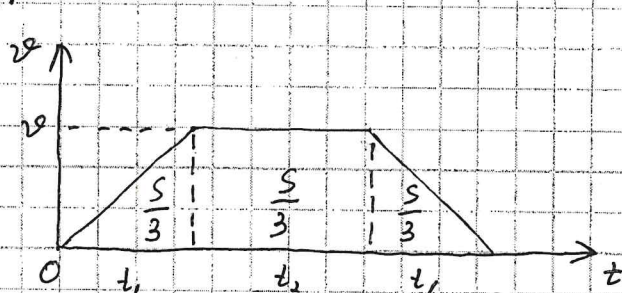


Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
705		Червильская АС Жер	
Шифр			041832

№1

А:



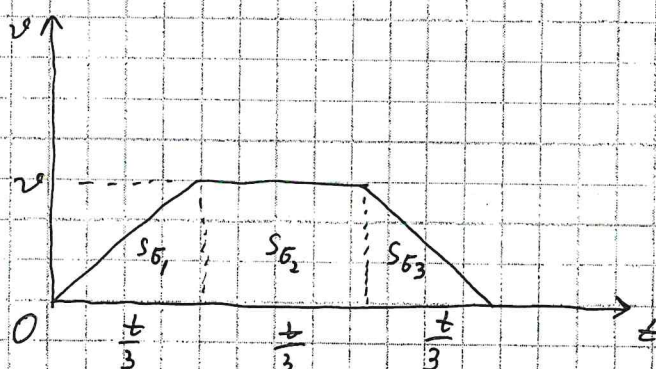
$$\begin{cases} \frac{S}{3} = \frac{v t_1}{2} \\ \frac{S}{3} = v t_2 \\ \frac{S}{3} = \frac{v t_1}{2} \end{cases} \Rightarrow S = \frac{v t_1}{2} + v t_2 + \frac{v t_1}{2}$$

$$S = v t_1 + v t_2 \quad ; \quad S = v 2 t_1 + v t_2 = 3 v t_2$$

$$\frac{v t_1}{2} = v t_2$$

$$t_1 = 2 t_2$$

Б:



$$\begin{cases} S_{B1} = \frac{v \cdot \frac{t}{3}}{2} \\ S_{B2} = v \cdot \frac{t}{3} \\ S_{B3} = \frac{v \cdot \frac{t}{3}}{2} \end{cases} \Rightarrow S = \frac{v t}{6} + \frac{v t}{3} + \frac{v t}{6}$$

$$S = \frac{2 v t}{3}$$

$$\begin{cases} S = \frac{2 v t}{3} \\ S = 3 v t_2 \end{cases} ;$$

$$\frac{2 v t}{3} = 3 v t_2$$

$$t = 4,5 t_2$$

t_0 - время за которое проедет жюри

$$t_0 = t_1 + t_2 + t_1 = 2 t_1 + t_2 = 4 t_2 + t_2 = 5 t_2$$

t - время за которое проедет Тарас

$$\Delta t = t_0 - t = 5 t_2 - 4,5 t_2 = 0,5 t_2$$

$$S = 3 v t_2$$

$$t_2 = \frac{S}{3 v}$$

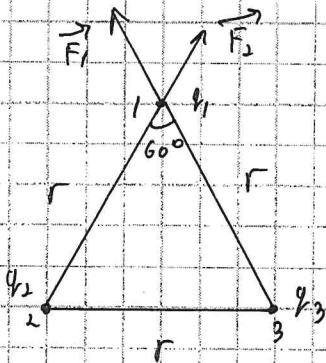
$$\Delta t = 0,5 t_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{S}{3 v} = \frac{S}{6 v}$$

Ответ: Тарас: $\frac{S}{6 v}$

705

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

№4



r - сторона треугольника

q_1, q_2, q_3 - заряды шариков

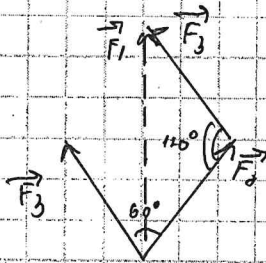
F_2 - сила, с которой действует q_2 на q_1

F_3 - сила, с которой действует q_3 на q_1

$$\varphi = \frac{q}{r} \quad F = \frac{k q_1 q_2}{r^2} \quad , \quad q = \frac{\varphi r}{k}$$

$$F_3 = \frac{k q_1 q_3}{r^2} = \frac{k \cdot \varphi_1 r \cdot \varphi_3 r}{k \cdot k \cdot r^2} = \frac{\varphi_1 \varphi_3}{k}$$

$$F_2 = \frac{k q_1 q_2}{r^2} = \frac{k \varphi_1 r \cdot \varphi_2 r}{k \cdot k \cdot r^2} = \frac{\varphi_1 \varphi_2}{k}$$



По теореме косинусов

$$F_1^2 = F_2^2 + F_3^2 - 2 \cos 120^\circ \cdot F_2 \cdot F_3 = \left(\frac{\varphi_1 \varphi_2}{k} \right)^2 + \left(\frac{\varphi_1 \varphi_3}{k} \right)^2 + \frac{\varphi_1 \varphi_2}{k} \cdot \frac{\varphi_1 \varphi_3}{k} =$$

$$= \frac{\varphi_1^2 \varphi_2^2 + \varphi_1^2 \varphi_3^2 + \varphi_1^2 \varphi_2 \varphi_3}{k^2} = \frac{\varphi_1^2}{k^2} (\varphi_2^2 + \varphi_3^2 + \varphi_2 \varphi_3)$$

$$F_1 = \frac{\varphi_1}{k} \sqrt{\varphi_2^2 + \varphi_3^2 + \varphi_2 \varphi_3}$$

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

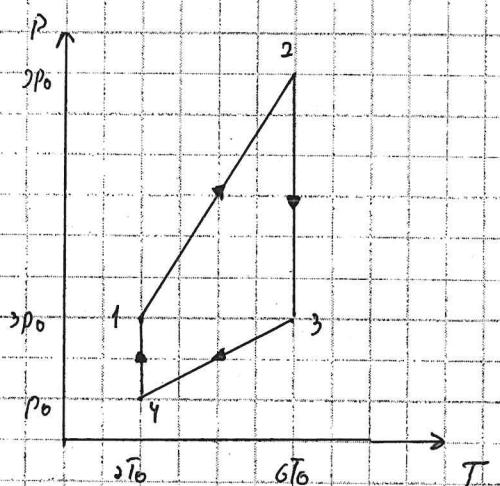
№3

Перенесем заряды в ось (p, V)

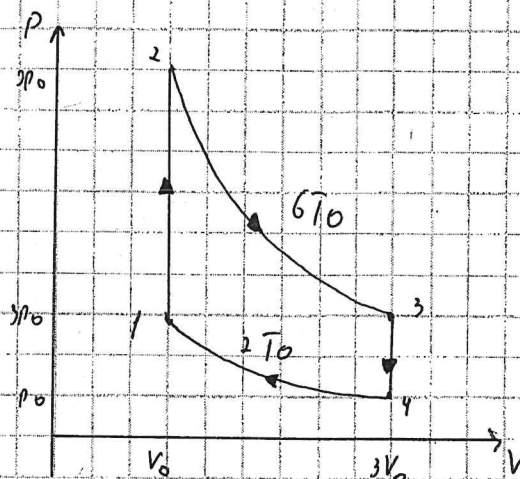
На светящемся листе

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр



	P	V	T
1-2	↑	const	↑
2-3	↓	↑	const
3-4	↓	const	↓
4-1	↑	↓	const



$$p_1 = 3p_0$$

$$p_2 = 2p_0$$

$$p_3 = 2p_0$$

$$p_4 = p_0$$

$$T_1 = 2T_0$$

$$T_2 = 6T_0$$

$$T_3 = 6T_0$$

$$T_4 = 2T_0$$

$$V_1 = V_0$$

$$V_2 = V_0$$

$$V_3 = 3V_0$$

$$V_4 = 3V_0$$

$$4-1: p_1 V_1 = p_4 V_4$$

$$\frac{V_1}{V_4} = \frac{p_4}{p_1} = \frac{p_0}{3p_0} = \frac{1}{3} \Rightarrow V_1 = 3V_0$$

$$\eta = \frac{Q_{12} - |Q_{41}|}{Q_{12}}$$

$$Q_{12}, Q_{41} \text{ отнормировать к } Q_{12} \Rightarrow Q_{12} = Q_{12} + Q_{41}$$

$$Q_{12}, Q_{34} \text{ отнормировать к } Q_{12} \Rightarrow Q_{12} = Q_{12} + Q_{34}$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}; A_{12} = 0 \text{ т.к. } \Delta V = 0$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} = U_2 - U_1 = \frac{3}{2} \nu R T_2 - \frac{3}{2} \nu R T_1 = 6 \nu R T_0$$

$$Q_{41} = \Delta U_{41} + A_{41}; \Delta U_{41} = 0 \text{ т.к. } T = \text{const}$$

$$Q_{41} = -A_{41} = -2 \nu R T_0 \ln \frac{V_4}{V_1} = -2 \nu R T_0 \ln \frac{3V_0}{V_0} \approx -2,2 \nu R T_0$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}; \Delta U_{23} = 0 \text{ т.к. } \Delta T = 0, T = \text{const}$$

$$Q_{23} = A_{23} = 6 \nu R T_0 \ln \frac{V_3}{V_2} = 6 \nu R T_0 \ln \frac{3V_0}{V_0} \approx 6,6 \nu R T_0$$

$$Q_{34} = \Delta U_{34} + A_{34}; A_{34} = 0 \text{ т.к. } \Delta V = 0$$

$$Q_{34} = U_4 - U_3 = \frac{3}{2} \nu R T_4 - \frac{3}{2} \nu R T_3 = \frac{3}{2} \nu R T_0 - \frac{3}{2} \nu R 6 T_0 = -6 \nu R T_0$$

или на формулы отнормировать

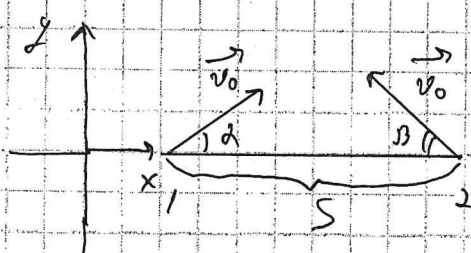
Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

$$\eta = \frac{Q_H - |Q_{x1}|}{Q_H} = 1 - \frac{|Q_{x1}|}{Q_H} = 1 - \frac{|Q_{23} + Q_{34}|}{Q_{12} + Q_{41}} = 1 - \frac{|6,6 \text{ ВРТ}_0 - 6 \text{ ВРТ}_0|}{6 \text{ ВРТ}_0 - 1,2 \text{ ВРТ}_0} =$$

$$= 1 - \frac{0,6 \text{ ВРТ}_0}{4,8 \text{ ВРТ}_0} \approx 0,87$$

Ответ: 14% — 1/10

№2



α - угол, под которым падает первый камень

β - угол, под которым падает второй камень

Первый камень:

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

Второй камень:

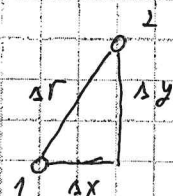
$$S = \frac{v_0^2 \sin 2\beta}{g}$$

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

$$\sin 2\alpha = \sin 2\beta$$

$$2\alpha + 2\beta = 180^\circ \Rightarrow \alpha + \beta = 90^\circ$$

Изменим в момент времени t :



$$\Delta r = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$

$$\Delta x = x_2 - x_1$$

$$\Delta y = y_2 - y_1$$

Зависимость координат x_1, y_1, x_2, y_2

$$\begin{cases} x_1 = v_0 \cos \alpha t \\ y_1 = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \\ x_2 = S - v_0 \cos \beta t \\ y_2 = v_0 \sin \beta t \end{cases}$$

См. на с. странице

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

$$\Delta x = x_2 - x_1 = S - v_0 t (\sin \alpha + \cos \alpha)$$

$$\Delta y = y_2 - y_1 = v_0 t (\cos \alpha - \sin \alpha)$$

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

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

$y = \pm v_0^2 t^2 - 2 v_0 S t (\sin \alpha + \cos \alpha) + S^2$ — уравнение функции параболы,

Ищем минимальное время разделения в вершине

$$t_0 = \frac{-b}{2a} = \frac{2 v_0 S (\sin \alpha + \cos \alpha)}{4 v_0^2} = \frac{2 S (\sin \alpha + \cos \alpha)}{4 v_0} = \frac{S (\sin \alpha + \cos \alpha)}{2 v_0}$$

$$\Delta r = \sqrt{2 v_0^2 \cdot \left(\frac{S (\sin \alpha + \cos \alpha)}{2 v_0} \right)^2 - 2 v_0 S (\sin \alpha + \cos \alpha) \cdot \frac{S (\sin \alpha + \cos \alpha)}{2 v_0} + S^2} =$$

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

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

$$= S \sqrt{-\frac{1}{2} - \sin \alpha \cos \alpha + 1} = S \sqrt{\frac{1}{2} - \sin \alpha \cos \alpha} = S \sqrt{\frac{1}{2} - \sin \alpha \sin \beta}$$

Ответ: $S \sqrt{\frac{1}{2} - \sin \alpha \sin \beta}$ — 125

5) Дано:

Сл

Решение

$$V = 5000 \text{ м}^3$$

$$pV = \nu RT$$

$$T = t = 316 \text{ K}$$

$$p = 110 \text{ кПа}$$

$$110000 \text{ Па}$$

$$\nu = \frac{pV}{RT} = \frac{110000 \cdot 5000}{8.31 \cdot 316} = 222005 \text{ моль}$$

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

$$316 \text{ K}$$

$$m_0 = \mu_0 \cdot \nu = 0,002 \cdot 222005 = 444 \text{ кг}$$

$$\varphi_1 = 10\%$$

$$\varphi_1 = \frac{p_1}{p_{\text{н.н.}}} \cdot 100\%$$

$$p_a = 100 \text{ кПа}$$

$$100000 \text{ Па}$$

$$p_1 = \frac{\varphi_1 \cdot p_{\text{н.н.}}}{100} = \frac{10 \cdot 10000}{100} = 1000 \text{ Па}$$

$$\varphi_2 = 20\%$$

$$\varphi_2 = \frac{p_2}{p_{\text{н.н.}}} \cdot 100\%$$

$$p_{\text{н.н.}} = 100000 \text{ Па}$$

$$p_2 = \frac{\varphi_2 \cdot p_{\text{н.н.}}}{100} = \frac{20 \cdot 10000}{100} = 2000 \text{ Па}$$

$$m_0 - ?$$

85