$h_1 = f \cdot \tan(\alpha - \beta)$$

$$h_2 = f \cdot \tan(\beta - \alpha)$$

$$h_1 + h_2 = h = 0,14$$

$$1 + \frac{1}{\tan^2(\alpha - \beta)} = \frac{1}{\sin^2(\alpha - \beta)}$$

$$\tan(\alpha - \beta) = \sqrt{\frac{1}{\sin^2(\alpha - \beta)} - 1} \approx 0,67853$$

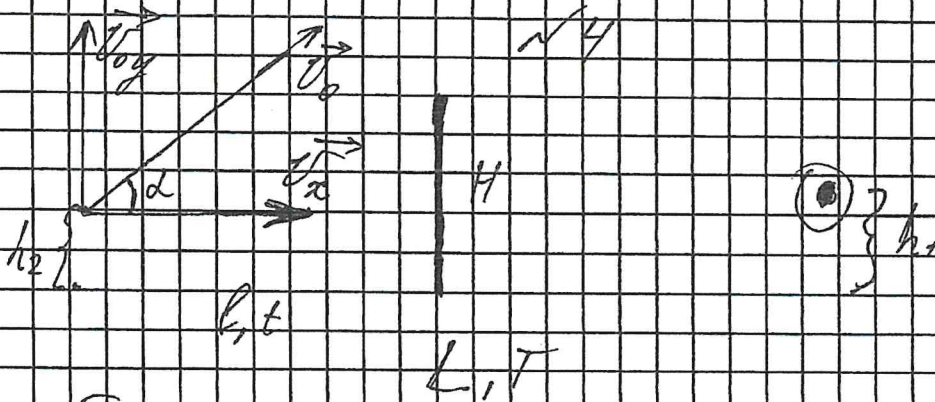
$$\tan(\beta - \alpha) = \sqrt{\frac{1}{\sin^2(\beta - \alpha)} - 1} \approx 0,33633$$

$$h = f(\tan(\alpha - \beta) + \tan(\beta - \alpha))$$

$$l = \frac{h}{\frac{v_0}{c}(\beta-1) + \frac{v_0}{c}(\beta-1)} = 0,0983 \text{ м}$$

Объем: $0,0985 \text{ м}$

15



Пусть T - время всего полета, а t время до стены.

$$L = v_x T = v_0 \cos \alpha T$$

$$T = \frac{L}{v_0 \cos \alpha}$$

$$h_1 - h_2 = v_0 y T - \frac{g T^2}{2}$$

$$h_1 - h_2 = v_0 \sin \alpha T - \frac{g T^2}{2}$$

$$h_1 - h_2 = \frac{L \sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{g L^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$v_0^2 = \frac{g L^2}{2 \cos^2 \alpha \left(\frac{L \sin \alpha}{\cos \alpha} + h_2 - h_1 \right)}$$

$$L = v_0 \cos \alpha \cdot t \quad t = \frac{L}{v_0 \cos \alpha}$$

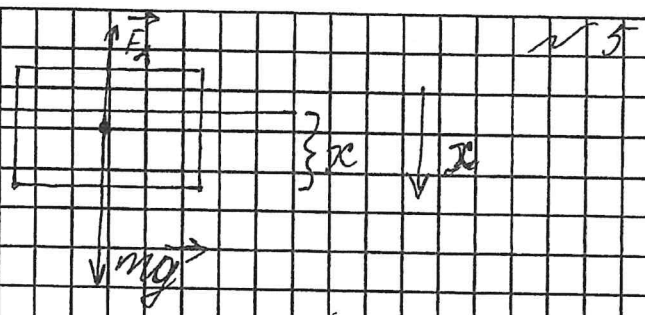
$$\Delta h = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2} \quad \Delta h = \frac{L \sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{g L^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$\Delta h = \frac{L \sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{g L^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} \left(\frac{L \sin \alpha}{\cos \alpha} + h_2 - h_1 \right) = 1,426 \text{ м}$$

$h_2 + \Delta h \geq H \Rightarrow$ пушечный снаряд не поразит стену.

30

Место для скобы



Запишем уравнение для малой массы m , жесткости S_n , скорости v и площади поперечного сечения S_n

$$m \cdot a = m \cdot g - S \cdot x \cdot S_n$$

$$a = g - \frac{S \cdot S_n}{m} \cdot x$$

$$x'' = - \frac{S \cdot S_n}{m} \cdot x + g$$

Это уравнение гармонических колебаний малой массы.

$$\omega = \sqrt{\frac{S \cdot S_n}{m}}$$

$$x = A \sin(\omega t) + B \cos(\omega t) + \frac{mg}{S \cdot S_n}$$

$$x(0) = \frac{v_0}{S_n} = B + \frac{mg}{S \cdot S_n}$$

$$B = \frac{v_0}{S_n} - \frac{mg}{S \cdot S_n} = \frac{m}{S_n} \left(\frac{v_0}{m} - \frac{g}{S} \right) \geq 0$$

$$x'(0) = 0 = A \omega \Rightarrow A = 0$$

$$x = \frac{m}{S_n} \left(\frac{v_0}{m} - \frac{g}{S} \right) \cos(\omega t) + \frac{mg}{S \cdot S_n}$$

$$x' = - \omega \left(\frac{v_0}{m} - \frac{g}{S} \right) \frac{m}{S_n} \sin(\omega t)$$

$$v_{n \max} = \left(\frac{1}{S_n} - \frac{1}{S} \right) \frac{1}{S_n} \sqrt{S_1 S_2} = \left(\frac{1}{S_n} - \frac{1}{S} \right) \sqrt{\frac{m S_1 S_2}{S_n}}$$

Когда скорость максимальна, тело находится в положении равновесия, а значит полная энергия колебаний равна его кинетической энергии.

$$W_{kin} = \frac{m v_{n \max}^2}{2}$$

$$\frac{W_2}{W_1} = \eta = \frac{v_{n \max}^2}{v_0^2} = \frac{\left(\frac{1}{S_n} - \frac{1}{S} \right)^2 S_2}{\left(\frac{1}{S_2} - \frac{1}{S} \right)^2 S_2}$$

$$S_1 = \pi R_1^2$$

$$S_2 = \pi R_2^2$$

$$\eta = \frac{\left(\frac{1}{S_2} - \frac{1}{S} \right)^2 R_1^2}{\left(\frac{1}{S_1} - \frac{1}{S} \right)^2 R_2^2}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\left(\frac{1}{S} - \frac{1}{S_2} \right) \sqrt{\eta}}{\left(\frac{1}{S_1} - \frac{1}{S} \right) \sqrt{\eta}}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\left(\frac{1}{S} - \frac{1}{S_2} \right) \sqrt{\eta}}{\left(\frac{1}{S_1} - \frac{1}{S} \right) \sqrt{\eta}}$$

30

