

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
74б.		Червонская Нс	Рис

N 1

2. Запишем систему уравнений для

3. Запишем уравнения для каждого отрезка пути АПОПА.

$$\frac{S}{3} = \frac{a_A t_1^2}{2}$$

$$\frac{S}{3} = V_{A2} t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{S}{3V}$$

$$\frac{S}{3} = V_{A3} t_3 - \frac{a_A t_3^2}{2}$$

В конце дистанции и в начале ее скорость = 0 $\Rightarrow$ начать от разгона до скорости V

$$V = a_A t_1$$

после торможения

$$0 = V - a_A t_3$$

$$\left. \begin{array}{l} V = a_A t_1 \\ V = a_A t_3 \end{array} \right\} \Rightarrow t_1 = t_3$$

Сложим все уравнения

$$S = \frac{a_A t_1^2}{2} + V_{A2} t_2 + V_{A3} t_3 - \frac{a_A t_3^2}{2} = V_{A2} t_2 + V_{A3} t_3 = \frac{S}{3} + V_{A3} t_3 \Rightarrow t_3 = \frac{2}{3} \frac{S}{V} - \frac{2S}{3V}$$

$$\Delta t_A = t_1 + t_2 + t_3 = 2t_3 + t_2 = \frac{4S}{3V} + \frac{S}{3V} = \frac{5S}{3V}$$

Δt_A - время за которое пройдет АПОПА

2. Запишем уравнения для каждого отрезка пути БОРИСА

$$S_1 = \frac{a_B t_1^2}{18}$$

$$S_2 = V_{B3} t_3$$

$$S_3 = V_{B3} t_3 - \frac{a_B t_3^2}{18}$$

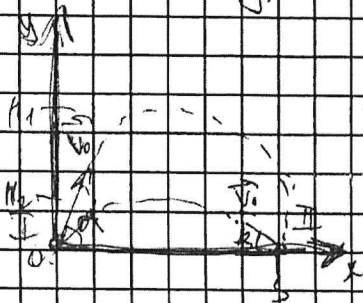
$$S = S_1 + S_2 + S_3 = \frac{a_B t_1^2}{18} + V_{B3} t_3 - \frac{a_B t_3^2}{18} = \frac{2}{3} \frac{V_{B3} S}{V} \Rightarrow \Delta t_B = \frac{3S}{2V}$$

см. стр 2.

N 2 продолжение.

L - расстояние между мачтами.

Запишем уравнение энергии для конуса мачты.



$$I \quad x(t) = V_0 \cos \alpha t$$

$$t = \frac{x}{V_0 \cos \alpha}$$

$$y(t) = V_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

$$II \quad x(t) = S - V_0 \cos \beta t$$

$$y(t) = V_0 \sin \beta t - \frac{g t^2}{2}$$

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

Находим

$$L(t) = \sqrt{(V_0 \cos \alpha t - S + V_0 \cos \beta t)^2 + (V_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} - V_0 \sin \beta t + \frac{g t^2}{2})^2} =$$

$$= \sqrt{(V_0 t (\cos \alpha + \cos \beta) - S)^2 + (V_0 t (\sin \alpha - \sin \beta))^2}$$

L мин будет при $L'(t) = 0$.

L мин будет при нуле второй производной.

$$(V_0^2 t^2 (\cos \alpha + \cos \beta)^2 - V_0 t (\cos \alpha + \cos \beta) \cdot S + S^2 + V_0^2 t^2 (\sin \alpha - \sin \beta)^2)' = 0$$

$$2 V_0^2 t (\cos \alpha + \cos \beta) - V_0 S (\cos \alpha + \cos \beta) + 2 V_0^2 t (\sin \alpha - \sin \beta)^2 = 0$$

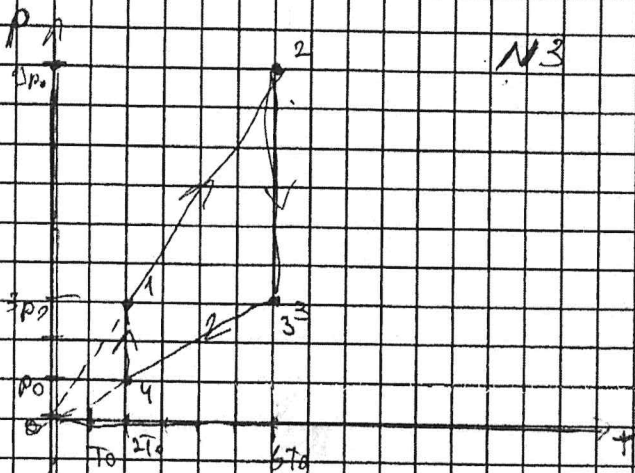
$$t = \frac{S (\cos \alpha + \cos \beta)}{2 V_0 (\cos \alpha + \cos \beta)^2 + (\sin \alpha - \sin \beta)^2} = \frac{S (\cos \alpha + \sin \alpha)}{4 V_0}$$

$$L_{\min} = \dots$$

L мин будет расстояние между вершинами парабол

$$L_{\min} = H_1 - H_2$$

$$H_1 = \frac{x \sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{g x^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{S \sin \alpha}{2 V_0 \cos \alpha} - \frac{g S^2}{8 V_0^2 \cos^2 \alpha}$$



$$\eta = ?$$

прислать

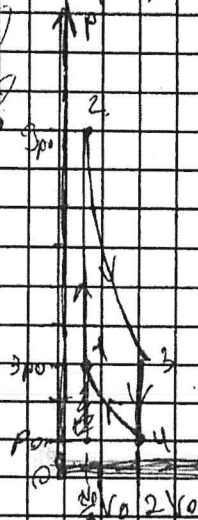
$$1-2: p \uparrow T \uparrow$$

$$2-3: T = \text{const } p \downarrow$$

$$3-4: T \downarrow p \downarrow$$

$$4-1: T = \text{const } p \uparrow$$

Перерисуем график в осях pV.



Заменим уравнение Менделеева-Клапейрона $pV = \nu R T$ константа ν неизм. $\nu R = \frac{p_0 V_0}{T_0}$

$$1: 3p_0 V_1 = \nu R 2T_0$$

$$V_1 = \frac{\nu R 2T_0}{3p_0} = \frac{2V_0}{3}$$

$$2: 3p_0 V_2 = \nu R 6T_0$$

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

$$3: 3p_0 V_3 = \nu R 6T_0$$

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

$$4: p_0 V_4 = \nu R 2T_0$$

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

$$\text{const} = \nu R T_0$$

$$\eta = \frac{A_{\text{полн}}}{Q_{\text{полн}}}$$

$\begin{pmatrix} 2-3 \\ 4-1 \end{pmatrix}$ - изохоры A - работа по графику $\delta Q = \delta A + \delta U$

$$Q_{\text{полн}} = Q_{1-2} + Q_{2-3} = \Delta U_{1-2} + A_{1-2} + \Delta U_{2-3} + A_{2-3} = -A_{2-3} + \Delta U_{1-2}$$

$$A_{\text{полн}} = A_{2-3} + A_{4-1}$$

$pV = \text{const}$ н.к. изохоры. $\Rightarrow p(V) = \frac{\text{const}}{V}$

$$A_{2-3} = \int_{V_2}^{V_3} p(V) dV = \int_{2V_0}^{2V_0} \frac{\text{const}}{V} dV = \text{const} \cdot \ln \frac{V_3}{V_2} = \text{const} \cdot \ln \frac{2V_0}{2V_0} = 0$$

$$A_{4-1} = \int_{V_4}^{V_1} p(V) dV = \int_{2V_0}^{2/3 V_0} \frac{\text{const}}{V} dV = \text{const} \cdot \ln \frac{V_1}{V_4} = \text{const} \cdot \ln \frac{2/3 V_0}{2V_0} = \text{const} \cdot \ln \frac{1}{3}$$

N 3 упражнение.

$$A_{2-3} = \frac{12 \cdot R T_0}{V_0^2}$$

$$A_{4-1} = \int_{V_0}^{2V_0} \frac{p}{V} dV = \text{const} \int_{V_0}^{2V_0} \frac{1}{V} dV = \text{const} \left(\ln \frac{2V_0}{V_0} \right) = \text{const} \ln 2$$

$$\Delta U_{1-2} = \frac{3}{2} \cdot \frac{8}{3} \cdot p_0 V_0 - \frac{3}{2} \cdot \frac{8}{3} \cdot p_0 V_0 = 6 p_0 V_0 - 2 p_0 V_0 = 4 p_0 V_0$$

$$= -\frac{12 R T_0}{V_0} = -\frac{12 R T_0}{V_0}$$

$$\eta = \frac{A_{1-2} + A_{2-3}}{A_{1-2} + A_{4-1}} = \frac{12 p_0 V_0 + 12 p_0 V_0}{12 p_0 V_0 + 4 p_0 V_0} = \frac{24}{16} = \frac{3}{2} = 50\%$$

$$\eta = \frac{A_{1-2} + A_{4-1}}{\Delta U_{1-2} + A_{1-2}} = \frac{12 p_0 V_0 - 4 p_0 V_0}{12 p_0 V_0 + 4 p_0 V_0} = \frac{8}{16} = \frac{1}{2} = 50\%$$

Итого: $\eta = 50\%$

или приходим к тому же результату.

$$Q_{1-2} + Q_{2-3} + Q_{3-4} + Q_{4-1} = 0$$

$$\Delta U_{1-2} + A_{2-3} + \Delta U_{3-4} + A_{4-1} = 0$$

$$\Delta U_{1-2} = \frac{3}{2} \left(\frac{8}{3} \cdot p_0 V_0 - \frac{2}{3} \cdot p_0 V_0 \right) = 4 p_0 V_0 \cdot \frac{3}{2} = 6 p_0 V_0$$

$$\Delta U_{3-4} = \frac{3}{2} (2 p_0 V_0 - 6 p_0 V_0) = -6 p_0 V_0$$

$$\Delta U_{1-2} = \frac{3}{2} \cdot \frac{8}{3} \cdot p_0 V_0 - \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot p_0 V_0 = 4 p_0 V_0 \cdot \frac{3}{2} = 6 p_0 V_0$$

$$\Delta U_{2-3} = \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot p_0 V_0 - \frac{3}{2} \cdot \frac{8}{3} \cdot p_0 V_0 = -4 p_0 V_0 \cdot \frac{3}{2} = -6 p_0 V_0$$

$$\Delta U_{3-4} = \frac{3}{2} \cdot \frac{8}{3} \cdot p_0 V_0 - \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot p_0 V_0 = 4 p_0 V_0 \cdot \frac{3}{2} = 6 p_0 V_0$$

$$\Delta U_{4-1} = \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot p_0 V_0 - \frac{3}{2} \cdot \frac{8}{3} \cdot p_0 V_0 = -4 p_0 V_0 \cdot \frac{3}{2} = -6 p_0 V_0$$

Итого: $\eta = 50\%$

124

№ 5

Решо:

$$p_{H_2} = 110 \text{ кПа}$$

$$p_{A_2} = 100 \text{ кПа}$$

$$V_1 = 5000 \cdot 10^{-3}$$

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

$$p_1 = 10\%$$

$$p_2 = 90\%$$

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

по II з.з.

$$Q_y: F_A \pm mg \rightarrow$$

$$F_A = mg$$

$$p_A V = mg$$

$$p_A V = m$$

$$F_A = p_A V$$

Запишем уравнение состояния идеального газа
атмосферы и газа в баллоне.

$$K_{12} = p_{12} V = \sum n_i R T$$

$$A_{H_2}: p_{A_2} V = p_{A_2} R T = \frac{m}{M_{A_2}} R T$$

$$p_{A_2} = \frac{p_{A_2} R T}{M_{A_2}}$$

$$p_{A_1} = \frac{p_{A_1} R T}{M_{A_2}}$$

$$p_{A_2} = \frac{p_{A_2} R T}{M_{A_2}}$$

$$p_{A_2} = \frac{p_{A_2} R T}{M_{A_2}}$$

$$p_{A_2} = \frac{p_{A_2} R T}{M_{A_2}}$$

$$p_{A_2} = \frac{p_{A_2} R T}{M_{A_2}}$$

$$p_{A_1} = \frac{p_{A_1} R T}{M_{A_2}}$$

$$p_{A_2} = \frac{p_{A_2} R T}{M_{A_2}}$$

$$p_{A_1} = \frac{p_{A_1} R T}{M_{A_2}}$$

$$p_{A_2} = \frac{p_{A_2} R T}{M_{A_2}}$$

Получим уравнение



по II з.з.

$$Q_y: F_A \pm (m - \Delta m)g \rightarrow$$

$$p_{A_2} V = (m - \Delta m)g$$

$$p_{A_2} V = m - \Delta m$$

$$\Delta m = m - p_{A_2} V$$

$$= p_{A_1} V - p_{A_2} V$$

$$p_1 = p_1 \cdot p_{H_2}$$

$$p_2 = p_2 \cdot p_{H_2}$$

$$p_{A_2} - p_{A_1} = p_2 - p_1$$

N5 продолжение.

$$PA_2 = p_2 - p_1 + PA_1 = \cancel{p_2} (p_2 - p_1) \cdot \gamma_{\text{пл}} + PA_1 = (0,8 - 0,1) \cdot 9000 + 110 \cdot 10^3 = 117100 \text{ ГПа}$$

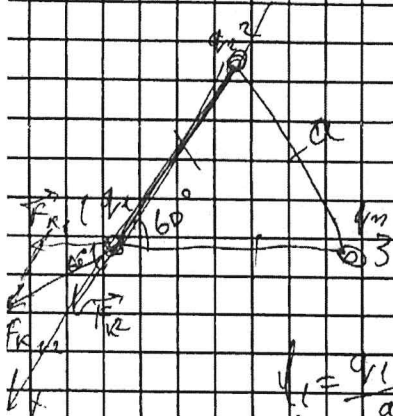
N4.

Пусть у нас есть заряды q_1, q_2, q_3

$$F_{K1-2} = F_1$$

$$\vec{F}_{K1-2} = \vec{F}_{K1} + \vec{F}_{K2}$$

$$F_K = \frac{q_1 \cdot q_2 \cdot k}{r^2}$$



$$U_1 = \frac{q_1 k}{a}$$

$$U_2 = \frac{q_2 k}{a}$$

$$U_3 = \frac{q_3 k}{a}$$

по принципу суперпозиции потенциалов.

$$U_{\text{точка 2}} = U_1 + U_2 = \frac{k}{a^2} (q_1 + q_2)$$

$$U_{\text{точка 3}} = U_2 + U_1 = \frac{k}{a^2} (q_2 + q_1)$$

$$U_{\text{точка 1}} = U_2 + U_3 = \frac{k}{a^2} (q_2 + q_3)$$

$$\text{Многа } F_{\text{точка 2}} = (U_1 + U_2) \cdot q$$

$$F_{\text{точка 3}} = (U_2 + U_1) \cdot q$$

$$F_{\text{точка 1}} = (U_2 + U_3) \cdot q$$

$$\text{многа } F_1 = q \cdot E = q \cdot 10^3 \cdot (U_1 + U_2) \cdot a = q k (q_2 + q_3) / a = k q_1 \cdot (q_2 + q_3)$$

$$F_{K1} = \frac{k q_1 \cdot q_3}{a^2} = \frac{U_1 \cdot q_3}{a} = \frac{U_1 \cdot U_3}{k}$$

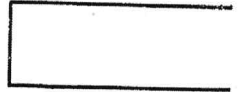
$$F_{K2} = \frac{k q_2 \cdot q_1}{a^2} = \frac{U_1 \cdot q_2}{a} = \frac{U_1 \cdot U_2}{k}$$

N2 продолжение.

$$H_1 = \frac{V_{0y}^2 - V_{0x}^2}{2g} = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$H_2 = \frac{V_{0y}^2 - V_{0x}^2}{2g} = \frac{V_0^2 \sin^2 \beta}{2g}$$

$$L_{\text{min}} = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} - \frac{V_0^2 \sin^2 \beta}{2g} = \frac{V_0^2}{2g} (\sin^2 \alpha - \sin^2 \beta) = \frac{V_0^2}{2g} (\sin^2 \alpha - \cos^2 \alpha) = -\frac{V_0^2}{2g} \cos(2\alpha) = -\frac{V_0^2}{2g} \cos(180 - 2\alpha) =$$



N 2 упражнение

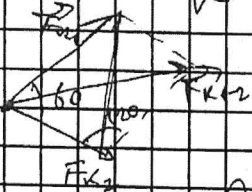
$$L_{min} = \frac{V_0^2}{2g} \cos 2\alpha$$

$$\sin 2\alpha = \frac{gS}{V_0^2}$$

N 4 упражнение

$$F_{K1} = \frac{\rho_1 \rho_3}{K}$$

$$F_{K2} = \frac{\rho_1 \rho_2}{K}$$



$$F_{K12}^2 = F_1^2 = F_{K1}^2 + F_{K2}^2 + 2F_{K1}F_{K2} \cos 90^\circ$$

$$F_1 = \sqrt{\frac{\rho_1^2}{K^2}(\rho_3^2 + \rho_2^2) + 2\frac{\rho_1^3 \rho_2 \rho_3}{K^2 \cdot 2}} = \frac{\rho_1}{K} \sqrt{\rho_3^2 + \rho_2^2 + \rho_2 \rho_3}$$

Ответ: $F_1 = \frac{\rho_1}{K} \sqrt{\rho_3^2 + \rho_2^2 + \rho_2 \rho_3} = ?$ 188

 ~~$P_{A1} =$~~

N 5 упражнение

$$P_{A1} = P_2 + P_1$$

$$P_{A1} = P_2 + P_1$$

$$P_{A2} = P_2 + P_1$$

~~$P_{A2} = P_2 + P_1$~~

$$P_{A2} = P_{A1} = P_2 - P_1$$

$$P_1 = \frac{P_1 R T}{M_{H_2O}} = \frac{\rho_1 \cdot p_{H_2O} \cdot R T}{M_{H_2O}} =$$

$$P_2 = \frac{\rho_2 \cdot p_{H_2O} \cdot R T}{M_{H_2O}} =$$

$$P_{A1} = P_{A2} \cdot \frac{P_{A1}}{P_{A2}} = \frac{100 \cdot 10^3}{11 \cdot 1000} \Rightarrow P_{A2} = P_{A1} \cdot \frac{259}{293}$$