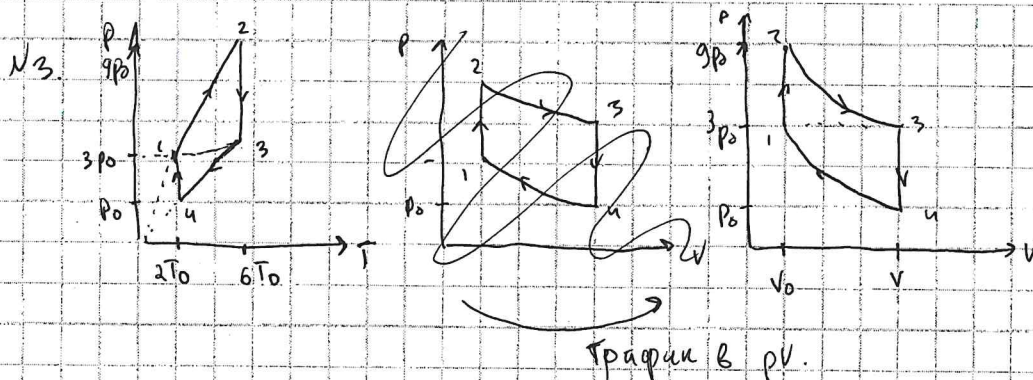


Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
588		Червенецкая Н.	Жер
Шифр			920713



процессы 1-2 и 3-4 - изотермические $\Rightarrow Q = A$

процессы 2-3 и 4-1 - адиабатные $\Rightarrow Q = 0$

По закону Менделеева - Клапейрона:

для точки:

- 1) $3p_0 \cdot V_0 = \nu R \cdot 2T_0$
- 2) $9p_0 \cdot V_2 = \nu R \cdot 6T_0 \Rightarrow V_2 = V_0$
- 3) $3p_0 \cdot V_3 = \nu R \cdot 6T_0 \Rightarrow V_3 = 3V_0$
- 4) $p_0 \cdot V_4 = \nu R \cdot 2T_0 \Rightarrow V_4 = 3V_0$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R (6T_0 - 2T_0) = 6\nu R T_0$$

$$Q_{23} = \int_{V_2}^{V_3} \nu R \cdot 6T_0 = 6\nu R T_0 \cdot \ln \frac{3V_0}{V_0} = 6\nu R T_0 \ln 3$$

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

$$Q_{41} = 2\nu R T_0 \cdot \ln \frac{V_0}{3V_0} = -2\nu R T_0 \ln 3$$

$$\eta = \frac{Q_{\text{нагр}} - |Q_{\text{хол}}|}{Q_{\text{нагр}}} = \frac{Q_{12} + Q_{23} - |Q_{34}| - |Q_{41}|}{Q_{12} + Q_{23}} = \frac{6\nu R T_0 + 6\nu R T_0 \ln 3 - 6\nu R T_0 - 2\nu R T_0 \ln 3}{6\nu R T_0 + 6\nu R T_0 \ln 3}$$

$$= \frac{4\nu R T_0 \ln 3}{6\nu R T_0 (1 + \ln 3)} = \frac{2 \ln 3}{3(1 + \ln 3)} = 0,348996 \approx 0,349 \text{ или } 34,9\% \approx 35\%$$

Ответ: ~~34,9%~~ 35%

206

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

020713

№1. Автомобиль: $\frac{S}{3} = \frac{at_1^2}{2}$ (для третьей части); $v = at_1 \Rightarrow t_1 = \frac{v}{a} \Rightarrow \frac{S}{3} = \frac{v^2}{2a}$

$\frac{S}{3} = vt_2$

$\frac{S}{3} = vt_3 - \frac{at_3^2}{2}$; $v = at_3 \Rightarrow \frac{S}{3} = \frac{v^2}{2a}$

$\Rightarrow vt_2 = \frac{v^2}{2a} \mid S = \frac{v^2}{2a} + vt_2 + \frac{v^2}{2a} = 3vt_2$

Борис: $S_1 = \frac{at^2}{2}$

$S_2 = vt$

$S_3 = vt - \frac{at^2}{2}$; $v = at \Rightarrow S_3 = \frac{at^2}{2} = \frac{v^2}{2a}$

$\Rightarrow S = S_1 + S_2 + S_3 = \frac{at^2}{2} + vt + vt - \frac{at^2}{2} = 2vt$

Т.к. расстояние одинаково, то $S = 3vt_1 = 2vt$

$3t_1 = 2t$

$t_1 = \frac{2t}{3}$

Борис потратил на заезд времени $3t$

Автомобиль: $S = \frac{at_1^2}{2} + vt_2 + vt_3 - \frac{at_3^2}{2} = 3vt_2$

$t_1 = t_3 = \frac{v}{a} \Rightarrow vt_3 = 2vt_2$

$t_3 = 2t_2$

$\Rightarrow \text{тогда } t_1 + t_2 + t_3 = 2t_2 + t_2 + 2t_2 = 5t_2$

Известно, что $t_2 = \frac{2t}{3} \Rightarrow 5t_2 = 5 \cdot \frac{2t}{3} = \frac{10t}{3}$

$\Delta t = t_{\text{автомобиль}} - t_{\text{Бориса}} = \frac{10t}{3} - 3t = \frac{1}{3}t \Rightarrow$

Борис придет раньше.

У Бориса: $S_2 = vt \Rightarrow S = 2vt \Rightarrow \frac{S}{a} = vt \Rightarrow t = \frac{S}{av}$, тогда

$\Delta t = \frac{1}{3} \cdot \frac{S}{av} = \frac{S}{6v}$

Ответ: Борис придет первым на $\Delta t = \frac{S}{6v}$

Лоб

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

№2. Чтобы оба шарика пролетели расстояние S , у них должны быть одинаковые углы α между $\vec{v}$ и горизонтом, но, по условию, они разные $\Rightarrow$ m - минимальное расстояние между мячами

1 мяч: $H_1 = v_0 t_1 \sin \alpha - \frac{g t_1^2}{2}$ $S_1 = v_0 t_1 \cos \alpha$
 2 мяч: $H_2 = v_0 t_2 \sin \beta - \frac{g t_2^2}{2}$ $S_2 = v_0 t_2 \cos \beta$ $\Rightarrow$ для какого-то момента времени:

$$m^2 = \Delta S^2 + \Delta H^2$$

$$m^2 = (S - v_0 t \cos \alpha - v_0 t \cos \beta)^2 + (v_0 t \sin \alpha - \frac{g t^2}{2} - v_0 t \sin \beta + \frac{g t^2}{2})^2$$

$$m^2 = (S - v_0 t (\cos \alpha + \cos \beta))^2 + (v_0 t (\sin \alpha - \sin \beta))^2$$

$$m^2 = S^2 - 2 S v_0 t (\cos \alpha + \cos \beta) + v_0^2 t^2 (\cos^2 \alpha + 2 \cos \alpha \cos \beta + \cos^2 \beta) + v_0^2 t^2 (\sin^2 \alpha - 2 \sin \alpha \sin \beta + \sin^2 \beta)$$

$$m^2 = S^2 - 2 S v_0 t (\cos \alpha + \cos \beta) + 2 v_0^2 t^2 (1 + \cos(\alpha + \beta))$$

берем производную, чтобы найти минимальное значение функции:

$$0 = -2 v_0 S (\cos \alpha + \cos \beta) + 4 v_0^2 t (1 + \cos(\alpha + \beta))$$

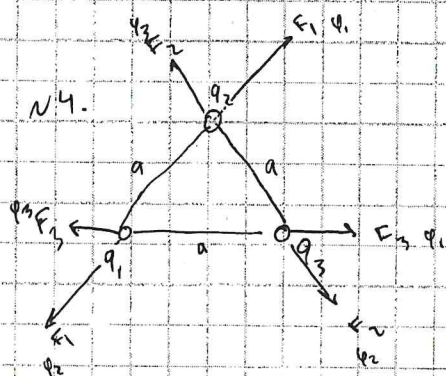
$$2 v_0 t (1 + \cos(\alpha + \beta)) = S (\cos \alpha + \cos \beta)$$

при $t > 0$: $\frac{S (\cos \alpha + \cos \beta)}{2 v_0 (1 + \cos(\alpha + \beta))} = t$

$0 < \alpha < 90^\circ$, и $0 < \beta < 90^\circ$

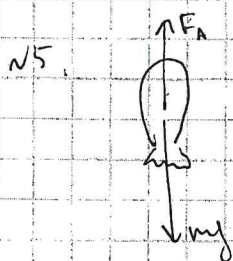
тогда $\cos \alpha + \cos \beta = 1 + \cos(\alpha + \beta)$

$$S = 2 v_0 t$$



$$F_1 = k \frac{q_1 q_2}{a^2} = \frac{\varphi_2}{a} q_1 = \frac{\varphi_1}{a} q_2 \Rightarrow \frac{\varphi_2}{\varphi_1} = \frac{q_1}{q_2} \text{ по аналогии}$$

$$\frac{\varphi_3}{\varphi_2} = \frac{q_2}{q_3} \quad ; \quad \frac{\varphi_3}{\varphi_1} = \frac{q_1}{q_3}$$



полетим $F_A = mg$ (при максимальной высоте)

$$f_{\text{возд}} g V = \frac{p_{\text{в}} V M}{RT} g$$

$$f_{\text{возд}} = \frac{p_{\text{в}} M}{RT}$$

из 3-го уравнения - кинетическая энергия $pV = \frac{m}{M} RT$ $m = \frac{pVM}{RT}$

потому $f_{\text{возд}} < f_{\text{возд}} \Rightarrow$ чтобы не было ускорения: $f_{\text{в}} V = (m - m') g \Rightarrow f_{\text{в}} V - m = m'$



Открытая региональная
межвузовская олимпиада

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

№3 (продолжение)

$$m' \approx \int_{\text{среза}} V - \frac{p_{\text{из}} V_{\text{из}}}{RT}$$

$$m' \approx V \left(\rho - \frac{p_{\text{из}} M}{RT} \right) = 5000 \left(0,1 - \frac{110 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{8,31(273+45)} \right) \approx 81,5 \text{ кг}$$

Ответ: 81,5 кг

Относительная влажность: $\rho = \frac{M}{V_{\text{возд}}} = \int_{\text{среза}}$

80