

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
775		Червонная МС	ЖЧР
Шифр			041708

Дано: $S = S$
 $V = V$
 $\Delta t = ?$

1) А: (расширим все участки пути для Антона)

I) $\frac{1}{3} S$ - бежит равноускоренно с ускорением $a_1 \Rightarrow$
 $\Rightarrow \frac{1}{3} S = \frac{a_1 t_1^2}{2}$, где t_1 - время для затраченное для преодоления первого участка пути.

II) $\frac{1}{3} S$ - бежит равномерно со скоростью $V \Rightarrow$
 $\Rightarrow \frac{1}{3} S = V \cdot t_2$, где t_2 - время затраченное для преодоления второго участка пути.

III) $\frac{1}{3} S$ - бежит равнозамедленно с ускорением $(-a_1) \Rightarrow$
 $\Rightarrow \frac{1}{3} S = V t_3 - \frac{a_1 t_3^2}{2}$, где t_3 - время затраченное для преодоления третьего участка пути.

2) Б: (расширим все участки для Бориса) t_0 - время на весь путь для Бориса

I) $\frac{1}{3} t_0$ - бежит равноускоренно с ускорением $a_2 \Rightarrow$
 $\Rightarrow \frac{1}{3} t_0 S_1 = \frac{a_2 (\frac{t_0}{3})^2}{2}$, S_1 - путь пройденный за $\frac{1}{3} t_0$

II) $\frac{1}{3} t_0$ - бежит равномерно со скоростью $V \Rightarrow$
 $\Rightarrow S_2 = \frac{1}{3} V t_0$

III) $\frac{1}{3} t_0$ - бежит равнозамедленно с ускорением $(-a_2) \Rightarrow$
 $\Rightarrow S_3 = \frac{1}{3} V t_0 - \frac{a_2 (\frac{t_0}{3})^2}{2}$

3) общее время затраченное Антоном: $t_{\text{А}} = t_1 + t_2 + t_3$

$t_1 = t_3$ (т.к. он двигался в первый и третий участок пути с одинаковым ускорением и пробежал равные расстояния) $\Rightarrow$

$$\Rightarrow t_{\text{А}} = 2t_1 + t_2$$

$$4) S = S_1 + S_2 + S_3 = \frac{a_2 (\frac{t_0}{3})^2}{2} + \frac{1}{3} V t_0 + \frac{1}{3} V t_0 - \frac{a_2 (\frac{t_0}{3})^2}{2} = \frac{2}{3} V t_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t_0 = \frac{3S}{2V}$$

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

5) $v = v_0 + a_1 t_1$ (для первого участка $v_0 = 0 \Rightarrow v = a_1 t_1 \Rightarrow$
 $\Rightarrow a_1 = \frac{v}{t_1}$)
 подставим a_1 в формулу $\frac{1}{3}S = \frac{a_1 t_1^2}{2} = \frac{v t_1^2}{2 t_1} = \frac{v t_1}{2} \Rightarrow$
 $\Rightarrow t_1 = \frac{2S}{3v}$

подставим a_1 в формулу $\frac{1}{3}S =$
 т.к. $\frac{1}{3}S = v t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{S}{3v}$

6) $t_A = 2t_1 + t_2 = 2 \cdot \frac{2S}{3v} + \frac{S}{3v} = \frac{5S}{3v}$
 $t_0 = \frac{3S}{2v}$

$\Delta t = t_A - t_0 = \frac{5S}{3v} - \frac{3S}{2v} = \frac{10S}{6v} - \frac{9S}{6v} = \frac{S}{6v}$

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

Доказ: найдем α : $\alpha = 180^\circ - 60^\circ = 120^\circ$

q_1, q_2, q_3
 $q_1 = \frac{k q_1}{l} \Rightarrow q_1 = \frac{q_1 l}{k}$

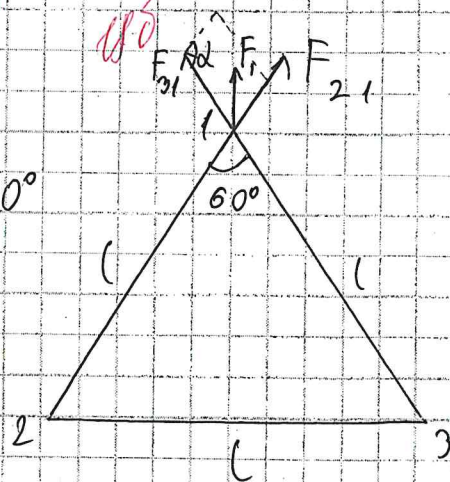
$q_2 = \frac{k q_2}{l} \Rightarrow q_2 = \frac{q_2 l}{k}$

$q_3 = \frac{k q_3}{l} \Rightarrow q_3 = \frac{q_3 l}{k}$

По закону Кулона: $F_{21} = k \frac{q_2 \cdot q_1}{l^2} = k \cdot \frac{q_2 l}{k} \cdot \frac{q_1 l}{k} \cdot \frac{1}{l^2} = \frac{q_1 \cdot q_2}{k}$
 $F_{31} = k \frac{q_3 \cdot q_1}{l^2} = \frac{q_3 \cdot q_1}{k}$

По теореме косинусов: $F_1^2 = F_{21}^2 + F_{31}^2 - 2 F_{21} \cdot F_{31} \cdot \cos \alpha$
 $F_1 = \sqrt{F_{21}^2 + F_{31}^2 + F_{21} \cdot F_{31}} = \sqrt{\frac{q_1^2 \cdot q_2^2}{k^2} + \frac{q_3^2 \cdot q_1^2}{k^2} + \frac{q_1 \cdot q_2 \cdot q_1 \cdot q_3}{k^2}} =$
 $= \frac{q_1}{k} \sqrt{q_2^2 + q_3^2 + q_2 \cdot q_3}$

Ответ: $F_1 = \sqrt{q_2^2 + q_3^2 + q_2 \cdot q_3} \cdot \frac{q_1}{k} = ?$



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

Дано:

$$T_1 = 4T$$

$$T_2 = 12T$$

$$T_3 = 12T$$

$$T_4 = 4T$$

$$P_1 = 6P$$

$$P_2 = 18P$$

$$P_3 = 6P$$

$$P_4 = 2P$$

$$\eta = ?$$

$$\eta = \frac{A_{\Pi}}{Q_H} \cdot 100\%$$

Рассмотрим процессы:

$$1-2: V_{\text{const}} \quad P \uparrow T \uparrow \quad A_{12} = 0 \quad Q_{12}^+ = \Delta U_{12}$$

$$2-3: T_{\text{const}} \quad P \downarrow V \uparrow \quad A_{23} > 0 \quad Q_{23}^+ = A_{23}$$

$$3-4: V_{\text{const}} \quad P \downarrow T \downarrow \quad A_{34} = 0 \quad Q_{34}^- = \Delta U_{34}$$

$$4-1: T_{\text{const}} \quad P \uparrow V \downarrow \quad A_{41} < 0 \quad Q_{41}^- = A_{41}$$

$$A_{\Pi} = A_{23} - A_{41} \quad (\text{по площади графика})$$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{23} = \Delta U_{12} + A_{23}$$

Работа при изотермическом процессе:

$$A_{23} = \nu R T_{23} \cdot \lg \frac{V_3}{V_2} \quad (\text{т.к. работа отрицательная} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left(\frac{V_2}{V_3} \right)^{\gamma})$$

$$A_{41} = \nu R T_{41} \cdot \lg \frac{V_4}{V_1}$$

$$V_1 = \frac{\nu R T_1}{P_1}$$

$$V_2 = \frac{\nu R T_2}{P_2}$$

$$V_3 = \frac{\nu R T_3}{P_3}$$

$$V_4 = \frac{\nu R T_4}{P_4}$$

$$A_{23} = \nu R \cdot 12T \cdot \lg \left(\frac{12T \cdot 18P}{6P \cdot 12T} \right) = 12 \nu R T \lg 3$$

$$A_{41} = 4 \nu R T \lg \left(\frac{4T \cdot 6P}{4T \cdot 2P} \right) = 4 \nu R T \lg 3$$

$$A_{\Pi} = A_{23} - A_{41} = 12 \nu R T \lg 3 - 4 \nu R T \lg 3 = 8 \nu R T \lg 3$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} = \frac{3}{2} \nu R \cdot 8T = 4 \cdot 12 \nu R T$$

$$Q_H = \Delta U_{12} + A_{23} = 8 \nu R T \lg 3 + 12 \nu R T =$$

$$= 12 \nu R T (1 + \lg 3)$$

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

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

Ответ: 34,9 %

Дано:

$$V = 5000 \text{ м}^3$$

$$P(\text{H}_2) = 110 \text{ кПа}$$

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

$$\varphi_1 = 10\%$$

$$P_A = 100 \text{ кПа}$$

$$\varphi_2 = 90\%$$

$$P_H = 9000 \text{ Па}$$

$$m = ?$$

$$mg = \Delta F_{\text{выт}} \quad (2 \text{ закон Ньютона})$$

$$F_{\text{п}} = F_{\text{арх}} - mg = \rho_{\text{в}} \cdot g \cdot V - \rho_{\text{H}} g V =$$

$$= gV(\rho_{\text{воз}} - \rho_{\text{H}}) = gV \Delta \rho$$

$$\rho = \frac{p \cdot M}{R \cdot T} \Rightarrow \rho_{\text{сух}} = \frac{P_A \cdot M}{R \cdot T}$$

$$\rho_{\text{сух}} = \frac{100 \cdot 10^3}{8,31 \cdot 316} = 1,06$$

$$\rho_{\text{сух}} = 1,06 \text{ кг/м}^3$$

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

$$\rho_{\text{влаж.воз.}} = \rho_{\text{сух}} \cdot \left(1 - \frac{P_{\text{вод.пар.1}}}{P_{\text{атм}}}\right)$$

$$\rho_{\text{вод.пар.1}} = \frac{\varphi_1 \cdot P_H}{100} = 900 \text{ Па}$$

$$\rho_{\text{вод.пар.2}} = \frac{\varphi_2 \cdot P_H}{100} = 8100 \text{ Па}$$

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

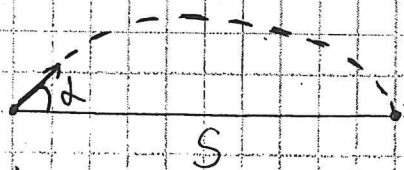
$$\rho_{\text{влаж.воз.}} = 1,06 \cdot \left(1 - \frac{8100}{100000}\right) = 0,97 \text{ кг/м}^3$$

$$\Delta \rho = 0,08 \text{ кг/м}^3$$

$$F_{\text{выт}} = 0,08 \cdot 10 \cdot 5000 = 4000$$

$$m = \frac{F_{\text{выт}}}{g} = \frac{4000}{10} = 400 \text{ кг}$$

Ответ: $m = 400 \text{ кг}$



α - угол под которым брошен первый

β - угол под которым брошен второй

$$L_1 = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$$

$$L_2 = \frac{v_0^2 \sin \beta}{g}$$

$$L_1 = L_2 \Rightarrow \sin 2\alpha = \sin \beta$$

$$180 - 2\alpha = \beta \quad | : 2$$

$$90 - \alpha = \alpha$$

$$2\alpha = 90$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$x_1 = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t$$

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

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

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

$$S = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} = \sqrt{\cos^2 \beta - 2 \cos \alpha \cos \beta + \cos^2 \alpha + \sin^2 \beta - 2 \sin \alpha \sin \beta} \cdot v_0 t = v_0 t \sqrt{2 - 2 \cos \alpha \cos \beta - 2 \sin \alpha \sin \beta}$$

РР