

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

820501

1) 1

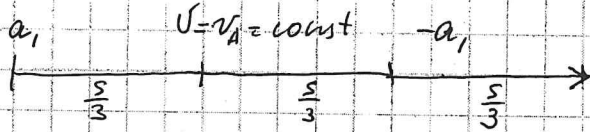
Дано:
 $v = v_A = v_B$
 S

Анализ:

Решение:

1) 1-й участок: равноускоренное движение, т.е.

$\Delta t = ?$



$$\frac{S}{3} = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} \quad (v_0 = 0) \Rightarrow \Rightarrow \frac{S}{3} = \frac{v^2}{2a}$$

Т.к. $a = \frac{v - v_0}{t}$, то $\frac{S}{3} = \frac{(v - v_0)(v + v_0)}{2(v - v_0)} t_1 = \frac{v}{2} t_1$, где t_1 - время движения на 1-м участке

2-й участок: равномерное движение
 $\frac{S}{3} = \frac{v}{t_2}$, где t_2 - время движения на 2-м участке

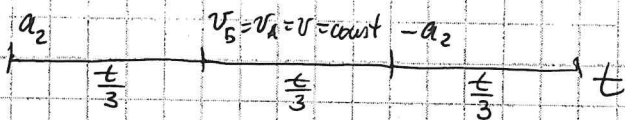
3-й участок: равнозамедленное движение:
 $\frac{S}{3} = \frac{v_3^2 - v^2}{-2a} = \frac{v^2}{2a}$ (т.к. $v_3 = 0$) $= -\frac{vt_3}{2}$, $t_3 = t_1$, т.к. скорость и расстояние одинаковы, t_3 - время движения на 3-м участке,

Итого $t_{\text{общ}} = t_{\text{м}} - 2t_{01} = t_1 - 2t_{01}$

$$S = \frac{vt_{01}}{2} + \frac{v}{t - 2t_{01}} - \frac{vt_{01}}{2} = \frac{v}{t - 2t_{01}} \Rightarrow S(t - 2t_{01}) = v \Rightarrow t_1 = \frac{v + 2St_{01}}{S} = t_A$$

2) Борис:

1-й участок: равноускоренное:



$$\frac{t_1}{3} = \sqrt{\frac{2S_1}{a_2}}, \text{ где } S_1 - \text{длина 1-го участка}$$

2-й участок: равномерное $\frac{t_2}{3} = \frac{S_2}{v}$, где S_2 - длина 2-го участка

3-й участок: равнозамедленное $\frac{t_3}{3} = \sqrt{\frac{2S_3}{a_2}}$, где S_3 - длина 3-го участка, $S_3 = S_1$, тогда $S_2 = S - 2S_1$

$$t_{\text{общ}} = \sqrt{\frac{2S_1}{a_2}} + \frac{S - 2S_1}{v} + \sqrt{\frac{2S_1}{a_2}} = 2\sqrt{\frac{2S_1 t}{v}} + \frac{S - 2S_1}{v}$$

$$a_2 = \frac{v - v_0}{t}, v_0 = 0$$

$$a_2 = \frac{v}{t}$$

$$t \cdot v = S$$

$$t_2 = \frac{4 \cdot 2S_1 t \cdot v + S^2 - 4S_1 S + 4S_1^2}{v^2} = \frac{8S_1 S + S^2 - 4S_1 S + 4S_1^2}{v^2}$$

$$t_2 = \frac{4S_1 S + S^2 + 4S_1^2}{v^2} \Rightarrow t_2 = \frac{(S + 2S_1)^2}{v^2} \Rightarrow t_2 = \frac{S + 2S_1}{v} = t_B$$

$$3) t_A - t_B = \frac{v + 2St_1}{S} - \frac{S + 2S_1}{v} = \frac{v^2 + 2St_1 v - S^2 - 2S_1 S}{Sv} = \frac{v^2 - S^2}{Sv}$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
63			<i>[Signature]</i>
Шифр			020301

$$t_B - t_A \approx \frac{s+2s_1}{v} - \frac{v+2s_1}{s} \approx \frac{s^2+2s_1s-v^2-2s_1v}{vs} \approx \frac{s^2-v^2}{vs}$$

Если $s > v$, то там будет больше.

Ответ: первый придет Борис $\Delta t \approx \frac{s^2-v^2}{vs}$

№3.

Дано:
одноатомный газ

Решение:

1) процесс 1-2: - изохорный; $3P_0 \rightarrow 9P_0$
 $2T_0 \rightarrow 6T_0$
 $\Rightarrow$ из уравнения Клапейрона - Менделеева:

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad \frac{3P_0 V_0}{2T_0} = \frac{9P_0 V_2}{6T_0} \quad U = \frac{3}{2} \nu R T$$

$$Q = \Delta U + A \quad A_{12} = 6P_0 V_0 \quad V_1 = V_2 = V_0 \quad A = P \Delta V$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{3}{2} A_{12} = \frac{3}{2} \cdot (9P_0 - 3P_0) V_0 = \frac{9P_0 V_0 + 6P_0 V_0}{1} = 15P_0 V_0$$

процесс 2-3: - изотермический, $\Delta U_{23} = 0$, $T = \text{const}$, $9P_0 \rightarrow 3P_0 \Rightarrow V_0 \rightarrow 3V_0$

$$A_{23} = (3P_0 - 9P_0)(3V_0 - V_0) = -6P_0 \cdot 2V_0 = -12P_0 V_0$$

$$Q_{23} = -12P_0 V_0$$

процесс 3-4 - изохорный; $3P_0 \rightarrow P_0$, $6T_0 \rightarrow 2T_0 \Rightarrow A_{34} = 0$

$$\Delta U_{34} = Q_{34} = \frac{3}{2} \cdot (P_0 - 3P_0) \cdot 3V_0 = -9P_0 V_0$$

процесс 4-1: - изотермический, $T = \text{const}$, $P_0 \rightarrow 3P_0$, $3V_0 \rightarrow V_0 \Rightarrow \Delta U_{41} = 0$

$$Q_{41} = A_{41} = (3P_0 - P_0)(V_0 - 3V_0) = -4P_0 V_0$$

$$2) \eta = \frac{A}{Q_{\text{пол}}} = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{34} + A_{41}}{Q_{12}} = \frac{6P_0 V_0 - 12P_0 V_0 - 9P_0 V_0 - 4P_0 V_0}{15P_0 V_0} = \frac{2P_0 V_0}{15P_0 V_0} = 0,125$$

$$\eta = 12,5\%$$

Ответ: 12,5 %

№4

Дано:

Решение:

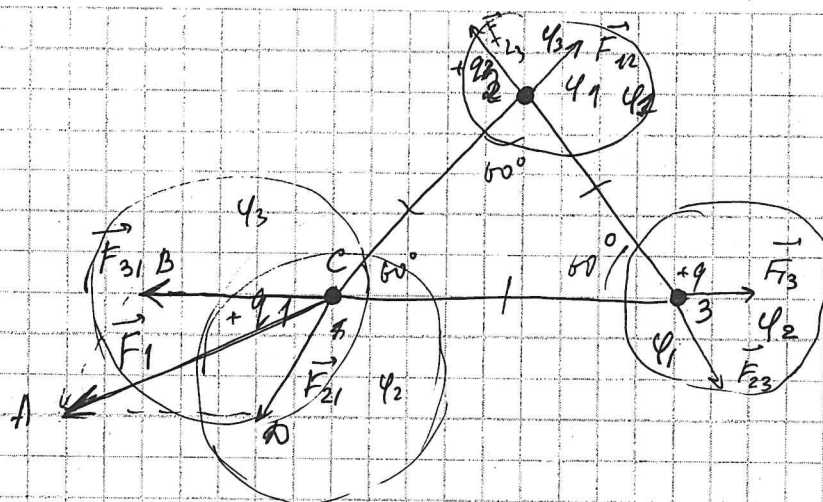
φ_1
 φ_2
 φ_3

 $F_1 = ?$

1) Δ т.к. треугольник равнобедренный, то углы $\angle A = \angle B = 60^\circ$, все вертикальные углы равны 60° , т.к. $\angle ABC = 120^\circ$ (т.к. параллелограмм).

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр



2) $F = Eq$, $E = \frac{u}{d}$, т.к. $u = \varphi \Rightarrow E = \frac{\varphi}{d}$.

$F = \frac{q\varphi}{d}$, где d - сторона треугольника, q заряд в точке C(1).

3) Тогда у $\triangle ABC$ по теореме косинусов:

$$F_1^2 = F_{31}^2 + F_{21}^2 - 2 \cdot F_{31} \cdot F_{21} \cdot \cos 120^\circ$$

$$F_{31} = \frac{q\varphi_3}{d^2}, \quad F_{21} = \frac{q\varphi_2}{d^2}$$

$$F_1^2 = \frac{q^2\varphi_3^2}{d^2} + \frac{q^2\varphi_2^2}{d^2} - 2 \cdot \frac{q^2}{d^2} \cdot \varphi_3 \cdot \varphi_2 \cdot \left(-\frac{1}{2}\right) = \frac{q^2}{d^2} (\varphi_3^2 + \varphi_2^2 + \varphi_3\varphi_2)$$

$$F_1 = \sqrt{\frac{q^2}{d^2} (\varphi_3^2 + \varphi_2^2 + \varphi_3\varphi_2)} = \frac{q}{d} \sqrt{\varphi_3^2 + \varphi_2^2 + \varphi_3\varphi_2}$$

Итого: $F_1 = \frac{q}{d} \sqrt{\varphi_3^2 + \varphi_2^2 + \varphi_3\varphi_2}$

(2)

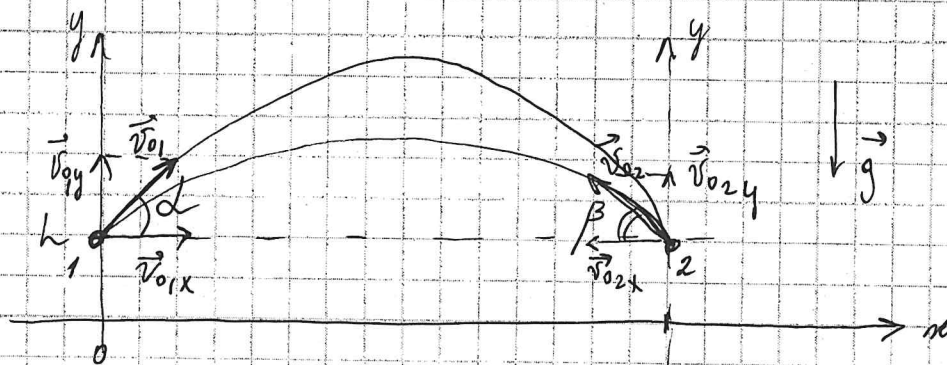
Дано:

S
 $v_0 = v_{01} = v_{02}$

$l = ?$

и-м.
настояние
между
шариками
механизм

Решение:



1) П.к. шарик движется под углом, то он движется по параболе.

Для шарика: ось y: $y = y_0 + v_{0y}t_1 + \frac{a_y t_1^2}{2}$, $a_y = -g$, $v_{0y} = v_0 \sin \alpha$

$$t_1 = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$h = h + v_0 \sin \alpha \cdot \frac{g t_1^2}{2} \Rightarrow \frac{g t_1^2}{2} = v_0 \sin \alpha \cdot t_1$$

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

ось x:

$$x = x_0 + v_{0x} t_1, \quad S = v_{0x} \cos \alpha t_1$$

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha$$

$$x_0 = 0$$

$$x = S.$$

Для второго: ось y: $h = h + v_0 \sin \beta t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$

$$v_0 \sin \beta t_2 = \frac{gt_2^2}{2} \quad | : t_2$$

$$2 v_0 \sin \beta = g t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{2 v_0 \sin \beta}{g}$$

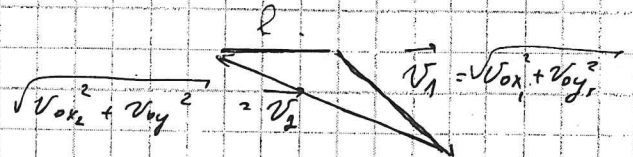
ось x:

$$0 = S - v_0 \cos \beta t$$

$$v_0 \cos \beta t = S$$

2) Минимальное расстояние - это расстояние между скоростью:

$$l = \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \alpha}$$



Следует: $l = \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \alpha}$ - 100

№ 5

Дано:

$$V = 5000 \text{ м}^3$$

$$P_H = 110 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$t_1 = 43^\circ \text{C} = 316 \text{ К}$$

$$\varphi_1 = 10\% = 0,1$$

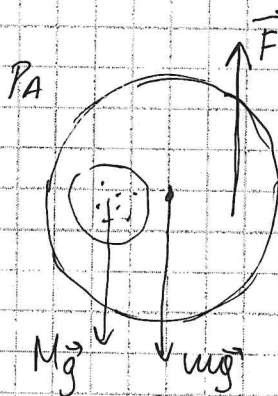
$$P_A = 100 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$\varphi_2 = 90\% = 0,9$$

$$P_{H_2O} = 9 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

m - ?

Решение:



1) Для того, чтобы воздушный шар начал вращаться достаточно в поперечном сечении

$$F_A \geq F_{\text{мет.}} \quad (1)$$

2) Из уравнения Менделеева - Клапейрона:

$$PV = \frac{m}{\mu} RT$$

$$110 \cdot 10^3 \text{ Па} \cdot 5000 \text{ м}^3 = \nu \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 316 \text{ К}$$

$$\nu \approx 207,5 \cdot 10^3 \text{ моль} \approx \frac{m}{\mu}$$

3) (1) $= \rho_0 g V_T \geq (M + m) g$ - по 1-му закону Ньютона:

4) $\varphi = \frac{P_{\text{мет.}}}{P_{\text{мет.}}}$ $0,1 = \frac{P_{\text{мет.}}}{9000} \Rightarrow P_{\text{мет.}} = 900 \text{ Па}$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

5) Когда шар попадет в область с большим
давлением, то масса объема шара
увеличится, что приводит к увеличению
давления, т.е.!

формула

$$\rho_1 = \frac{\rho_{\text{шар}_1}}{\rho_{\text{ж}}}$$

$$\rho_2 = \frac{\rho_{\text{шар}_2}}{\rho_{\text{ж}}}$$

$$0,1 = \frac{\rho_{\text{шар}_1}}{9000}$$

$$0,9 = \frac{\rho_{\text{шар}_2}}{9000}$$

$$\Rightarrow \rho_{\text{шар}_2} = 8100 \text{ кг/м}^3$$

т.е. массу, которую необходимо сбросить:

$$\rho = 8100 - 900 = 7200$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \frac{\rho V}{\rho_{\text{ж}}} = \frac{7200 \cdot 5000 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 373 \text{ К}} =$$

$$= 27 \text{ кг}$$

Ответ: 27 кг. 