

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
585		Червешев А.С.	Ячер

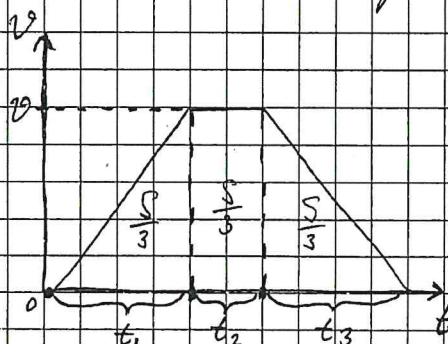
N 1

Решение:

Дано:

 $\frac{S}{v}$
 $\Delta t = ?$

Зависимость скорости Аюмока от времени:



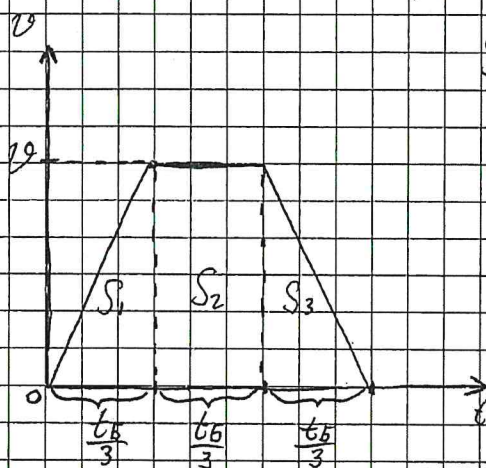
$$\frac{S}{3} = \frac{t_1 v_0}{2} \Rightarrow t_1 = \frac{2S}{3v_0}$$

$$\frac{S}{3} = t_2 v_0 \Rightarrow t_2 = \frac{S}{3v_0}$$

$$\frac{S}{3} = \frac{t_3 v_0}{2} \Rightarrow t_3 = \frac{2S}{3v_0}$$

$$t_A = t_1 + t_2 + t_3 = \frac{5S}{3v_0}$$

Зависимость скорости Бориса от времени:



$$S_1 = \frac{v_0 t_B}{6}$$

$$S_2 = \frac{v_0 t_B}{3}$$

$$S_3 = \frac{v_0 t_B}{6}$$

$$S = S_1 + S_2 + S_3 = \frac{2}{3} t_B v_0$$

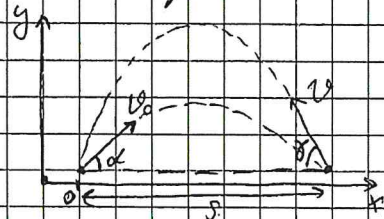
$$t_B = \frac{3}{2} \frac{S}{v_0}$$

$$\Delta t = t_A - t_B = \frac{5}{3} \frac{S}{v_0} - \frac{3}{2} \frac{S}{v_0} = \frac{S}{6v_0}$$

Ответ: Борис обгонит Аюмока на $\Delta t = \frac{S}{6v_0}$. ✓ 105

N 2

Дано:

 v_0
 $\alpha \neq \gamma$
 S
 $\rho_{\min} = ?$


$$S = v_0 \cos \alpha \cdot t \Rightarrow t = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$$

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

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

Для второго мячика: $S = \frac{v_0^2 \sin 2\gamma}{g}$

см. лист 2

Потому $\sin 2\alpha = \sin 2\gamma$, но $\alpha \neq \gamma$ и углы-острые

Это возможно только если $2\gamma = \pi - 2\alpha$

$$\begin{cases} \sin \gamma = \cos \alpha \\ \cos \gamma = \sin \alpha \end{cases}$$

$$\gamma = \frac{\pi}{2} - \alpha$$

Для первого мячика:

$$x_1 = v \cos \alpha \cdot t \quad y_1 = v \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

Для второго мячика:

$$x_2 = S - v \sin \alpha \cdot t \quad y_2 = v \cos \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

S - расстояние между мячиками

$$g = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

при $g_{\min}$ g^2 тоже будет минимально, знаем

$$g' = 0 \text{ равносильно } (g^2)' = 0$$

$$(g^2)' = 2(v \cos \alpha \cdot t_1 - S + v \sin \alpha \cdot t_1)(v \cos \alpha + v \sin \alpha) + 2(v \sin \alpha \cdot t_1 - v \cos \alpha \cdot t_1) \cdot$$

$$\cdot (v \sin \alpha - v \cos \alpha) = 0 \Rightarrow t_1 = \frac{S(\sin \alpha + \cos \alpha)}{v} \quad (\text{время до минимального расстояния})$$

N 3

Решение:

Дано:

график $P(T)$

$\eta = ?$

В точке 1: $P = 3P_0$; $T = 2T_0$; процесс $V = V_0$

В точке 2: $P = 2P_0$; $T = 6T_0$; $V = V_0$

В точке 3: $P = 3P_0$; $T = 6T_0$; $PK = \nu RT \Rightarrow V = 3V_0$

В точке 4: $P = P_0$; $T = 2T_0$; $V = 3V_0$

Процесс 1-2: $P = \alpha \cdot T \Rightarrow V = \text{const}$ (изохора)

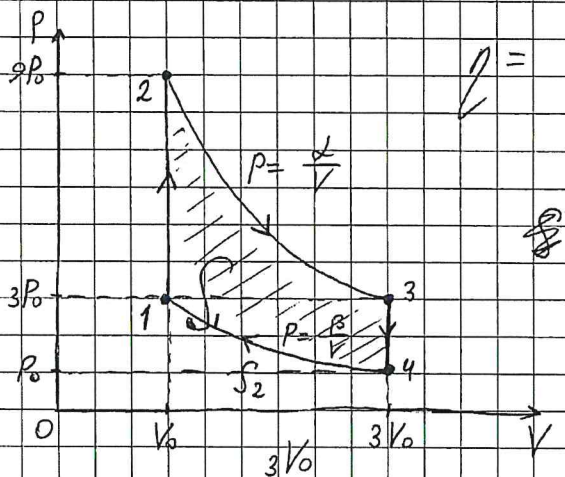
Процесс 2-3: $T = \text{const} \Rightarrow P = \frac{1}{V}$ (изотерма)

Процесс 3-4: $P = \beta \cdot T \Rightarrow V = \text{const}$ (изохора)

Процесс 4-1: $T = \text{const} \Rightarrow P = \frac{1}{V}$ (изотерма)

см. лист 3

Весь цикл в $P(V)$ axes:



$$\eta = \frac{S_1 - S_2}{S_1} \cdot 100\%$$

где S_1 - площадь внутри цикла а под циклом.
 S_2 - площадь под циклом.

В точке 2: $3P_0 = \frac{\alpha}{V_0} \Rightarrow \alpha = 3P_0 V_0$

В точке 4: $P_0 = \frac{\beta}{3V_0} \Rightarrow \beta = 3P_0 V_0$

$$S_1 = \int_{V_0}^{3V_0} \frac{\alpha}{V} = 3P_0 V_0 (\ln(3V_0) - \ln(V_0)) = 3P_0 V_0 \ln 3$$

$$S_2 = \int_{V_0}^{3V_0} \frac{\beta}{V} = 3P_0 V_0 (\ln(3V_0) - \ln(V_0)) = 3P_0 V_0 \ln 3$$

$$\eta = 100\% \frac{S_1 - S_2}{S_1} = \frac{(3P_0 V_0 \ln 3 - 3P_0 V_0 \ln 3) \cdot 100\%}{3P_0 V_0 \ln 3} \approx 67\%$$

Ответ: $\eta = 67\%$.

N 4

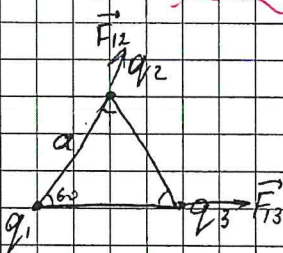
Дано:

φ_1

φ_2

φ_3

$F = ?$



Решение:

Пусть сторона треугольника равна a

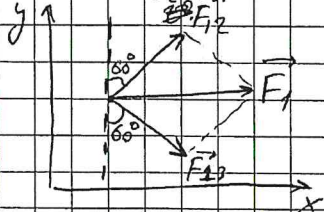
$$\varphi_1 = \frac{kq_1}{a} \Rightarrow q_1 = \frac{a\varphi_1}{k}$$

$$\varphi_2 = \frac{kq_2}{a} \Rightarrow q_2 = \frac{a\varphi_2}{k}$$

$$\varphi_3 = \frac{kq_3}{a} \Rightarrow q_3 = \frac{a\varphi_3}{k}$$

$$F_{12} = \frac{\varphi_1}{a} \cdot q_2 = \frac{\varphi_1 \varphi_2}{k} \quad (\text{сила, с которой 1-й шарик действует на 2-й})$$

$$F_{13} = \frac{\varphi_1}{a} \cdot q_3 = \frac{\varphi_1 \varphi_3}{k} \quad (\text{сила, с которой 1-й шарик действует на 3-й})$$



$$F_x = F_{12} \sin \alpha + F_{13} \sin \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{\varphi_1}{k} \cdot (\varphi_2 + \varphi_3)$$

$$F_y = F_{12} \cos \alpha - F_{13} \cos \alpha = \frac{1}{2} \frac{\varphi_1}{k} (\varphi_2 - \varphi_3)$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{\frac{3}{4} \frac{\varphi_1^2}{k^2} (\varphi_2 + \varphi_3)^2 + \frac{\varphi_1^2}{4k^2} (\varphi_2 - \varphi_3)^2} =$$

$$= \frac{\varphi_1}{k} \sqrt{\varphi_2^2 + \varphi_2 \varphi_3 + \varphi_3^2}$$

Ответ: $F = \frac{\varphi_1}{k} \sqrt{\varphi_2^2 + \varphi_2 \varphi_3 + \varphi_3^2}$