

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
64			<i>Андрей</i>
Шифр			520319

Б3 Дано

Анализ

и

Решение

$$T_{\max} = T_2$$

1 → 2 изобарный нагрев

Нужно определить КПД

$$T_{\min} = T_4$$

2 → 3 адиабатное расширение

сделаем это по $\eta = \frac{A}{Q} \cdot 100\%$

$\eta = ?$

3 → 4 изохорное охлаждение

тк у нас нет A и Q сделаем это по температурной разнице

4 → 1 адиабатное сжатие

получается $\eta = 1 - \frac{T_{\min}}{T_{\max}} \cdot 100\%$

Затем определяем тем-ру в точках и КПД

$$T_4 = \min ; T_2 = \max$$

По рисунку видим, что $T_4 \approx 0,4 T_2$

$$\text{Представим } \eta = 1 - \frac{T_4}{T_2} = 1 - 0,4 \cdot 100\% = 0,6 \cdot 100\% = 60\%$$

Ответ $\eta = 100\%$ — 65

Задача Б1

Дано

Анализ

и

Решение

S — общ. длина

Анализ

a ускор. у. об. об.

$\frac{S}{3}$ первая $\frac{1}{3}$ пути

Получается $a = \text{ускор.}$; $V_0 = 0$; t_1 — в.р. движения

$V_{\text{кон.}}$ скорость у об. об.

$\frac{S}{3}$ — вторая $\frac{1}{3}$ пути

постоян. = V скорость t_2 — в.р. движ. $\Rightarrow \frac{S}{3} = V \cdot t_2$

кто придет 1 $\Delta T = ?$

$\frac{S}{3}$ — третья $\frac{1}{3}$ пути

$-a = \text{ускор.}$ кон. скорости V $V_0 = 0$

$$\Rightarrow \frac{S}{3} = V \cdot t_3 - \frac{1}{2} \cdot a \cdot t_3^2$$

$$V_0 = V - a \cdot t_3 \quad (\text{скорость в конце})$$

Вставляем ур-е

$$t_3 = \frac{V}{a}; \quad t_1 = \frac{V}{a} \Rightarrow t_1 = t_3$$

$$t_2 = \frac{S}{3V}$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

920319

$$\frac{S}{3} = \frac{1}{2} \cdot a \left(\frac{V}{a} \right)^2 = \frac{V^2}{2a} \Rightarrow a = \frac{(3V)^2}{2S} \Rightarrow t_1 = t_3 = \frac{V}{\frac{(3V)^2}{2S}} = \frac{2S}{3V}$$

$$t_A = t_1 + t_2 + t_3 = \frac{2S}{3V} + \frac{S}{3V} + \frac{2S}{3V} = \frac{5S}{3V} - \text{общий } t \text{ Антона}$$

Теперь рассмотрим Бориса

$$\frac{S}{3} \text{ первая } \frac{1}{3}; a_2; V_0 = 0 \quad \frac{t}{3} - \text{вр. движ.}$$

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

$$V = a_2 \cdot \frac{t}{3} - \text{скорость в конце участка}$$

$$\frac{S}{3} \text{ вторая } \frac{1}{3} \quad V \text{ постоянная } \frac{t}{3} - \text{вр. движ.} \quad S_2 = V \cdot \frac{t}{3}$$

$$\frac{S}{3} \text{ третья } \frac{1}{3} \quad -a_2 - \text{ускор} \quad V \text{ нач. скорость } V_0 = 0 \quad \frac{t}{3} - \text{вр. движ.}$$

Составим ур.е

$$\frac{t}{3} = \frac{V}{a_2}; \quad S_2 = V \cdot \left(\frac{V}{a_2} \right); \quad S_3 = V \cdot \left(\frac{V}{a_2} \right) - \frac{1}{2} \cdot a_2 \cdot \left(\frac{V}{a_2} \right)^2 = \frac{V^2}{2a_2}$$

$$S_1 = \frac{V^2}{2a_2}$$

$$S = S_1 + S_2 + S_3 = \frac{V^2}{2a_2} + \frac{V^2}{a_2} + \frac{V^2}{2a_2} = 2 \cdot \frac{V^2}{a_2}$$

$$a_2 = 2 \cdot \frac{V^2}{S}$$

$$t = \frac{3 \cdot V}{a_2} = \frac{3V}{2 \cdot \frac{V^2}{S}} = \frac{3S}{2V}$$

Теперь сравним t_A Антона и Бориса

$$t_A = \frac{5S}{3V} \quad t_B = \frac{3S}{2V}$$

Приведем к общ. знаменателю

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

При вернем к общ. знаменателю

$$t_A = \frac{10S}{6V} \quad t_B = \frac{9S}{6V} \Rightarrow \text{т.к. } t_B \text{ меньше чем } t_A \text{ то получается}$$

Борис придет к финишу первым

$$\Delta t = t_A - t_B = \frac{10S}{6V} - \frac{9S}{6V} = \frac{S}{6V}$$

Ответ к финишу первым пришел Борис; $\Delta t = \frac{S}{6V}$ 205

Задача 54

Дано

 φ_1 - потенциал первого шарика φ_2 - второго φ_3 - третьего

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$$

 $F_1 = ?$

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

$$= \frac{\varphi_1 \cdot \varphi_2}{k} \quad \text{сила Кулона}$$

 $F_{2,1}$ - сила дейст. на первый шарик со стороны второго

$$F_{3,1} = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_3}{a^2} = k \cdot \left(\frac{\varphi_1 \cdot a}{k} \cdot \frac{\varphi_3 \cdot a}{k} \right) = \frac{\varphi_1 \cdot \varphi_3 \cdot a^2}{k \cdot a^2} = \frac{\varphi_1 \cdot \varphi_3}{k}$$

т.к. шарики расположены в равностороннем Δ между силами $F_{2,1}$ и $F_{3,1}$ равно 60° Чтобы найти F_1 , буду использовать теорему косинусов

$$F_1^2 = F_{2,1}^2 + F_{3,1}^2 + 2 \cdot F_{2,1} \cdot F_{3,1} \cdot \cos 60^\circ$$

Анализ и Решение

Найдём потенциал точечного заряда, тогда:

возьмём a как сторону равностороннего Δ

т.к. расст. между шариками равно



$$\Rightarrow \varphi_1 = k \cdot \frac{q_1}{a} \Rightarrow q_1 = \frac{(\varphi_1 \cdot a)}{k}$$

$$\varphi_2 = k \cdot \frac{q_2}{a} \quad || \quad$$

$$\varphi_3 = k \cdot \frac{q_3}{a} \quad || \quad$$

$$F_{2,1} = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{a^2} = k \cdot \left(\frac{\varphi_1 \cdot a}{k} \cdot \frac{\varphi_2 \cdot a}{k} \right) = \frac{(\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot a^2)}{k \cdot a^2}$$

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

$$F_1^2 = \left(\frac{q_1 \cdot q_2}{k} \right)^2 + \left(\frac{q_1 \cdot q_3}{k} \right)^2 + 2 \left(\frac{q_1 \cdot q_2}{k} \right) \cdot \left(\frac{q_1 \cdot q_3}{k} \right) \cdot \frac{1}{2}$$

$$F_1^2 = \left(\frac{q_1^2}{k^2} \right) \cdot (q_2^2 + q_3^2 + q_2 \cdot q_3) \Rightarrow F_1 = \frac{q_1}{k} \cdot \sqrt{(q_2^2 + q_3^2 + q_2 \cdot q_3)}$$

Ответ: $4\pi\epsilon_0 \cdot q_1 \cdot \sqrt{(q_2^2 + q_3^2 + q_2 \cdot q_3)}$

Задача 55

Дано	Ис	Анализ и Решение
$V = 5000 \text{ м}^3$		$M_{N_2} = \frac{28}{\text{моль}} = 0,028 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$
$P_{N_2} = 110 \text{ кПа} = 110000 \text{ Па}$		$M_{\text{возд}} = 29 = 0,029 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$
$T = 43^\circ \text{C} = 316 \text{ К}$		$M_{\text{возд}} = 18 = 0,018 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$
$P_{\text{атм}} = 100 \text{ кПа}$	100000 Па	$P_{N_2} = \frac{(P_{N_2} \cdot M_{N_2})}{R \cdot T} = \frac{110000 \text{ Па} \cdot 0,002 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 316 \text{ К}} =$
$\varphi_1 = 10\%$	$0,1$	$= 0,0837 \text{ кг/м}^3$
$\varphi_2 = 90\%$	$0,9$	$P_{\text{возд}} = P_{\text{сух}} + P_{\text{пар}} \Rightarrow$
$\Delta M = ?$		
		$P_{\text{сух}} = P_{\text{атм}} - \varphi_1 \cdot P_{\text{нас}} = 100000 \text{ Па} - 0,1 \cdot 9000 \text{ Па} = 99100 \text{ Па} - P_{\text{сух}} \cdot M_{\text{возд}}$
		$P_{\text{сух}} = 100000 \text{ Па} - 0,9 \cdot 9000 \text{ Па} = 91900 \text{ Па} -$
		$P_{\text{сух}} = \frac{P_{\text{сух}} \cdot M_{\text{возд}}}{R \cdot T} = \frac{99100 \text{ Па} \cdot 0,029 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 316 \text{ К}} \approx 1,091 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
		$P_{\text{сух}} = \left(\frac{P_{\text{сух}} \cdot M_{\text{возд}}}{R \cdot T} \right) = \frac{91900 \text{ Па} \cdot 0,029 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 316 \text{ К}} \approx 1,012 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
		$P_{\text{пар}} = \frac{\varphi_1 \cdot P_{\text{нас}} \cdot M_{\text{вод}}}{R \cdot T} = \frac{(0,1 \cdot 9000 \text{ Па} \cdot 0,018 \frac{\text{кг}}{\text{моль}})}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 316 \text{ К}} \approx 0,00615 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
		$P_{\text{пар}} = \frac{\varphi_2 \cdot P_{\text{нас}} \cdot M_{\text{вод}}}{R \cdot T} = \frac{(0,9 \cdot 9000 \text{ Па} \cdot 0,018 \frac{\text{кг}}{\text{моль}})}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 316 \text{ К}} \approx 0,0553 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

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

$$\rho_{\text{возд}1} = \rho_{\text{сух}1} + \rho_{\text{пар}1} = 1,091 \text{ кг/м}^3 + 0,00615 \text{ кг/м}^3 \approx 1,097 \text{ кг/м}^3$$

$$\rho_{\text{возд}2} = \rho_{\text{сух}2} + \rho_{\text{пар}2} = 1,012 \text{ кг/м}^3 + 0,0553 \text{ кг/м}^3 \approx 1,067 \text{ кг/м}^3$$

Сила Архимеда до и после изменения влажности

$$F_{A1} = \rho_{\text{возд}1} \cdot g \cdot V = 1,097 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 5000 \text{ м}^3 \approx 53453 \text{ Н}$$

$$F_{A2} = \rho_{\text{возд}2} \cdot g \cdot V = 1,067 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 5000 \text{ м}^3 \approx 52283 \text{ Н}$$

$$m_{H_2} = \rho_{H_2} \cdot V = 0,0837 \text{ кг/м}^3 \cdot 5000 \text{ м}^3 \approx 418,5 \text{ кг}$$

Сумма сил тяжести водорода и балласта равна силе Архимеда

$$F_{A1} = (m_{H_2} + m_{\text{балл}1}) \cdot g$$

$$m_{\text{балл}1} = \frac{F_{A1}}{g - m_{H_2}} = \frac{53453 \text{ Н}}{9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} - 418,5 \text{ кг}} \approx 5067 \text{ кг} \quad \text{Балласт до измен. влажности}$$

$$m_{\text{балл}2} = \frac{F_{A2}}{g - m_{H_2}} = \frac{52283 \text{ Н}}{9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} - 418,5 \text{ кг}} = 4918 \text{ кг} \quad \text{Балласт после измен. влажности}$$

$$\Delta m_{\text{балл}} = m_{\text{балл}1} - m_{\text{балл}2} = 5067 \text{ кг} - 4918 \text{ кг} = 149 \text{ кг}$$

Ответ $\Delta m = 149 \text{ кг}$ 151 кг 145