

Решение:

Перерисуем график с четкими масштабами или же дадим. Согласно данному графику узнаем характеристики состояния газа во всех начертках:

$$\begin{array}{l} 1) P_1 = 3P_0, T_1 = 2T_0; \quad 2) P_2 = 9P_0, T_2 = 6T_0; \quad 3) P_3 = 3P_0, T_3 = 6T_0; \quad 4) P_4 = P_0, T_4 = 2T_0 \end{array}$$

По закону Клапейрона-Менделеева:

$$(2) P \cdot V = \nu R T, \text{ где } \nu = \text{const} \text{ — количество вещества.}$$

Из (2), определим объемы газа:

$$V_1 = \frac{\nu R \cdot 2T_0}{3P_0}; \quad V_2 = \frac{\nu R \cdot 6T_0}{9P_0}; \quad V_3 = \frac{\nu R \cdot 6T_0}{3P_0}; \quad V_4 = \frac{\nu R \cdot 2T_0}{P_0}$$

По формуле КПД для молекулярно-кинетических процессов: $\eta = 1 - \frac{Q_{\text{х}}}{Q_{\text{н}}}$. В нашей задаче:

В нашей задаче: По I началу Термодинамики:

$$Q_{\text{х}} = Q_{23} + Q_{43}, \quad Q_{\text{н}} = Q_{14} + Q_{12}. \quad \text{Процессы:}$$

Процессы: (4-1) — ~~изотерма~~ ^{изотерма}, $\Delta U = 0 \text{ Дж}$, $A > 0 \text{ Дж}$, ~~статическое~~ ^{статическое}

Закон Бойля-Мариотта; (1-2) — изохора, нагрев, $\Delta U > 0 \text{ Дж}$, $A = 0 \text{ Дж}$; (2-3) — изотерма, статическое, $\Delta U = 0 \text{ Дж}$, $A < 0 \text{ Дж}$; (3-4) — изобара, охлаждение, закон

Шарля, $\Delta U < 0 \text{ Дж}$, $A = 0 \text{ Дж}$.

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

020709

3 (Продолжение)

по I началу Термодинамики: $Q = \Delta U + A = \frac{1}{2} \nu R \Delta T + P \Delta V$

$$Q_X = A_{23} + \Delta U_{34}; \quad Q_H = A_{14} + \Delta U_{12}$$

$$Q_X = \frac{(p_0 + p_0)}{2} (V_3 - V_2) + \frac{3}{2} \nu R \cdot 4T_0 = \frac{2p_0}{2} \cdot 4T_0 \nu R + 6 \nu R T_0 = 14 \nu R T_0$$

$$Q_H =$$

$$Q_X = |Q_{14} + Q_{34}| = |A_{14} + \Delta U_{34}| = |2p_0 (V_4 - V_1) + \frac{3}{2} \nu R \cdot 4T_0| = \frac{2p_0 \cdot 4 \nu R T_0}{3p_0} = 8 \nu R T_0$$

$$Q_H = \Delta U_{12} + A_{23} = \frac{3}{2} \nu R \cdot 4T_0 + 6p_0 (V_3 - V_2) = 6 \nu R T_0 + \frac{2p_0 \cdot 4 \nu R T_0}{3p_0} = 6 \nu R T_0 + 8 \nu R T_0 = 14 \nu R T_0$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_X}{Q_H} = 1 - \frac{8 \nu R T_0}{3 \cdot 14 \nu R T_0} = 0,81 \cdot 100\% = 81\%$$

1. Дано:

Решение: формула для расчета: $S = vt + at^2$ Ответ: $\eta = 81\%$ — 125

Изменим зависимость пройденного пути от времени для каждого из сегментов

$\Delta t = ?$

t_1 — время первого участка;
 t_2 — второго и третьего.

$$(A) \begin{cases} \frac{S}{3} = \frac{at_1^2}{2} \\ \frac{S}{3} = vt_2 \\ \frac{S}{3} = vt_3 - \frac{at_3^2}{2} \end{cases}$$

Пусть время БОРИСА — t тогда:

(1) участок: $\frac{t}{3}$, (2) участок: $\frac{t}{3}$, (3) участок: $\frac{t}{3}$

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

1 (усложнение). движение Бориса:

из системы (5). $\frac{S_2}{3} = \frac{20t}{3}$

$$\frac{20t}{3} = \frac{S}{2} \Rightarrow t = \frac{3S}{200}$$

время для Бориса.

$$t_5 = \frac{3S}{200}$$

$$(5) \begin{cases} S_1 = \frac{a_2 t^2}{9.2} \\ S_2 = \frac{20t}{3} \\ S_3 = -\frac{a_2 t^2}{18} + \frac{20t}{3} \\ S_2 + S_3 + S_1 = S \end{cases}$$

$$S_2 + \frac{a_2 t^2}{18} - \frac{a_2 t^2}{18} + S_3 = S$$

$$(A) \begin{cases} \frac{S}{3} = \frac{a t_1^2}{2} \\ \frac{S}{3} = \frac{20 t_2}{3} \\ \frac{S}{3} = 20 t_2 - \frac{a t_3^2}{2} \end{cases}$$

По формуле
пути для
равноускоренного движения.

$$S = \frac{20^2 - 0^2}{2a} \Rightarrow \frac{S}{3} = \frac{20^2}{2a}$$

находим формулу (3):

$$(4) \frac{S}{3} = \frac{20^2 - 0^2}{45} \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{45^2}{900}} = \frac{25}{300}$$

$$a = \frac{3 \cdot 20^2}{25} (3)$$

$$(5) t_2 = \frac{S}{200}$$

$$(6) \frac{S}{3} =$$

По формуле изменения

скорости для равноускоренного движения: $v' = v - at$

$$0 = v - at_1 \Rightarrow t_1 = \frac{v}{a} = \frac{20 \cdot 25}{300} = \frac{25}{300}$$

$$v' = 0 \text{ м/с}$$

Сложим все время Антона: $t_A = t_1 + t_2 + t_3 =$

$$t_A = \frac{25}{300} + \frac{S}{200} + \frac{25}{300} = \frac{55}{300}$$

длина выезда, что
Борис прыгает раньше, т.е.

$$t_5 > t_A \quad \Delta t = t_5 - t_A = \left| \frac{35}{200} - \frac{55}{300} \right| = \left| \frac{105 - 110}{600} \right| = \frac{5}{600}$$

Ответ: Борис будет раньше, $\Delta t = \frac{5}{600}$

200

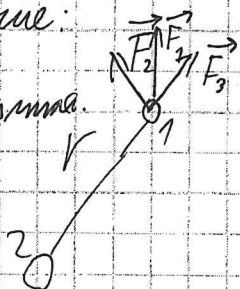
Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

4.
Дано:
 φ_1
 φ_2
 φ_3
 $F_1 = ?$

Решение:

$K = 32$

потенциал.



$\angle(\vec{F}_2, \vec{F}_1) = \angle(\vec{F}_3, \vec{F}_1) = 30^\circ$ т.к. Δ равносторонний.

По формуле напряженности:

$$U = \Delta\varphi = E \cdot d = \frac{q \cdot K \cdot d}{d^2} = \frac{q \cdot K}{r}$$

r — расстояние между шариками.

По закону Кулона:

$$\varphi_n = \frac{q_n \cdot K}{r}$$

$$\varphi_1 = \frac{q_1 \cdot K}{r} \Rightarrow q_n = \frac{\varphi_n \cdot r}{K}$$

$$F = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

По II закону Ньютона (в проекции):

$$F_1 = F_2 \cdot \cos 30^\circ + F_3 \cdot \cos 30^\circ =$$

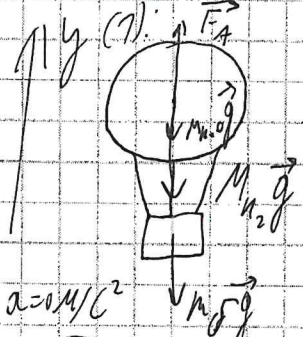
$$= \left(\frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{r^2} + \frac{K \cdot q_1 \cdot q_3}{r^2} \right) \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \left(\frac{K \cdot \varphi_1 \cdot r \cdot \varphi_2 \cdot r}{K^2 \cdot r^2} + \frac{K \cdot r^2 \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_3}{K^2 \cdot r^2} \right) \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$= \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{\varphi_1 (\varphi_2 + \varphi_3)}{K}$$

Ответ: $F_1 = \frac{\sqrt{3} \varphi_1 (\varphi_2 + \varphi_3)}{2 K}$

5.
Дано:
 $\mu_0 = 900 \frac{м}{с^2}$
 $V = 5000 м^3$
 $P = 11000 Па$
 $T = 316 K$
 $\varphi_1 = 0,1$
 $P_0 = 10000 Па$
 $\varphi_2 = 0,9$
 $P_{н.н} = 9000 Па$
 $\Delta m = ?$

Решение:



$\alpha = 0 м/с^2$

По закону

Клапейрона — Менделеева:

$$P \cdot V = \frac{m R T}{M} \Rightarrow \frac{m}{V} = \frac{P \cdot M}{R T} = \rho; M — молярная масса$$

M_{H_2O} — масса сконденсировавшейся на шаре воды,
 M_{H_2} — масса воздуха, $m_с$ — масса балласта.

По II закону Ньютона:

$$(1) \vec{F}_A + M_{H_2} \vec{g} + m_с \vec{g} + M_{H_2O} \vec{g} = (M_{H_2} + M_{H_2O} + m_с) \vec{g}$$

в проекции на Oy:

$$(1) F_A = M_{H_2O} g + M_{H_2} g + m_с g$$

$$P_1 = P_{н.н} \cdot \varphi_1$$

давление воздуха

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

№ 5 (продолжение).

$$P_0 \cdot g \cdot V = P_{H_2O} \cdot V \cdot g + P_{H_2} \cdot g \cdot V + m_{\text{с}} \cdot g$$

$$\mu_{H_2} = 2,016 \text{ кг/моль}$$

$$\mu_{H_2O} = 18,015 \text{ кг/моль}$$

$$\frac{P_0 \cdot \mu_B \cdot V}{R \cdot T} = \frac{P_{H_2O} \cdot \varphi_1 \cdot \mu_{H_2O} \cdot V}{R \cdot T} + \frac{P_{H_2} \cdot \mu_{H_2} \cdot V}{R \cdot T} + m_{\text{с}}$$

$$m_{\text{с}} = \frac{P_0 \cdot \mu_B \cdot V}{R \cdot T} - \frac{P_{H_2O} \cdot \varphi_1 \cdot \mu_{H_2O} \cdot V}{R \cdot T} - \frac{P_{H_2} \cdot \mu_{H_2} \cdot V}{R \cdot T} =$$

$$= \frac{10^5 \cdot 2029 \cdot 5000}{8,31 \cdot 376} - \frac{9000 \cdot 0,7 \cdot 18,015 \cdot 5000}{8,31 \cdot 376} - \frac{110000 \cdot 2,016 \cdot 5000}{8,31 \cdot 376} =$$

$$= 5522 - 31 - 479 = 5092 \text{ кг.}$$

2-ая составляющая:

$$m_{\text{с}} = \frac{P_0 \cdot \mu_B \cdot V}{R \cdot T} - \frac{P_{H_2O} \cdot \varphi_2 \cdot \mu_{H_2O} \cdot V}{R \cdot T} - \frac{P_{H_2} \cdot \mu_{H_2} \cdot V}{R \cdot T} =$$

$$= 5522 - 248 - 479 = 4825 \text{ кг.}$$

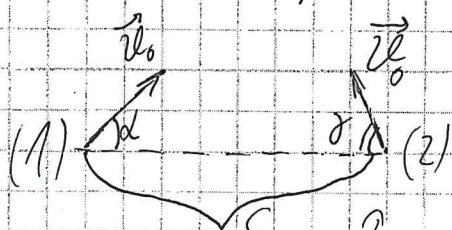
$$\Delta m = m_{\text{с}} - m_{\text{с}} = 244 \text{ кг.}$$

Ответ: $\Delta m = 244 \text{ кг}$

№ 2.
Дано:

v_0
 ρ

Исходные данные:



По формулам Лагранжа:

$$\begin{cases} x_1(t) = x_0 + v_0 \cos \alpha \cdot t \\ y_1(t) = y_0 + v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} x_2(t) = x_2 + v_0 \cos \delta \cdot t \\ y_2(t) = y_0 + v_0 \sin \delta \cdot t - \frac{g t^2}{2} \end{cases}$$

$$x_0 = 0 \text{ м}$$

$$y_0 = 0 \text{ м}$$

$$x_2 = 5 \text{ м}$$

$$r(1, 2) = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

при константе $\rho = \rho_{H_2O}$.
 ρ зависит от t , нужно переписать!

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

2. (продолжение).

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

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

Нам нужно найти минимальное значение $p(t)$.

$$h_1 - h_2 = v_0 \sin \alpha \cdot t_1 - v_0 \sin \gamma t_2 \Rightarrow \Delta h = p = 0$$

$$\begin{cases} s = v_0 \sin \gamma t_2 \\ s = v_0 \sin \alpha t_1 \end{cases} \Rightarrow \sin \alpha t_1 = \sin \gamma t_2$$

Ответ: $p = 0$ — 80