

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
745		Чурбанова Н.С.	Мер
Шифр			047800

1. Дано:

S, v
 $\Delta t = ?$

$A: \frac{1}{3}S = a_1 t_1^2$
 $B: \frac{1}{3}S = v t_2$
 $A: \frac{1}{3}S(-a_1) = v t_3 - \frac{a_1 t_3^2}{2}$

Для Антона (А):

$$\frac{1}{3}S = \frac{a_1 t_1^2}{2}; \quad v = v_0 + a_1 t_1; \quad a_1 = \frac{v}{t_1} \Rightarrow \frac{1}{3}S = \frac{v \cdot t_1}{2} \Rightarrow t_1 = \frac{2S}{3v}$$

$$\frac{1}{3}S = v t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{S}{3v}; \quad \frac{1}{3}S = v t_3 - \frac{a_1 t_3^2}{2}$$

$$T_A = t_1 + t_2 + t_3; \quad t_3 = t_1$$

Для Бориса (Б):

$$T_B = t_0; \quad S = \frac{a_2 \left(\frac{t_0}{2}\right)^2}{2} + \frac{1}{3} t_0 \cdot v + v \cdot \frac{t_0}{3} - \frac{a_2 \left(\frac{t_0}{2}\right)^2}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S = \frac{4}{3} t_0 \cdot v \Rightarrow t_0 = \frac{3S}{2v}$$

Если $T_B = t_0$, то рассмотрим T_A :

$$T_A = \frac{2S}{3v} + \frac{S}{3v} + \frac{2S}{3v} = \frac{5S}{3v}$$

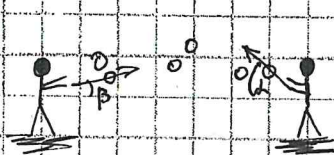
$$T_A: \frac{5S}{3v} > T_B: \frac{3S}{2v}; \quad \frac{5S}{3v} = \frac{10S}{6v}; \quad \frac{3S}{2v} = \frac{9S}{6v}$$

$$T_A > T_B; \quad \text{Таким образом } \Delta t = \Delta T:$$

$$\Delta T = T_A - T_B = \frac{10S}{6v} - \frac{9S}{6v} = \frac{S}{6v}$$

Ответ: $\Delta T = \frac{S}{6v}$, кто придет первым?

2. $v_0 = \text{const}$
 $\angle \alpha$
 $\angle \beta$
 $S_{\text{min}} = ?$



$$y_1 = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2}$$

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

Разность по вертикали: $\Delta y = y_2 - y_1 = v_0 (\sin \alpha - \sin \beta) \cdot t$

По гориз. - ли: $x_1 = v_0 \cos \alpha \cdot t$

$$x_2 = S - v_0 \cos \beta \cdot t$$

$$\Delta x = x_2 - x_1 = S - v_0 (\cos \alpha + \cos \beta) \cdot t$$

Разность в момент времени t определяем по теореме

Пифагора: $d^2(t) = S^2 - v_0^2 (\cos \alpha + \cos \beta)^2 t^2 + v_0^2 (\sin \beta - \sin \alpha)^2 t^2$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

2. (продолжение).

3. Дано: $\eta = \frac{A_1}{Q_H} \cdot 100\%$.

$T_{14} = 2$
 $T_{23} = 10$
 $\eta = ?$

Рассмотрим данные нам на графике координаты в соответствующих процессах:

$$\begin{aligned} 1-2: V = \text{const } P \uparrow T \uparrow A_{12} &= 0; & Q_{12} &= \Delta U_{12} (+), \text{ т.к. } A \geq 0, \text{ а } (PT) \uparrow \\ 2-3: T = \text{const } P \downarrow V \uparrow A_{23} &> 0; & Q_{23} &= A_{23} (+), \text{ т.к. } A > 0. \\ 3-4: V = \text{const } P \downarrow T \downarrow A_{34} &= 0; & Q_{34} &= \Delta U_{34} (-), \text{ т.к. } A = 0, \text{ а } (PT) \downarrow. \\ 4-1: T = \text{const } P \uparrow V \downarrow A_{41} &< 0; & Q_{41} &= A_{41} (-), \text{ т.к. } A < 0 \text{ и } V \downarrow. \end{aligned}$$

Теплоуды по графику:

$$\Delta A = A_2 - A_1; \quad A_H = A_{23} - A_{41}; \quad Q_H = Q_{12} + Q_{23} = \Delta U_{12} + A_{23}.$$

$$A_{23} = \int R T_{23} \cdot \ln \frac{V_3}{V_2}$$

$$A_{41} = \int R T_{41} \cdot \ln \frac{V_4}{V_1}$$

$\Rightarrow$ (работа A в изотермическом процессе отрицательна, $\Rightarrow$ возведем в степень -1).

(интегрируя, $\Rightarrow$ найдем логарифмы)

$$V_1 = \frac{\int R T_1}{P_1}, \quad V_2 = \frac{\int R T_2}{P_2}, \quad V_3 = \frac{\int R T_3}{P_3}, \quad V_4 = \frac{\int R T_4}{P_4}$$

$$A_{23} = \int R T_{23} \cdot \ln \frac{V_3}{V_2} = \int R \cdot 12T \cdot \ln \frac{12T \cdot 18P}{6P \cdot 12T} = 12 \int R T \ln 3$$

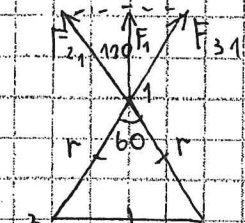
$$A_{41} = \int R \cdot 4T \ln \frac{4T \cdot 18P}{2P \cdot 4T} = 4 \int R T \ln 3.$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \int R \Delta T_{12} = \frac{3}{2} \int R \cdot 8T; \quad Q_H = 12 \int R T + 12 \int R T \ln 3 = 12 \int R T (1 + \ln 3)$$

$$\eta = \frac{8 \int R T \ln 3}{12 \int R T (1 + \ln 3)} \cdot 100\% = 34,9\%.$$

4. Дано:

l_1, l_2, l_3
 F_1



$$l_1 = \frac{k q_1}{r}$$

$$l_2 = \frac{k q_2}{r}$$

$$l_3 = \frac{k q_3}{r}$$

$$q_1 = \frac{l_1 r}{k}$$

$$q_2 = \frac{l_2 r}{k}$$

$$q_3 = \frac{l_3 r}{k}$$

$$F_{21} = k \cdot \frac{q_1 q_2}{r^2} = k \cdot \frac{l_1 r \cdot l_2 r}{k \cdot k \cdot r^2} = \frac{l_1 l_2}{k}$$

$$F_{31} = k \cdot \frac{q_1 q_3}{r^2} = \frac{l_1 l_3}{k}$$

$$F_1^2 = F_{21}^2 + F_{31}^2 - 2 F_{21} \cdot F_{31} \cdot \cos 120^\circ$$

$$F_1 = \sqrt{F_{21}^2 + F_{31}^2 + F_{21} F_{31}}, \quad F_1 = \sqrt{\frac{l_1^2 l_2^2}{k^2} + \frac{l_1^2 l_3^2}{k^2} + \frac{l_1 l_2 \cdot l_1 l_3}{k^2}}$$

$$F_1 = \frac{l_1}{k} \cdot \sqrt{l_2^2 + l_3^2 + l_2 l_3} = ?$$

По формуле силы Кулона:

188

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

5. Дано:

$$V = 5000 \text{ м}^3$$

$$P(\text{H}_2) = 110 \text{ кПа}$$

$$t_1 = 43^\circ\text{C} = 316 \text{ К}$$

$$l_1 = 10\%$$

$$P_t = 100 \text{ кПа}$$

$$l_2 = 90\%$$

$$P_H = 9000 \text{ Па}$$

$$m = ?$$

$$mg = \Delta F_{\text{под}}; F_{\text{под}} = F_{\text{Арх}} - mg = \rho_{\text{в.в.}} g V - \rho_H g \cdot V = g \cdot V \cdot (\rho_{\text{в.в.}} - \rho_H) =$$

$$= g V \cdot \Delta \rho; \rho = \frac{P M}{R T} \quad \rho_{\text{сух}} = \frac{P_H \cdot M}{R \cdot T}$$

$$\rho_{\text{сух}} = \frac{110000 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 316} = 0,083$$

$$\rho_{\text{в.в.}} = \rho_{\text{сух}} \left(1 - \frac{P_{\text{в.в.}} \cdot l_1}{P_{\text{атм}}} \right)$$

$$\rho_{\text{в.в.},1} = \frac{l_1 \cdot P_H}{100} = 900 \text{ Па}$$

$$\rho_{\text{в.в.},2} = \frac{l_2 \cdot P_H}{100} = 8100 \text{ Па}$$

$$\rho_{\text{в.в.}} = 1,06 \left(1 - \frac{900}{100000} \right) = 1,05 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{в.в.}} = 1,06 \left(1 - \frac{8100}{100000} \right) = 0,97 \text{ кг/м}^3$$

$$\Delta \rho = 0,08 \text{ кг/м}^3$$

$$F = 0,08 \cdot 10 \cdot 5000$$

$$m = 0,08 \cdot 5000 = 400 \text{ кг}$$

