

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
620		Червinskaya А.В.	Шифр 42390
Шифр			

1)

Дано

S

v

a

Найти?

At

$$A. I \frac{1}{3} S = \frac{at^2}{2}$$

$$I \frac{1}{3} S = vt_2, v = at_1$$

$$II \frac{1}{3} S = vt_3 - \frac{at^2}{2}$$

$$\frac{at_1^2}{2} = vt_2 = at_1 t_2$$

$$\frac{at_1^2}{2} = at_1 t_2$$

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

$$\frac{at_1^2}{2} = at_1 t_2 - \frac{at_2^2}{2}$$

$$\frac{at_1^2}{2} - at_1 t_2 + \frac{at_2^2}{2} = 0$$

$$\frac{a}{2} (t_1^2 + t_2^2) = at_1 t_2$$

$$t_1^2 + t_2^2 = 2t_1 t_2 = t_1 t_2 + t_1 t_2 \Rightarrow 2 + 7 + 7 = 4$$

$$\Rightarrow t_1 = t_2$$

$$t_1 : t_2 : t_3$$

$$2 : 7 : 2$$

$$2 + 7 + 2 = 11$$

$$t_A = 5t_2 = 5 \cdot \frac{1}{3} \frac{S}{v} = \frac{5S}{3v}$$

$$\Delta t = t_A - t_B = \frac{5S}{3v} - \frac{3S}{2v} = \frac{10S}{6v} - \frac{9S}{6v} = \frac{S}{6v}$$

Ответ: Первый пришел позже

$$\Delta t = \frac{S}{6v}$$

200

$$B. I S_1 = \frac{a(\frac{t_1}{3})^2}{2} = \frac{at_1^2}{18}$$

$$II S_2 = \frac{v^2 t_2}{3}$$

$$III S_3 = \frac{v^2 t_3}{3} - \frac{at_3^2}{18}$$

$$S_1 = \frac{at_1^2}{18} \cdot \frac{3}{v^2 t_2} = \frac{at_1^2}{6v^2 t_2} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$$

$$S_2 - S_3 = \frac{v^2 t_2}{3} - \frac{v^2 t_3}{3} + \frac{at_3^2}{18} = \frac{at_1^2}{18} = S_1 = \frac{1}{2} S_2$$

$$S_3 = S_2 - \frac{1}{2} S_2 = \frac{1}{2} S_2 = S_1$$

$$S_2 = S_1 = S_3$$

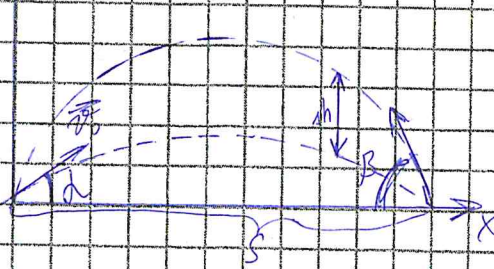
$$2 : 7 : 2$$

$$t_B = \frac{3S}{2v} = \frac{3}{2} \cdot \frac{S}{v} = \frac{3}{2} \cdot \frac{S}{v}$$

$$\frac{5S}{3v} > \frac{3S}{2v}$$

$t_A > t_B \Rightarrow$ Первый пришел позже

2)



$$\begin{cases} x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2} \\ y = y_0 + v_{0y}t + \frac{a_y t^2}{2} \end{cases}$$

Проектирование на 2 строки

I) Для первого тела:

$$x_0 = 0$$

$$x_1 = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

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

$$y_1 = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2} \quad \checkmark$$

$$y_{0x} = v_0 \cdot \sin \alpha$$

$$a_x = 0; \quad a_y = -g$$

II) $x_0 = S$

$$(S - x_1) = v_0 \cos \beta \cdot t$$

$$x = -(S - x_1)$$

$$y_2 = v_0 \sin \beta \cdot t - \frac{g t^2}{2}$$

$$v_{0x} = -v_0 \cos \beta$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \beta$$

III) $\Delta h = y_2 - y_1$

$$\Delta h = v_0 \sin \beta \cdot t - \frac{g t^2}{2} - v_0 \sin \alpha \cdot t + \frac{g t^2}{2}$$

$$\Delta h = v_0 \sin \beta \cdot t - v_0 \sin \alpha \cdot t$$

$$\Delta h = v_0 (\sin \beta - \sin \alpha)$$

$$\text{Ответ: } \Delta h = v_0 (\sin \beta - \sin \alpha)$$

3)

I) Рассчитать процесс

1-2) На участке 1-2 происходит изохорное нагревание

$$3 p_1 = p_2$$

$$Q_{1-2} = \Delta U_{1-2} = 3 \nu R T_1$$

$$pV = \nu R T$$

$$V_1 = V_2$$

$$3 T_1 = T_2$$

$$\Delta U_{1-2} = \frac{3}{2} \nu R T = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \nu R (3 T_1 - T_1) = 3 \nu R T_1$$

2-3) На участке 2-3 происходит изотермическое расширение

$$\frac{p_2}{3} = p_3$$

$$Q_{2-3} = A_{2-3} = 4 \nu R T_1$$

$$3 V_2 = V_3 = 3 V_1$$

$$T_2 = T_3 = 3 T_1$$

$$A_{2-3} = p \Delta V = (p_2 - p_3) \cdot (V_3 - V_2) = (3 p_1 - p_1) \cdot (3 V_1 - V_1) = 4 p_1 V_1 = 4 \nu R T_1$$

Теплота передана системе?

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

3-4) На участке 3-4 происходит изохорное охлаждение

$$\frac{p_3}{3} = p_4 = \frac{p_1}{3} \quad Q_{3-4} = \Delta U_{3-4} = -3 \nu R T_1$$

$$V_3 = V_4 = 3V_1 \quad \Delta U_{3-4} = \frac{3}{2} \nu R (T_4 - T_3) = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - 3T_1) = -3 \nu R T_1$$

$$\frac{T_3}{3} = T_4 = T_1$$

4-1) На участке 4-1 происходит изотермическое сжатие

$$p_4 = \frac{p_1}{3} \quad Q_{4-1} = A_{4-1} = -\frac{4}{3} \nu R T_1$$

$$V_4 = 3V_1 \quad A_{4-1} = (p_1 - p_4)(V_1 - V_4) = \left(p_1 - \frac{p_1}{3}\right) \cdot (V_1 - 3V_1) = \frac{2}{3} p_1 \cdot (-2V_1) = -\frac{4}{3} p_1 V_1 = -\frac{4}{3} \nu R T_1$$

$$T_4 = T_1$$

II Работа цикла

$$A = A_{2-3} + A_{4-1} = 4 \nu R T_1 - \frac{4}{3} \nu R T_1 = \frac{8 \nu R T_1}{3}$$

III Тепло подведенное в ходе процесса

$$Q_{\text{II}} = Q_{1-2} + Q_{2-3} = 3 \nu R T_1 + 4 \nu R T_1 = 7 \nu R T_1$$

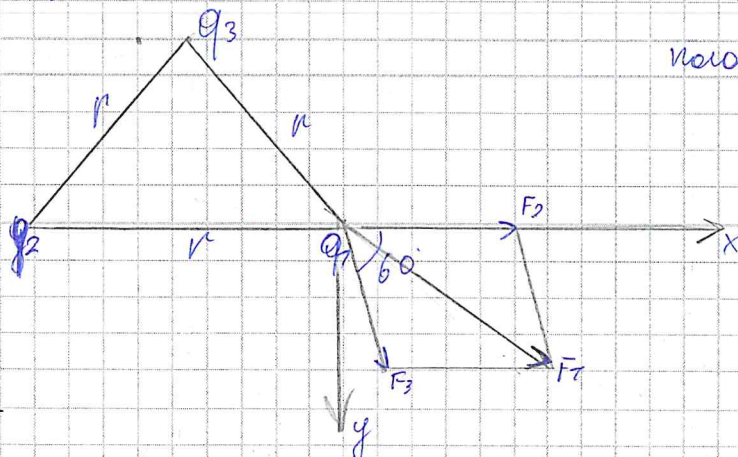
Ответ: 38%.

IV КПД:

$$\eta = \frac{A}{Q_{\text{II}}} \cdot 100\% = \frac{8 \nu R T_1}{3} : 7 \nu R T_1 = \frac{8 \nu R T_1}{3} \cdot \frac{1}{7 \nu R T_1} = \frac{8 \nu R T_1}{21 \nu R T_1} = \frac{8}{21} \cdot 100\% = 38\%$$

1) Дано Решение

q_1, q_2, q_3
 $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$
 q_1, q_2, q_3
 r
 60°



П.к. максимизируется
положительно, ординарно,
или будет отрицательна

$$F = E q \quad \varphi = E d$$

$$F = \frac{q q}{d} \quad d = r$$

По II закону Ньютона

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

$$F_1 = \sqrt{(F_2 + F_3 \cos 60^\circ)^2 + (F_3 \sin 60^\circ)^2}$$

$$= \sqrt{F_2^2 + \frac{F_3^2}{4} + F_2 F_3 + F_3^2 + \frac{3}{4}} = \sqrt{F_2^2 + F_2 F_3 + F_3^2} = \sqrt{\frac{q_2^2 q_1^2}{r^2} + \frac{q_3 q_1 q_2 q_1}{r \cdot r} + \frac{q_3^2 q_1^2}{r^2}} =$$

$$= \frac{q_1}{r} \sqrt{\varphi_2^2 + \varphi_2 \varphi_3 + \varphi_3^2}$$

Ответ: $F_1 = \frac{q_1}{r} \sqrt{\varphi_2^2 + \varphi_2 \varphi_3 + \varphi_3^2}$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

Дано

$$V_{\text{ш}} = 5000 \text{ м}^3$$

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

$$\varphi_1 = 0,1$$

$$p_{\text{атм}} = 100 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$\varphi_2 = 0,9$$

$$p_{\text{пл}} = 9000 \text{ Па}$$

$$m_{\text{бал}} = ?$$

Решение

$$\varphi = \frac{p_{\text{атм}}}{p_{\text{пл}}} \Rightarrow \varphi_1 \cdot p_{\text{пл}} = 0,1 \cdot 9000 = 900 \text{ Па}$$

$$p_{\text{пл}2} = 0,9 \cdot 9000 \text{ Па} = 8,1 \text{ кПа} = 8,1 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$p_{\text{пл}1} = p_{\text{атм}} - p_{\text{пл}} \Rightarrow p_{\text{пл}1} = p_{\text{атм}} - p_{\text{пл}2} = 100 \text{ кПа} - 8,1 \text{ кПа} = 91,9 \text{ кПа}$$

$$p_{\text{пл}2} = p_{\text{атм}} - p_{\text{пл}1} = 100 \text{ кПа} - 91,9 \text{ кПа} = 8,1 \text{ кПа} = 8,1 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$\rho_{\text{воз}} = \frac{(p_{\text{пл}1} \cdot M_{\text{воз}} + p_{\text{пл}2} \cdot M_{\text{воз}})}{R \cdot T}$$

$$M_{\text{воз}} = \text{молярная масса сухого воздуха} \approx 0,029 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$M_{\text{вод}} = \text{молярная масса воды} \approx 0,018 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$\rho_{\text{воз}1} = \frac{(91,9 \cdot 10^3 \cdot 0,029 + 8,1 \cdot 10^3 \cdot 0,018)}{8,31 \cdot 316} \approx 1,7 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_{\text{воз}2} = \frac{(91,9 \cdot 10^3 \cdot 0,029 + 8,1 \cdot 10^3 \cdot 0,018)}{8,31 \cdot 316} \approx 1,07 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$F_{\text{пор}} \text{ равна весу вытесненного воздуха: } F_{\text{пор}} = \rho \cdot V \cdot g$$

$$\Delta p = p_1 - p_2 = 1,7 - 1,07 = 0,63 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\Delta F_{\text{пор}} = \Delta p V g = 0,63 \cdot 5000 \cdot g = 150 \text{ Н}$$

$$m_{\text{бал}} = \frac{\Delta F_{\text{пор}}}{g} = \frac{150 \text{ Н}}{g} = 150 \text{ кг}$$

Ответ: 150 кг