

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
685		Червинская НС	Жер
Шифр			320721

1. Оба самолета начинают движение ($v=0$), разгоняются ($v=v$) и замедляются ($v=0$)

$$A: 1. \sum t = t_1 + t_2 + t_3 \quad \begin{cases} \frac{S}{3} = \frac{at_1^2}{2}, & a = \frac{3v^2}{2S}, & t_1 = \sqrt{\frac{2S}{3a}} \\ \frac{S}{3} = \frac{v^2}{2a}, & t_2 = \frac{2S}{3v} \end{cases}$$

$$2. t_3 = \frac{S}{3v}$$

$$3. a_3 = a_1 \quad \frac{S}{3} = \frac{a_1 t_3^2}{2} \quad t_3 = \sqrt{\frac{2S}{3a_1}} = \sqrt{\frac{2S}{3a_1}} \Rightarrow t_3 = t_1 = \frac{2S}{3v}$$

$$\sum t = \frac{5S}{3v}$$

$$B: 1. S_1 = S_2 = \frac{at^2}{18} \quad S_2 = \frac{vt}{3} \quad v = \frac{at}{3} \quad a = \frac{3v}{t}$$

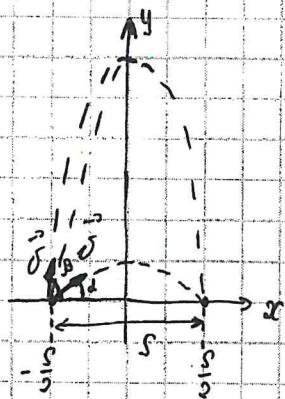
$$S_1 + S_2 + S_3 = S \Rightarrow S = \frac{at^2}{9} + \frac{vt}{3} \Rightarrow S = \frac{vt}{3} + \frac{vt}{3} \quad \frac{2v}{3}t = S \Rightarrow t = \frac{3S}{2v}$$

$$\frac{3S}{3v} \vee \frac{3S}{2v} \quad \frac{10S}{6v} \vee \frac{9S}{6v} \quad \frac{10}{6} > \frac{9}{6} \Rightarrow \frac{5S}{3v} > \frac{3S}{2v} \Rightarrow t_1 > t_2$$

$$\Delta t = t_1 - t_2 = \frac{1}{6} \cdot \frac{S}{v}$$

Ответ: Борис; $\Delta t = \frac{1}{6} \cdot \frac{S}{v}$

205



Ввиду симметрии координат x и y , так, что точки поворота $(-\frac{S}{2}; 0)$ и $(\frac{S}{2}; 0)$

$$\begin{cases} v_x t = S \\ -v_y t = v_y t - \frac{g}{2} t^2 \end{cases} \quad \begin{cases} v_x = v \cos \alpha; & v_y = v \sin \alpha \\ 2v_y t = g t^2 \Rightarrow t = \frac{2v_y}{g} \Rightarrow \frac{2v \sin \alpha}{g} = S \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2v^2 \sin \alpha \cos \alpha = gS \\ 2v^2 \sin^2 \alpha = gS \end{cases} \quad \begin{cases} \sin 2\alpha = \frac{gS}{v^2} \\ 2\alpha = \arcsin \frac{gS}{v^2} \\ 2\alpha = \pi - \arcsin \frac{gS}{v^2} \end{cases} \quad \begin{cases} \alpha = \frac{1}{2} \arcsin \frac{gS}{v^2} \\ \alpha = \frac{\pi}{2} - \frac{1}{2} \arcsin \frac{gS}{v^2} \end{cases} \quad (\alpha)$$

Получим углы, под которыми были брошены мячики.

Заметим, что для указанных углов (α и β) верно выполняется $\alpha = \frac{\pi}{2} - \beta$, значит

$$\sin \alpha = \cos \beta \quad \text{и} \quad \cos \alpha = \sin \beta$$

Найдем координаты мячей от времени

$$1. x = -\frac{S}{2} + v \cos \alpha t \\ y = v t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}$$

$$2. x = \frac{S}{2} - v \cos \beta t \\ y = v t \sin \beta - \frac{gt^2}{2}$$

$$\text{Расстояние м-у мячами} d = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

20721

$$d^2 = \left(-\frac{S}{2} + Ut \cos \alpha - \frac{S}{2} + Ut \cos \beta\right)^2 + \left(Ut \sin \alpha - \frac{S}{2} - Ut \sin \beta + \frac{S}{2}\right)^2 =$$

$$= (-S + Ut \cos \alpha + Ut \sin \beta)^2 + (Ut \sin \alpha - Ut \cos \beta)^2 = U^2 t^2 (\sin \alpha + \cos \beta)^2 - 2US(\sin \alpha + \cos \beta) + S^2 + U^2 t^2 (\sin \alpha - \cos \beta)^2 =$$

$$= 2U^2 t^2 - 2US(\sin \alpha + \cos \beta) + S^2$$

$$d = \min_{d > 0} \Rightarrow d^2 = \min \Rightarrow 2U^2 t^2 - 2US(\sin \alpha + \cos \beta) + S^2 = \min$$

$$(d^2)' = 4U^2 t - 2US(\sin \alpha + \cos \beta) = 0$$

$$t_0 = \frac{S(\sin \alpha + \cos \beta)}{2U}$$



$$d_{\min}^2 = d^2(t_{\min}) = \frac{2U^2 S^2 (\sin \alpha + \cos \beta)^2}{4U^2} - \frac{2US^2 (\sin \alpha + \cos \beta)^2}{2U} + S^2 =$$

$$= \frac{1}{2} S^2 (\sin \alpha + \cos \beta)^2 - S^2 (\sin \alpha + \cos \beta)^2 + S^2 = S^2 \left(1 - \frac{1}{2} (1 + 2 \sin \alpha \cos \beta)\right) =$$

$$= S^2 \left(1 - \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \sin 2\alpha\right) = \frac{1}{2} S^2 (1 - \sin \alpha) = \frac{1}{2} S^2 \left(1 - \frac{gS}{U^2}\right) = \frac{S^2}{2U^2} (U^2 - gS)$$

$$d_{\min} = \sqrt{d_{\min}^2} = \sqrt{\frac{S^2}{2U^2} (U^2 - gS)} = \frac{S}{U} \sqrt{\frac{U^2 - gS}{2}}$$

$$\text{Ответ: } d_{\min} = \frac{S}{U} \sqrt{\frac{U^2 - gS}{2}}$$

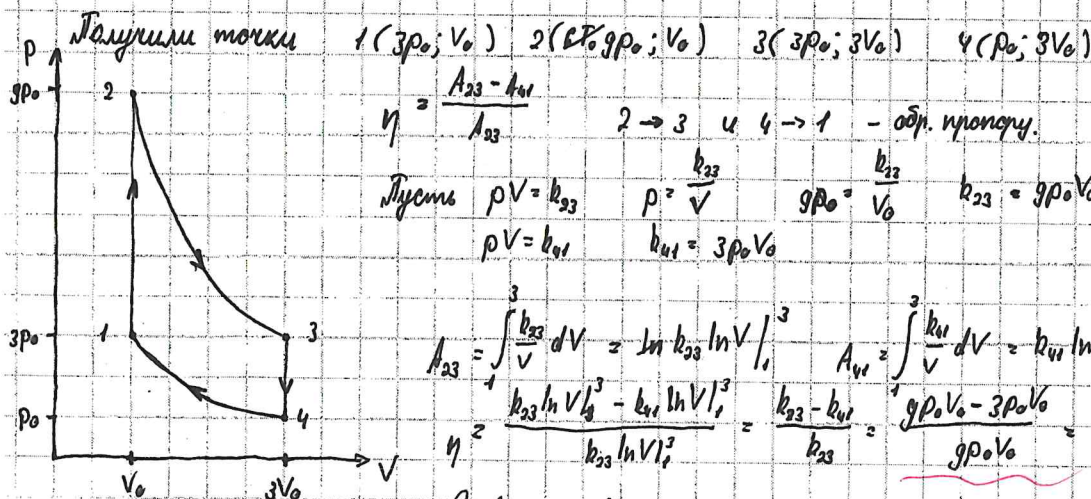
108

3. Пусть единиц давления графика равны T_0 и p_0 соотв. Тогда точки

1 ($2T_0; 3p_0$) 2 ($8T_0; 9p_0$) 3 ($8T_0; 3p_0$) 4 ($2T_0; p_0$)

Пусть V в точке 1 равно V_0 , и $1 \rightarrow 2$ - изохора; $2 \rightarrow 3$ - изотерма

$$2 V_2 = V_0 \quad p_2 V_2 = p_3 V_3 \quad V_3 = \frac{p_2 V_2}{p_3} = \frac{9p_0 \cdot V_0}{3p_0} = 3V_0 \quad V_4 = V_3 + V_0$$



$$\eta = \frac{A_{23} - A_{41}}{A_{23}}$$

2 $\rightarrow$ 3 и 4 $\rightarrow$ 1 - одр. процессу.

$$\text{Пусть } pV = k_{23} \quad p = \frac{k_{23}}{V} \quad 9p_0 = \frac{k_{23}}{V_0} \quad k_{23} = 9p_0 V_0$$

$$pV = k_{41} \quad k_{41} = 3p_0 V_0$$

$$A_{23} = \int_1^3 \frac{k_{23}}{V} dV = k_{23} \ln V \Big|_1^3 = k_{23} \ln 3$$

$$A_{41} = \int_4^1 \frac{k_{41}}{V} dV = k_{41} \ln V \Big|_4^1 = k_{41} \ln \frac{1}{4} = -k_{41} \ln 4$$

$$\eta = \frac{k_{23} \ln 3 - k_{41} \ln 4}{k_{23} \ln 3} = \frac{k_{23} - k_{41}}{k_{23}} = \frac{9p_0 V_0 - 3p_0 V_0}{9p_0 V_0} = \frac{6}{9} = \frac{2}{3} \approx 67\%$$

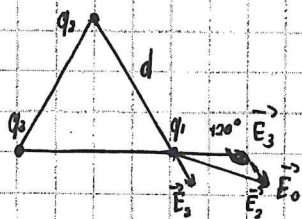
Ответ: 67%

108

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

4.



$$p = Ed \quad E = k \frac{q}{d^2} \quad q = \frac{\varphi d}{k} \quad E = \frac{\varphi}{d}$$

$$F = Eq \quad E = \sqrt{\sum E_n^2}$$

$$F_1 = E_0 q_1 \quad E_0 = \sqrt{E_2^2 + E_3^2 - 2E_2 E_3 \cos 120^\circ} = \frac{1}{d} \sqrt{\varphi_2^2 + \varphi_3^2 + \varphi_2 \varphi_3}$$

$$F_1 = \frac{\varphi_1 d}{k} \sqrt{\varphi_2^2 + \varphi_3^2 + \varphi_2 \varphi_3} = \frac{\varphi_1}{k} \sqrt{\varphi_2^2 + \varphi_3^2 + \varphi_2 \varphi_3}$$

$$\text{Ответ: } F_1 = \frac{\varphi_1}{k} \sqrt{\varphi_2^2 + \varphi_3^2 + \varphi_2 \varphi_3}$$

недостаточно
указано что
векторы

100

5. По II з.д: $\vec{F}_1 + m_H \vec{g} + m \vec{g} = 0$

$$p_0 g V + m_H g = m g$$

$$p_0 V - m p_0 V = m$$

$$V(p_0 - \frac{m_H}{V}) = m$$

$$V(p_0 - \frac{M_{H_2}}{V}) = m$$

$$V(p_0 - \frac{2M_{H_2} p_{H_2}}{5RT}) = m$$

$$V(p_0 - \frac{2M_{H_2} p_{H_2}}{5RT}) = m$$

$$V(\frac{M_{H_2} p_{H_2}}{3RT} + \frac{M_{H_2} p_{H_2} \varphi}{5RT} - \frac{2M_{H_2} p_{H_2}}{5RT}) = m$$

$$p_{H_2} V_{H_2} = \frac{5}{2} \frac{M_{H_2}}{V} RT$$

$$V_{H_2} = \frac{2 p_{H_2} V}{5RT}$$

$$p_0 = p_{\text{жид}} + p_{H_2} = \frac{2M_{H_2} p_{H_2}}{6RT} + \frac{2M_{H_2} p_{H_2} \varphi}{6RT}$$

$$p_0 = \frac{M_{H_2} p_{H_2} (1 + \varphi)}{3RT}, \quad p_{H_2} = p_{H_2}$$

$$V_1 = V \frac{p_0}{p_1} \quad p_0 = p_{\text{жид}} + \varphi_1 p_{H_2}$$

$$p_1 = p_{\text{жид}} + \varphi_2 p_{H_2}$$

$$p_1 = p \frac{V}{V_1} = p \frac{p_0}{p}$$

$$\begin{cases} V(\frac{5M_{H_2} p_{H_2} (1 + \varphi)}{15RT} - \frac{2M_{H_2} p_{H_2}}{5RT}) = m \\ V \frac{p_{\text{жид}} + \varphi_1 p_{H_2}}{p_{\text{жид}} + \varphi_2 p_{H_2}} (\frac{5M_{H_2} p_{H_2} (1 + \varphi)}{15RT} - \frac{2M_{H_2} p_{H_2}}{5RT}) = m \end{cases}$$

$$\Delta m = m - m_1$$

$$m \approx 1230,8 \text{ кг}$$

$$\Delta m \approx 22,8 \text{ кг}$$

$$m_1 \approx 1153,0 \text{ кг}$$

$$\text{Ответ: } 22,8 \text{ кг}$$

85