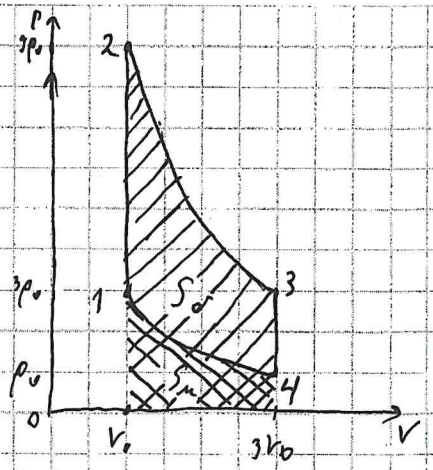
ОРМО
Открытая региональная межвузовская олимпиада

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
56.5		Червяковская И.С.	

Шифр 920682

№3



1 – $3P_0$; $2T_0$ Построим графики в $p(V)$

2 – $3P_0$; $6T_0$

3 – $3P_0$; $6T_0$

4 – P_0; $2T_0$

По закону Менделеева-Клапейрона

$pV = \nu RT$ Пусть: $V_0 = \frac{\nu R T_0}{P_0} \cdot \frac{2}{3}$

$V_1 = \frac{\nu R \cdot 2T_0}{3P_0} \Rightarrow V_1 = V_0$

$V_2 = \frac{\nu R 6T_0}{3p_0} = \frac{\nu R 2T_0}{3p_0} \Rightarrow V_2 = V_0$

$V_3 = \frac{\nu R 6T_0}{3p_0} = \frac{\nu R 2T_0}{p_0} \Rightarrow V_3 = 3V_0$

$V_4 = \frac{\nu R 2T_0}{p_0} \Rightarrow V_4 = 3V_0$

$Q_{23} + Q_{12} = Q_H$ $\quad Q_{34} + Q_{41} = Q_X$

$\eta = 1 - \frac{|Q_X|}{|Q_H|} \cdot 100\%$ $\quad \eta = 1 - \frac{|Q_{34} + Q_{41}|}{|Q_{23} + Q_{12}|} \cdot 100\%$

По I закону термодинамики

$Q = A + \Delta U$ $\quad Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2}|\nu R \Delta T_{12}| = \frac{3}{2}\nu R|T_2 - T_1| = \frac{3}{2}\nu R(6T_0 - 2T_0) =$

$Q_{12} = 6\nu R T_0$ $\quad Q_{23} = S_\sigma = A_{23}$ $\quad S_{41} = -S_M = A_{41}$

$Q_{34} = A_{34} + \Delta U_{34} = \Delta U_{34} = \frac{3}{2}\nu R(T_4 - T_3) = \frac{3}{2}\nu R(2T_0 - 6T_0) = -6\nu R T_0$

$\eta = 1 - \frac{|-6\nu R T_0 - S_M|}{|S_\sigma + 6\nu R T_0|} \cdot 100\% = 1 - \frac{S_M + 6\nu R T_0}{S_\sigma + 6\nu R T_0} \cdot 100\%$

$S_\sigma = \int_{V_0}^{3V_0} \frac{\nu R 6T_0}{V} dV = 6\nu R T_0 \cdot \ln V \Big|_{V_0}^{3V_0} = 6\nu R T_0 \ln 3V_0 - 6\nu R T_0 \ln V_0 = 6\nu R T_0 \ln 3$

$S_M = \int_{V_0}^{3V_0} \frac{\nu R 2T_0}{V} dV = 2\nu R T_0 \cdot \ln V \Big|_{V_0}^{3V_0} = 2\nu R T_0 \ln 3V_0 - 2\nu R T_0 \ln V_0 = 2\nu R T_0 \ln 3$

$\eta = 1 - \frac{2\nu R T_0 \ln 3 + 6\nu R T_0}{6\nu R T_0 \ln 3 + 6\nu R T_0} \cdot 100\% = 1 - \frac{\ln 3 + 3}{3\ln 3 + 3} \cdot 100\% \approx 35\%$

Ответ: 35 %

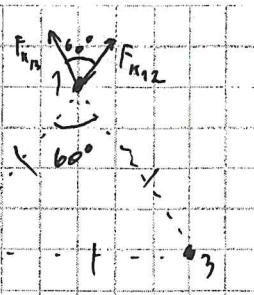
20

ОРМО
Открытая региональная межвузовская олимпиада

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр 520662

№4



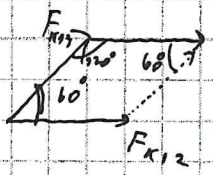
$\varphi_A - \varphi_B = U \quad \varphi_\infty = 0$

$U = \varphi_A \quad U = E d \quad E = \frac{k q_A}{d^2} \quad \varphi_A = \frac{k q_A}{d}$

$q = \frac{d\varphi}{k}$

$F_{K12} = k \frac{q_1 \cdot q_2}{d^2} = k \frac{d\varphi_1 \cdot d\varphi_2}{k \cdot k \cdot d^2} = \frac{\varphi_1 \cdot \varphi_2}{k}$

$F_{K13} = k \frac{q_1 \cdot q_3}{d^2} = k \frac{d\varphi_1 \cdot d\varphi_3}{k \cdot k \cdot d^2} = \frac{\varphi_1 \cdot \varphi_3}{k}$



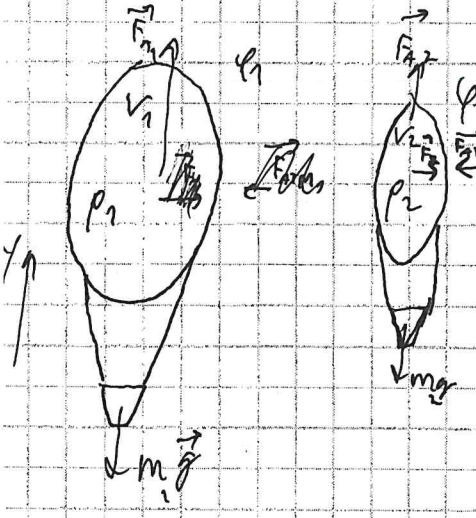
$\vec{F_1} = \vec{F_{K12}} + \vec{F_{K13}} \quad F_1$

$\vec{F_1} = \vec{F_{K12}} + \vec{F_{K13}} \quad |F_1| = \sqrt{F_{K12}^2 + F_{K13}^2 - 2 F_{12} \cdot F_{13} \cdot \cos 120^\circ} =$

$= \sqrt{\frac{\varphi_1^2 \varphi_2^2}{k^2} + \frac{\varphi_1^2 \varphi_3^2}{k^2} - 2 \frac{\varphi_1 \varphi_2}{k} \cdot \frac{\varphi_1 \varphi_3}{k} \cdot (-\frac{1}{2})} = \sqrt{\frac{\varphi_1^2}{k} \cdot (\varphi_2^2 + \varphi_3^2 + \varphi_2 \cdot \varphi_3)} = \frac{\varphi_1 \cdot \sqrt{\varphi_2^2 + \varphi_2 \varphi_3 + \varphi_3^2}}{k}$

Ответ: $F_1 = \frac{\varphi_1 \cdot \sqrt{\varphi_2^2 + \varphi_2 \varphi_3 + \varphi_3^2}}{k}$ = ? 196

№5



$\Delta m = m_1 - m_2$

По II закону Ньютона

OY: $F_{A_1} - m_1 g = 0 \quad m_1 g = \rho_{б_1} g V_1$

$m_1 = \rho_{б_1} V_1$

OY: $F_{A2} - m_2 g = 0 \quad m_2 g = \rho_{б_2} g V_2$

$m_2 = \rho_{б_2} V_2$

$\Delta m = \rho_{б_2} V_2 - \rho_{б_1} V_1 = \rho_б (V_2 - V_1)$

$\rho_{A_1} = \rho_c + \rho_1 \quad \rho_{A_2} = \rho_c + \rho_2 \quad \rho_1 = \varphi_1 \cdot \rho_{нп} \quad \rho_2 = \varphi_2 \cdot \rho_{нп}$

$\rho_{A_2} = \rho_{A_1} - \rho_1 + \rho_2 = \rho_{A_1} + \rho_{нп} (\varphi_2 - \varphi_1)$

$F_A = F_{A_1} \quad F = F_{атм} \Rightarrow \rho_2 = \rho_{A_2} \quad \rho_2 = \rho_{A_1} + \rho_н (\varphi_2 - \varphi_1)$

ОРМО
Открытая региональная межвузовская олимпиада

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

№5

По закону Менделеева-Клапейрона

$pV = \nu RT$ $\quad T = const \Rightarrow \nu RT = const \Rightarrow$

$pV = const$ $\quad p_1V_1 = p_2V_2$ $\quad V_2 = \frac{p_1V_1}{p_2}$

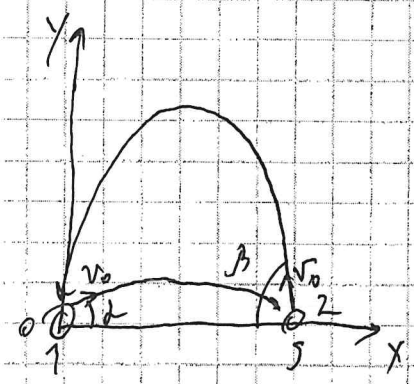
$\Delta m = \rho_B \cdot (V_1 + \frac{p_1}{p_2}V_1) = \rho_B V_1 (1 + \frac{p_1}{p_2}) = \rho_B V_1 (1 + \frac{p_{A_1} p_2}{p_{A_1}(p_2 - p_1)})$

ответ: $\rho_B = 1 \frac{кг}{м^3}$

$\Delta m = 1 \cdot 5000 \cdot (\frac{110 \cdot 10^3}{100 \cdot 10^3 \cdot 9000 \cdot (0{,}9 - 0{,}1)} - 1) = 130{,}6$ кг

Ответ: 130,6 кг

№2



Первый мячик:

$x_1 = v_0 \cos\alpha \cdot t$ $\quad y_1 = v_0 \sin\alpha \, t - \frac{gt^2}{2}$

Второй мячик:

$x_2 = S - v_0 \cos\beta \cdot t$ $\quad y_2 = v_0 \frac{\sin\beta}{\cos\beta} \cdot t - \frac{gt^2}{2}$

~~$0 = v_0 \cdot \sin\alpha - g \cdot \frac{t}{2}$ $\quad t = \frac{2v_0 \sin\alpha}{g}$~~

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

$r = \sqrt{(v_0 \cdot \cos\alpha \cdot t - S + v_0 \cos\beta \cdot t)^2 + (v_0 \cdot \sin\alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} - v_0 \cos\beta \cdot t + \frac{gt^2}{2})^2} =$

$= \sqrt{(v_0 \cdot \cos\alpha \, t + v_0 \cdot \cos\beta \cdot t - S)^2 + (v_0 \sin\alpha \cdot t - v_0 \cdot \frac{\sin\beta}{\cos\beta} \cdot t)^2}$

$0 = v_0 \cdot \sin\alpha - g\frac{t}{2}$ $\quad t = \frac{2v_0 \sin\alpha}{g}$ $\quad S = v_0 \cdot \cos\alpha \cdot t = \frac{2v_0 \sin\alpha}{g} \cdot \cos\alpha v_0 = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$

$0 = v_0 \cdot \sin\beta - g\frac{t}{2}$ $\quad t = \frac{2v_0 \sin\beta}{g}$ $\quad S = v_0 \cos\beta \cdot t = \frac{2v_0 \sin\beta \cdot \cos\beta \cdot v_0}{g} = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\beta}{g}$

$S = S$ $\quad \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\beta}{g} \Rightarrow$ $\quad \sin 2\alpha = \sin 2\beta$

т.к. $\alpha \neq \beta \Rightarrow$ $\quad 2\beta = 180 - 2\alpha$ $\quad \boxed{\beta = 90 - \alpha}$

$r = \sqrt{v_0 t \cdot \cos\alpha + v_0 t \cdot \sin\alpha - S)^2 + (v_0 t \sin\alpha - v_0 t \cdot \cos\alpha)^2} = \sqrt{(v_0 t (\sin\alpha + \cos\alpha) - S)^2 + (v_0 t (\sin\alpha - \cos\alpha))^2} =$

$= \sqrt{v_0^2 t^2 (1 + \sin 2\alpha) - 2v_0 t S (\sin\alpha + \cos\alpha) + S^2 + v_0^2 t^2 (1 - \sin 2\alpha)} = \sqrt{2v_0^2 t^2 - 2v_0 t S (\sin\alpha + \cos\alpha) + S^2}$

ОРМО
Открытая региональная межвузовская олимпиада

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

$f(t) = 2V_0^2 t^2 - 2V_0 t S(\sin\alpha + \cos\alpha) + S^2$

Парабола, ветви ↑ : $f(t)_{min} \Rightarrow f(t_0) =$ вершина

$t_0 = -\frac{b}{2a}$ $\quad t_0 = \frac{-(-2V_0 S(\sin\alpha+\cos\alpha))}{2 \cdot 2V_0^2} = \frac{S(\sin\alpha+\cos\alpha)}{2V_0}$

$r_{min} = \sqrt{2V_0^2 \cdot \left(\frac{S(\sin\alpha+\cos\alpha)}{2V_0}\right)^2 - 2V_0 S(\sin\alpha+\cos\alpha) \cdot \frac{S(\sin\alpha+\cos\alpha)}{2V_0} + S^2} =$

$= \sqrt{\frac{2V_0^2 \cdot S^2(\sin\alpha+\cos\alpha)^2}{4V_0^2} - S^2(\sin\alpha+\cos\alpha)^2 + S^2} =$

$= \sqrt{S^2(\sin\alpha+\cos\alpha)^2 - S^2(\sin\alpha+\cos\alpha)^2 + S^2} = \sqrt{S^2} = S$

Ответ: S

10