

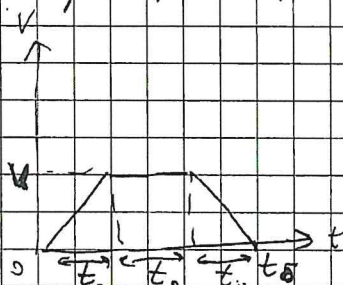
Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
725		Червinskaya АЕ	Андрей

N1

Дано: $S, V_A = V_B = V$ Найти: $t_A, t_B?$
 $\Delta t - ?$

Примерный график Бориса:

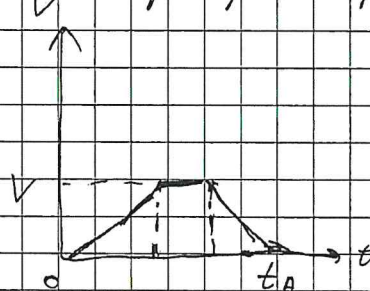


$$V_{cp1} = V_{cp3} = \frac{V}{2}$$

$$S = t_0 \cdot \frac{V}{2} + t_0 \cdot V + t_0 \cdot \frac{V}{2} = \frac{t_0 \cdot 2V}{2} \Rightarrow t_0 = \frac{3}{2} \frac{S}{V} \Rightarrow t_B < t_A$$

Ответ: Борис быстрее, на $\frac{1}{6} \frac{S}{V}$

Примерный график V(t) Антона:



$$V_1 = V_3 = V$$

$$S_1 = S_3 \Rightarrow t_1 = t_3$$

(1 и 3 - уг. пути Антона)

$$V_{cp1} = V_{cp3} = \frac{V}{2}$$

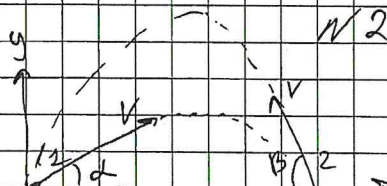
(2 - уг. путь Антона)

Запишем площадь графика Антона t_A :

$$t_A = \frac{S}{\frac{3(V)}{2}} + \frac{S}{3V} + \frac{S}{3(\frac{V}{2})} =$$

$$= \frac{S(\frac{2}{3} + \frac{1}{3} + \frac{2}{3})}{3V} = \frac{5S}{3V}$$

$$\Delta t = t_A - t_B = \left(\frac{5}{3} - \frac{3}{2}\right) \frac{S}{V} = \frac{1}{6} \frac{S}{V}$$

 S_0, V_0 $\Delta l_{min}?$ 

$$x_1(t) = V \cos \alpha t$$

$$y_1(t) = V \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$x_2(t) = S - V \cos \alpha t$$

$$y_2(t) = V \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$x_2(t_1) = S = V \cos \alpha t_1 = \frac{V^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$y_1(t_1) = 0 \Rightarrow t_1 = \frac{2V \sin \alpha}{g}$$

$$S = \frac{V^2 \sin 2\alpha}{g}$$

или 2-ой

Известно $\sin 2\alpha = \sin 2\beta$

При этом $\alpha \neq \beta$, $2 < \frac{\pi}{2}$, $\beta < \frac{\pi}{2}$

$$2\beta + 2\alpha = \pi, \quad \beta + \alpha = \frac{\pi}{2}$$



$$\cos \alpha = \sin \beta$$

$$\sin \alpha = \cos \beta$$

Расстояние Δl между маячками

$$\Delta l^2(t) = (x_2(t) - x_1(t))^2 + (y_2(t) - y_1(t))^2 = V^2 t^2 (\sin \beta - \sin \alpha)^2 + (L - Vt(\cos \beta + \cos \alpha))^2$$

$$\Delta l^2(t) = V^2 t^2 (\sin^2 \beta - 2 \sin \alpha \sin \beta + \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha + 2 \cos \alpha \cos \beta + \cos^2 \beta) + S^2 - 2VtS(\sin \alpha + \cos \alpha) = 2V^2 t^2 - 2VtS(\sin \alpha + \cos \alpha) + S^2$$

находим
с помощью
вероятно

$$(\Delta l^2)_{\min} = \frac{2V^2 S^2 (\sin \alpha + \cos \alpha)^2}{4V^2} + S^2 - 2VtS(\sin \alpha + \cos \alpha) \quad \leftarrow \text{повернем}$$

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

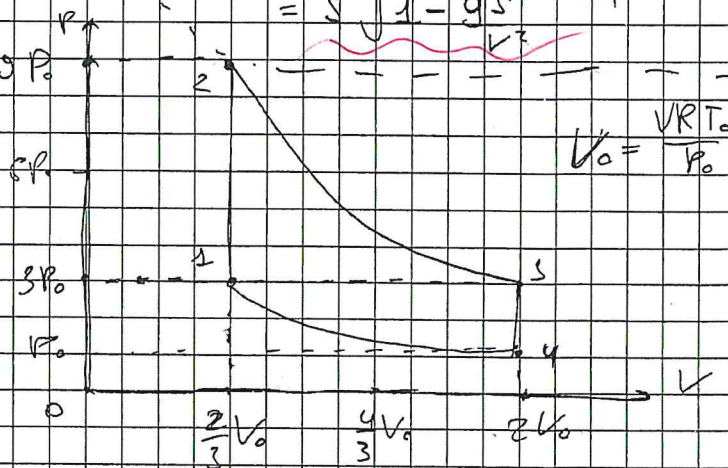
$$S = \frac{2V^2 \sin 2\alpha}{g} \Rightarrow \sin 2\alpha = \frac{gS}{2V^2} \Rightarrow (\Delta l^2)_{\min} = S^2 (1 - \frac{gS}{V^2})$$

Ответ: $S \sqrt{1 - \frac{gS}{V^2}}$

$$\Delta l_{\min} = \sqrt{(\Delta l^2)_{\min}} = S \sqrt{1 - \frac{gS}{V^2}}$$

Преобразуем
в координаты $P(V)$

- 1-2: $\frac{P}{T} = \cos \beta \Rightarrow$ изотерма
- 2-3: $T = \cos \beta \Rightarrow$ изотерма
- 3-4: $P = \cos \beta \Rightarrow$ изотерма
- 4-1: $T = \cos \beta \Rightarrow$ изотерма



$$1-2: 5P_0 \cdot V_1 = VR 2T_0$$

$$V = \frac{2VR 2T_0}{5P_0} = \frac{2}{3} V_0$$

$$3-4: 3P_0 \cdot V_2 = VR 6T_0 \Rightarrow V_2 = 2V_0$$

см. алгоритм (N3)

Запишем работу газа для процесса 2-3:

$$A_{23} = \int P dV = \int \frac{k dV}{V} = \int_{V_2}^{V_3} k \ln V = k \ln k \ln \frac{V_3}{V_2} = 6 P_0 V_0 \ln 3$$

$$P_2 V_2 = 2 P_0 \cdot \frac{2}{3} V_0 = 6 P_0 V_0$$

$$P_2 = \frac{6 P_0 V_0}{V_2} \Rightarrow P(V) = \frac{6 P_0 V_0}{V} = \frac{k}{V} \Rightarrow k = 6 P_0 V_0$$

Работа газа 3-4 (отрицательная):

$$A_{34} = \int P dV = \int \frac{k_2 dV}{V} = \int_{V_3}^{V_4} k_2 \ln V = k_2 \ln \frac{V_4}{V_3} = -2 P_0 V_0 \ln 3$$

$$P_4 V_4 = P_0 2 V_0 = 2 P_0 V_0$$

$$P(V) = \frac{2 P_0 V_0}{V} = \frac{k_2}{V} \Rightarrow k_2 = 2 P_0 V_0$$

Запишем 3-й термодинамический закон:

$$1-2: Q_1 = \frac{3}{2} \sqrt{R} \Delta T_1 = \frac{3}{2} \cdot 4 P_0 V_0 = 6 P_0 V_0$$

$$2-3: Q_2 = A_{23} = 6 P_0 V_0 \ln 3$$

$$3-4: Q_3 = \frac{3}{2} \sqrt{R} \Delta T_2 = -6 P_0 V_0$$

$$4-1: Q_4 = A_{41} = -2 P_0 V_0 \ln 3$$

$$\eta = \frac{A_{23} + A_{41}}{Q_1 + Q_2} = \frac{4 P_0 V_0 \ln 3}{6 P_0 V_0 (1 + \ln 3)} = 0,35$$

Ответ: 0,35 ← ответ нужно было дать в процентах по условию задачи!

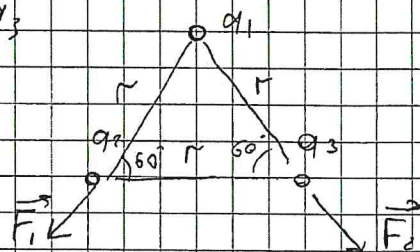
нч

- аналогично с q_2 и q_3

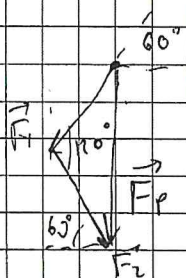
$$F_1 = \frac{k q_1}{r} \quad \checkmark$$

$$F_2 = \frac{k q_2}{r} \quad \checkmark$$

$$F_3 = \frac{k q_3}{r} \quad \checkmark$$



см лист 4



$$F_1 = \frac{kq_1q_2}{r^2}, \quad F_2 = \frac{kq_1q_3}{r^2}$$

$$F_1 = \frac{\varphi_1\varphi_2}{k}, \quad F_2 = \frac{\varphi_1\varphi_3}{k}$$

$$\begin{aligned} \text{т. кос.} \quad F_p^2 &= F_1^2 + F_2^2 - 2F_1F_2 \cos 120^\circ = \\ &= F_1^2 + F_2^2 + F_1F_2 = \frac{1}{k^2} (\varphi_1^2\varphi_2^2 + \varphi_1^2\varphi_3^2 + \varphi_1^2\varphi_2\varphi_3) \end{aligned}$$

$$F_p = \frac{\varphi_1}{k} \sqrt{\varphi_2^2 + \varphi_3^2 + \varphi_2\varphi_3}$$

$$\text{Ответ: } \frac{\varphi_1}{k} \sqrt{\varphi_2^2 + \varphi_3^2 + \varphi_2\varphi_3}$$

$$\eta_1 = 10\% = \frac{P_{\text{нагн}}}{P_{\text{нагн}} 43^\circ} \Rightarrow P_{\text{нагн}} = 0,1 \cdot 9 \text{ кПа} = 900 \text{ Па}$$

$$\eta_2 = 20\% = \frac{P_{\text{нагн}}}{P_{\text{нагн}} 45^\circ} \Rightarrow P_{\text{нагн}} = 0,2 \cdot 9 \text{ кПа} = 1800 \text{ Па}$$

$$T = \text{const} \Rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad - \text{шар расширяется, уменьшается}$$

$$P_1 = P_2 \frac{V_2}{V_1} = 110 \text{ кПа}$$