

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
710		Сервисов А.А.	А.А. Сервисов
Шифр			320312

3 Решение: Обозначим одно действие на шкале температур
то; и на шкале абсолютных P_0
1-2; изохорный процесс $V = \text{const}$, $A_{12} = 0$; $T \uparrow \Rightarrow Q > 0$
 $Q_{12} = \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12} = \frac{3}{2} \nu R \cdot (6T_0 - 2T_0) = \frac{3}{2} \nu R \cdot 4T_0 = 6 \nu R T_0$
2-3; изотермический процесс; $T = \text{const}$; $P \downarrow \Rightarrow V \uparrow$
 $\Delta U = 0$
 $\Rightarrow A_{23} > 0$, $A_{23} = \frac{9+3}{2} P_0 \cdot \Delta V_{2-3} = 6 P_0 \cdot \Delta V_{2-3}$
 $Q_{23} = A_{23} = 6 P_0 \cdot \Delta V_{2-3}$; $Q > 0$
3-4; изохорный процесс $V = \text{const}$; $T \downarrow \Rightarrow A_{34} = 0$ и $\Delta U < 0$
 $\Rightarrow Q < 0$
4-1; изотермический процесс $T = \text{const}$; $P \uparrow$; $V \downarrow$
 $\Delta U = 0$
 $\Rightarrow A_{41} < 0 \Rightarrow Q < 0$
 $A_{41} = \frac{1+3}{2} P_0 \cdot \Delta V_{4-1} = 2 P_0 \Delta V_{4-1}$
② $\Delta V_{2-3} = ?$
в точке 2 $9 P_0 V_2 = \nu R \cdot 6 T_0 \Rightarrow V_2 = \frac{6 \nu R T_0}{9 P_0} = \frac{2 \nu R T_0}{3 P_0}$
в точке 3 $3 P_0 V_3 = \nu R \cdot 6 T_0 \Rightarrow V_3 = 2 \frac{\nu R T_0}{P_0}$
 $\Delta V_{23} = \frac{2 \nu R T_0}{3 P_0} - \frac{2 \nu R T_0}{P_0} = -\frac{4 \nu R T_0}{3 P_0}$
③ $\Delta V_{4-1} = ?$
 $V_1 = V_2 = \frac{2 \nu R T_0}{3 P_0}$; $V_3 = V_4 = \frac{2 \nu R T_0}{P_0}$
 $\Delta V_{4-1} = \frac{2 \nu R T_0}{3 P_0} - \frac{2 \nu R T_0}{P_0} = -\frac{4 \nu R T_0}{3 P_0}$
④ $\eta = \frac{A_{23} + A_{41}}{Q_{12} + Q_{23}} = \frac{6 P_0 \cdot 4 \nu R T_0 + 2 P_0 \cdot (-4 \nu R T_0)}{6 \nu R T_0 + 6 P_0 \cdot 4 \nu R T_0} =$
 $= \frac{24 \nu R T_0 - 8 \nu R T_0}{3 \cdot 14 \nu R T_0} = \frac{16 \nu R T_0}{3 \cdot 14 \nu R T_0} = \frac{16}{42} = 0,380952 \approx 38\%$
ответ: $\eta = 38\%$

11 1 Дано: S, v

Решение:

кто первый -?

 Δt - ?

① А и Б:

$$\frac{1}{3}S = \frac{a_1 t_1^2}{2}$$

$$\frac{1}{3}S = v t_2$$

$$\frac{1}{3}S = v t_3 - \frac{a_1 t_3^2}{2}$$

$$a_1 = \frac{2S}{3t_1^2}$$

$$v = a_1 t_1 = \frac{2S}{3t_1^2} \cdot t_1 = \frac{2S}{3t_1}$$

подставим v

$$\frac{1}{3}S = v \cdot t_2 \Rightarrow \frac{1}{3}S = \frac{2S \cdot t_2}{3t_1} \Rightarrow \frac{t_2}{t_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow t_1 = 2t_2$$

Всё же время $A t_6 = t_1 + t_2 + t_3$ $t_1 = t_3$; Так как он прошёл одинаковое расстояние с одинаковой и тем же ускорением

$$t_6 = 2t_1 + t_2 = 2t_2 \cdot 2 + t_2 = 5t_2$$

$$S_A = \frac{a_1 t_1^2}{2} + v t_2 + v t_3 - \frac{a_1 t_3^2}{2} = v(t_2 + t_3) = v(t_2 + 2t_2) = 3t_2 v$$

② Борис:

$$S_1 = \frac{a_2 (\frac{1}{3}t)^2}{2} = \frac{a_2 \cdot t^2}{18}$$

$$S_2 = \frac{v t}{3}$$

$$S_3 = \frac{v t}{3} - \frac{a_2 t^2}{18}$$

$$S_5 = S_1 + S_2 + S_3 = \frac{a_2 t^2}{18} + \frac{v t}{3} + \frac{v t}{3} - \frac{a_2 t^2}{18} = \frac{2v t}{3}$$

$$S_A = S_5 \Rightarrow 3t_2 v = \frac{2v t}{3} \Rightarrow 9t_2 = 2t \Rightarrow t = \frac{9t_2}{2} = 4,5t_2$$

③ Все время А $t_6 = 5t_2$; все время Б $t = 4,5t_2$
 Борис придет раньше. $t_6 - t = 5t_2 - 4,5t_2 = 0,5t_2 = 0,5 \cdot t_6 = 0,1t_6 \Rightarrow t = 0,9t_6$
 Ответ: Борис на 0,1 секунды быстрее.

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

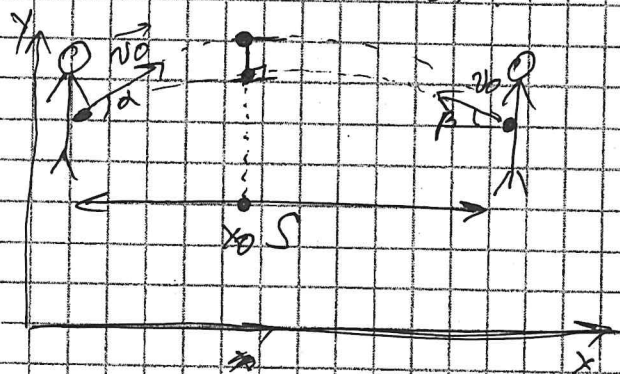
152 Дано: S ; v_0

Найти: h - минимальное расстояние между шариками

Решение:

1) Пусть α - угол под которым бросают первый шарик; β - угол под которым бросают второй шарик. (Пусть $\alpha > \beta$)

Так как, шарик бросают и ловят на одной высоте, значит оба шарика проходят путь S по оси Ox .



Минимальное расстояние будет тогда когда они будут перпендикулярны друг другу и оси Ox .

То есть они будут находиться в одной точке x_0 по оси Ox . Также их времена движения

по оси Ox где будут равны. $= t$.

$$v_{x1} = v_0 \cos \alpha$$

$$v_{y1} = v_0 \sin \alpha - g t$$

$$S_{1x} = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$S_{1y} = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2}$$

S_{1x} - путь который прошел шарик до x_0 .

Для второго шара направили Ox в другую сторону по Ox :

$$v_{x2} = v_0 \cos \beta$$

по Ox :

$$v_{y2} = v_0 \sin \beta$$

$$S_{2x} = v_0 \cos \beta \cdot t$$

$$S_{2y} = v_0 \sin \beta \cdot t - \frac{g t^2}{2}$$

S_{2x} - путь, который прошел 2 шарик до точки x_0 .

$$S_{1x} + S_{2x} = S$$

$$v_0 \cos \alpha \cdot t + v_0 \cos \beta \cdot t = S$$

$$t = \frac{S}{v_0 (\cos \alpha + \cos \beta)}$$

2) Расстояние минимальное $h = S_{1y} - S_{2y} =$
 $= v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2} - v_0 \sin \beta \cdot t + \frac{g t^2}{2} = v_0 \sin \alpha \cdot t - v_0 \sin \beta \cdot t =$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

#12 (продолжение):

$$= \frac{20 \cdot (\sin \alpha + \sin \beta) \cdot S}{20 (\cos \alpha + \cos \beta)} = \frac{S (\sin \alpha + \sin \beta)}{(\cos \alpha + \cos \beta)}$$

Ответ: $h = \frac{S (\sin \alpha + \sin \beta)}{\cos \alpha + \cos \beta}$

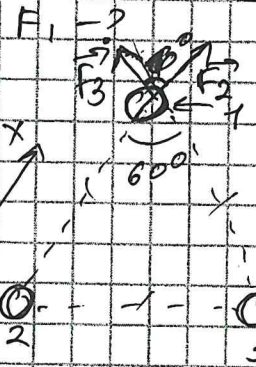
#3

Дано:

$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$

Решение:

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_2 + \vec{F}_3$$



$$\varphi_1 = \frac{k q_1}{r}$$

$$\varphi_2 = \frac{k q_2}{r}$$

$$\varphi_3 = \frac{k q_3}{r}$$

$(F_2, F_3) = 60^\circ$

$$F_1 = F_2 + F_3 \cos 60^\circ = F_2 + \frac{F_3}{2}$$

$$F_2 = \frac{k q_1 q_2}{r^2}; F_3 = \frac{k q_1 q_3}{r^2}$$

$$F_1 = \frac{k q_1 q_2}{r^2} + \frac{k q_1 q_3}{2 r^2} = \frac{2 k q_1 q_2 + k q_1 q_3}{2 r^2} = \frac{k q_1 (2 q_2 + q_3)}{2 r^2}$$

$$= \frac{k q_1}{r} \cdot \frac{2 q_2 + q_3}{2 r} = \varphi_1 \cdot \left(\frac{2 \varphi_2}{2 r} + \frac{\varphi_3}{2 r} \right) = \varphi_1 \cdot \left(\frac{\varphi_2}{r} + \frac{\varphi_3}{2 r} \right) =$$

$$= \varphi_1 \cdot \left(\frac{2 \varphi_2 + \varphi_3}{2 r} \right) = \frac{\varphi_1 \cdot (2 \varphi_2 + \varphi_3)}{2 r}$$

Ответ: $F_1 = \frac{\varphi_1 (2 \varphi_2 + \varphi_3)}{2 r}$

F_2 - сила, с которой 2 шарик действует на 1
 F_3 - сила, с которой 3 шарик действует на 1.

r - расстояние между шариками

q_1 - заряд 1 шарика

q_2 - заряд 2 шарика

q_3 - заряд 3 шарика

#5 Дано:

$$V = 5000 \text{ м}^3$$

$$P = 110 \text{ нГл} = 110 \cdot 10^9 \text{ Гл}$$

$$t = 43^\circ \text{C} \Rightarrow T = 273 + 43 = 316 \text{ К}$$

$$\varphi_1 = 10\%$$

$$P_{\text{ампл}} = 100 \text{ нГл} = 10^5 \text{ Гл}$$

$$\varphi_2 = 90\%$$

$$P_{\text{н.н}} = 9 \cdot 10^3 \text{ Гл}$$

Найти: m

Решение:

$$\varphi_1 = \frac{P_{\text{ампл}} \cdot n_1}{P_{\text{н.н}}}$$

$$\varphi_2 = \frac{P_{\text{ампл}} \cdot n_2}{P_{\text{н.н}}}$$

$$P_{\text{н.н}} = 0,1 \cdot 9 \cdot 10^3 = 900 \text{ Гл}$$

$$P_{\text{н.н}} = 8100 \text{ Гл}$$

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

№ 5 (продолжение)

Давление в 1 случае $P_1 = P_{атм} + P_{б.н_1} = 10^5 + 9000 =$
 $= 100,9 \cdot 10^3 \text{ Па}$

Давление в 2 случае $P_2 = P_{атм} + P_{б.н_2} = 10^5 + 8100 =$
 $= 108,1 \cdot 10^3 \text{ Па}$

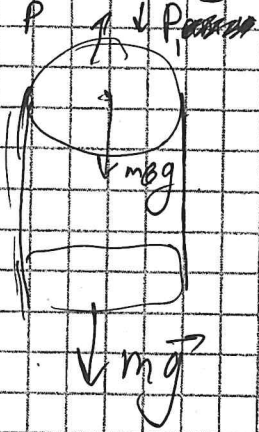
~~$PV = \nu RT$~~

$PV = \nu RT \Rightarrow \nu = \frac{PV}{RT} \Rightarrow \frac{m_B}{M} = \frac{PV}{RT}; m_B = \frac{PV \cdot M}{RT}$
 $= \frac{110 \cdot 10^3 \cdot 5000 \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 316} = \frac{110 \cdot 5000 \cdot 2}{8,31 \cdot 316} = 418,894 \text{ кг}$

m_B — масса бодоржа в шаре.

по 2 закону Ньютона

m_1 — масса частей
возввж. шара.



$m_1 g + m_B g + F_1 = F_2$

$m_1 g + m_B g + P_1 \cdot S = P_2 \cdot S$

$S = \frac{P_1 - P_2}{(m_1 + m_B)g}$

в 2 случае

$(m_1 - m)g + m_B g + P_2 S = P_1 S$

$m_1 g - mg + m_B g = (P_1 - P_2) \cdot S$

$m_1 g - mg + m_B g = \frac{(P_1 - P_2) \cdot S}{(m_1 + m_B)g} (m_1 + m_B)g (P_1 - P_2)$

$m_1 - m + m_B = \frac{(P_1 - P_2) \cdot S}{m_1 + m_B} = \frac{(P_1 - P_2) \cdot S}{P_1 - P_2}$

$m = \frac{(P_1 - P_2) \cdot S}{P_1 - P_2} + m_1 + m_B$

$m = m_1 + m_B - \frac{(m_1 + m_B)(P_1 - P_2)}{P_1 - P_2} = m_1 + 418,894 - \frac{(m_1 + 418,894)(9,9 \cdot 10^3)}{9,1 \cdot 10^3}$

145