

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
525		Червоненко А.С. Жюри	
Шифр			041033

1.1. $A: t_{\text{всё } A} = \frac{S}{3v_{\text{ср}}} + \frac{S}{3v} + \frac{S}{3v_{\text{ср}}}$, где $v_{\text{ср}} = \frac{v + v_0}{2} = \frac{v}{2}$, т.к. $v_0 = 0 \text{ м/с}$ (1)
 $t_{\text{всё } A} = \frac{2S}{3v} + \frac{S}{3v} + \frac{2S}{3v} = \frac{5S}{3v}$; $t_{\text{всё } A}$ - всё время бега А

Пусть l - путь, пройденный Б за 1-ую и 3-ю треть времени
 $l = \frac{a \cdot (\frac{t}{3})^2}{2}$; $a = \frac{v - v_0}{2 \cdot \frac{t}{3}} = \frac{3v_{\text{ср}}}{t}$
 $l = \frac{v_{\text{ср}} (\frac{t}{3})^2}{2 \cdot \frac{t}{3}} = \frac{v_{\text{ср}} t}{6}$, подставим (1) $\frac{v t}{12}$

Пусть l_2 - путь, пройденный Б за 2-ю треть времени
 $S = 2l + l_2$
 $l_2 = v \cdot \frac{t}{3}$
 $S = 2 \cdot \frac{v t}{12} + v \cdot \frac{t}{3} = \frac{v t}{6} + \frac{v t}{3} = \frac{3v t}{6} = \frac{v t}{2}$
 $t = \frac{2S}{v}$

$\Delta t = t - t_{\text{всё } A} = \frac{2S}{v} - \frac{5S}{3v} = \frac{1S}{3v}$

Ответ: А прибежит первым; $\Delta t = \frac{1S}{3v}$ — 125

1.2. Пусть α - угол броска мячика 1-го пистолёра, а β - угол броска 2-го пистолёра
 $S = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$ - дальность полёта мячика (из баллистики)

$v_0 = \text{const}$, $g = \text{const}$ и $S = \text{const}$ $v_{01} = v_{02}$ (v_{01} - начальная скорость 1-го мячика, v_{02} - начальная скорость 2-го мячика), то

$\begin{cases} \sin 2\alpha = \sin 2\beta \\ \alpha \neq \beta \end{cases}$
 т.о. $\alpha = 30^\circ$
 $\beta = 60^\circ$

$h_{\text{max}} = \frac{(v_0 \sin \alpha)^2}{2g}$ - максимальная высота подъёма (из баллистики)

$t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$ - время полёта до наивысшей точки (где расстояние между мячиками будет минимально)

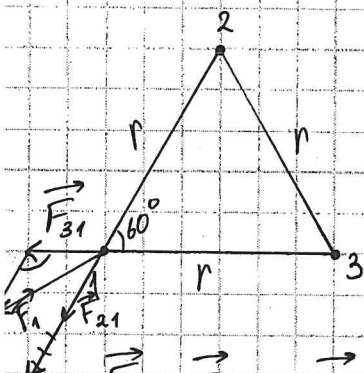
$h_{\text{max}_1} = \frac{v_0^2 \sin^2(30^\circ)}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2(2 \cdot 30^\circ)}{2g} = \frac{v_0^2 \sqrt{3}}{2g}$, h_{max_1} - h_{max} 1-го мяча
 $h_{\text{max}_2} = \frac{v_0^2 \sin^2(60^\circ)}{2g} = \frac{v_0^2 \sqrt{3}}{2g}$, h_{max_2} - h_{max} 2-го мяча

$h_{\text{max}_1} = h_{\text{max}_2}$, значит наименьшее расстояние между мячами равно 0 — 175

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

Ответ: 0

№4



в точке 1: φ_2 и φ_3 , q_1 - заряд 1-го шарика
в точке 2: φ_1 и φ_3 , q_2 - заряд 2-го шарика
в точке 3: φ_1 и φ_2 , q_3 - заряд 3-го шарика

$$\varphi_1 = k \frac{q_1}{r} \Rightarrow q_1 = \frac{\varphi_1 r}{k}$$

$$\varphi_2 = k \frac{q_2}{r} \Rightarrow q_2 = \frac{\varphi_2 r}{k}$$

$$\varphi_3 = k \frac{q_3}{r} \Rightarrow q_3 = \frac{\varphi_3 r}{k}$$

$\vec{F}_1 = \vec{F}_{21} + \vec{F}_{31}$, F_{21} - сила действующая F_{21} - сила взаимодействия 1-го и 2-го шарика
 F_{31} - сила взаимодействия 1-го и 3-го шарика

$$\begin{aligned} F_1^2 &= F_{21}^2 + F_{31}^2 - 2 \cdot F_{21} \cdot F_{31} \cdot \cos 60^\circ = \left(k \frac{q_1 q_2}{r^2} \right)^2 + \left(k \frac{q_1 q_3}{r^2} \right)^2 - \\ &- 2 \cdot \left(k \frac{q_1 q_2}{r^2} \right) \left(k \frac{q_1 q_3}{r^2} \right) \cdot \frac{1}{2} = \frac{q_1^2 k^2}{r^2} \left(\frac{q_2^2}{r^2} + \frac{q_3^2}{r^2} - q_2 q_3 \right) = \\ &= \left(\frac{\varphi_1 r}{k} \right)^2 k^2 \left(\left(\frac{\varphi_2 r}{k} \right)^2 + \left(\frac{\varphi_3 r}{k} \right)^2 - \frac{\varphi_2 \varphi_3 r^2}{k^2} \right) = \\ &= \frac{\varphi_1^2 r^2}{k^2} \cdot k^2 \left(\frac{\varphi_2^2 r^2}{k^2} + \frac{\varphi_3^2 r^2}{k^2} - \frac{\varphi_2 \varphi_3 r^2}{k^2} \right) = \\ &= \varphi_1^2 \left(\frac{\varphi_2^2}{k^2} + \frac{\varphi_3^2}{k^2} - \frac{\varphi_2 \varphi_3}{k^2} \right) = \frac{\varphi_1^2}{k^2} \left(\varphi_2^2 + \varphi_3^2 - \varphi_2 \varphi_3 \right) \end{aligned}$$

Ответ: $\frac{\varphi_1^2}{k^2} (\varphi_2^2 + \varphi_3^2 - \varphi_2 \varphi_3)$

158

Решение

$$T = 273 + t = 273 + 43 = 316 \text{ K}$$

$$pV = NkT = \frac{m}{\mu} RT = \frac{pV}{\mu} RT, \text{ где } R - \text{универсальная газовая постоянная}$$

$$p = \frac{p \mu}{RT} \Rightarrow p_1 = p_n \cdot \mu \cdot \varphi_1 = 9000 \cdot 0,1 = 900 \text{ Па}$$

$$p_2 = p_n \cdot \mu \cdot \varphi_2 = 9000 \cdot 0,9 = 8100 \text{ Па}$$

$$p_{01} = p_0 - p_1 = 10^5 - 900 = 99100 \text{ Па}$$

$$p_{02} = p_0 - p_2 = 10^5 - 8100 = 91900 \text{ Па}$$

№5 Дано

$$V = 5000 \text{ м}^3$$

$$\rho = 1,1 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$t = 43^\circ \text{C}$$

$$\varphi_1 = 0,1$$

$$p_0 = 10^5 \text{ Па}$$

$$\mu_n = 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$\varphi_2 = 0,9$$

$$\mu = 29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$p_n \cdot \mu = 9000$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$m = ?$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

p_{01} - окружающее давление при φ_1
 p_{02} - окружающее давление при φ_2

Из условия равновесия

$$m_{ш} + m = \begin{cases} F_{m1} = F_{A1}, & \text{где } F_{m1} - \text{сила тяжести шара с грузом, } F_{A1} - \text{сила Архимеда при } \varphi_1 \\ F_{m2} = F_{A2}, & \text{где } F_{m2} - \text{сила тяжести шара без груза, } F_{A2} - \text{сила Архимеда при } \varphi_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} m_{ш}g + mg = p_{01}gV, & \text{где } m_{ш} - \text{масса воздушного шара} \\ m_{ш}g + mg = p_{02}gV & \begin{matrix} p_{01} - \text{плотность атмосферы при } \varphi_1 \\ p_{02} - \text{плотность атмосферы при } \varphi_2 \end{matrix} \end{cases} \quad | :g$$

$$\begin{cases} m_{ш} + m = p_{01}V \\ m_{ш} + m = p_{02}V \end{cases}$$

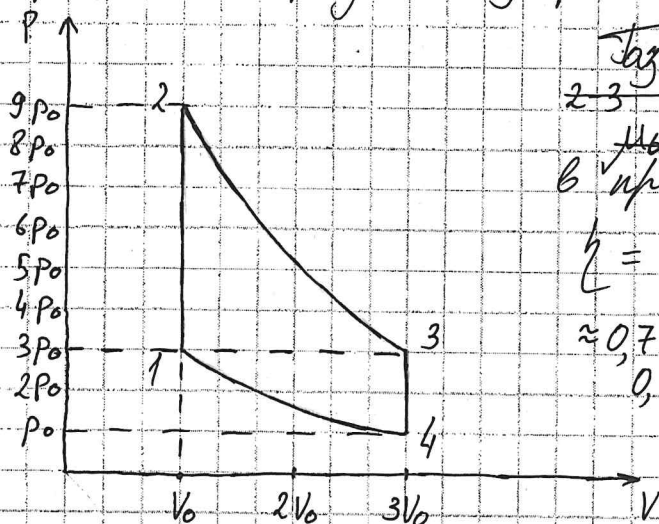
$$\begin{cases} m_{ш} + m = p_{01}V \\ m_{ш} + m = p_{02}V \end{cases}$$

$$\begin{cases} m_{ш} + m = \frac{p_{01}\mu}{RT}V \\ m_{ш} = \frac{p_{02}\mu}{RT}V \end{cases} \quad | -$$

$$m = \frac{\mu V}{RT} (p_{01} - p_{02}) = \frac{29 \cdot 10^{-3} \cdot 5000}{8,31 \cdot 316} (99100 - 91900) \approx 397,6 \text{ кг}$$

Ответ: $\approx 397,6 \text{ кг}$ — 136

н/з
Нарисуем график из $p-T$ в $p-V$



Газ отдаёт энергию в процессах 2-3 и 3-4 4-1 и 1-2

Мы перед газом передаётся энергия в процессах 4-1 и 1-2 2-3 и 3-4

$$\eta = \frac{A_{п}}{Q_{з}} = \frac{\frac{3}{2} \cdot 6 p_0 V_0 + 2 p_0 V_0}{6 p_0 2 V_0 + \frac{3}{2} \cdot 2 p_0 V_0} = \frac{11 p_0 V_0}{15 p_0 V_0} \approx$$

$$\approx 0,73$$

$$0,73 \cdot 100\% = 73\%$$

Ответ: 73% — 46