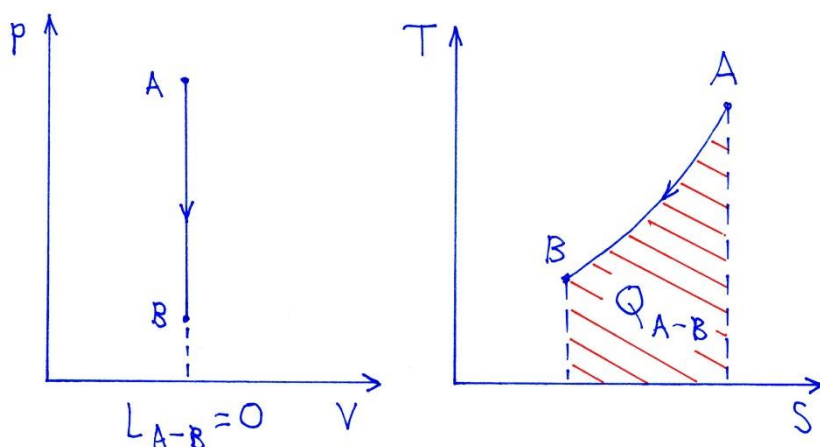


Roztwór gazów o ciśnieniu $p_A = 1,2 \text{ MPa}$ i temperaturze $t_A = 125^\circ\text{C}$ składa się z $V_{u1} = 2 \text{ um}^3$ tlenu O_2 (32) oraz $m_2 = 0,8 \text{ kg}$ metanu CH_4 (16). Gaz podległ rozprężeniu izochorycznemu, podczas którego odprowadzono od niego $Q_{A-B} = -250 \text{ kJ}$ ciepła. Obliczyć: ciśnienie, temperaturę i objętość gazu na końcu przemiany oraz ciśnienie składnikowe metanu w roztworze na początku przemiany.

Przemianę przedstawić na wykresach p-V oraz T-S. Opisać początek i koniec przemiany oraz wskazać kierunek przemiany. Zakreskować pola pracy i ciepła. Przeliczyć jednostki.



Ilość kilomoli tlenu

$$n_1 = \frac{V_{u1}}{(Mv_u)} = \frac{2}{22,71} = 0,08807 \text{ [kmol]}$$

Ilość kilogramów tlenu

$$m_1 = n_1 M_1 = 0,08807 \cdot 32 = 2,818 \text{ [kg]}$$

Całkowita ilość substancji roztworu

$$m = m_1 + m_2 = 2,818 + 0,8 = 3,618 \text{ [kg]}$$

Udział kilogramowy tlenu w roztworze

$$g_1 = \frac{m_1}{m} = \frac{2,818}{3,618} = 0,7789$$

Udział kilogramowy metanu w roztworze

$$g_2 = \frac{m_2}{m} = \frac{0,8}{3,618} = 0,2211$$

Indywidualna stała gazowa tlenu

$$R_1 = \frac{(MR)}{M_1} = \frac{8314}{32} = 259,81 \left[\frac{J}{kg \cdot K} \right]$$

Indywidualna stała gazowa metanu

$$R_2 = \frac{(MR)}{M_2} = \frac{8314}{16} = 519,62 \left[\frac{J}{kg \cdot K} \right]$$

Zastępcza stała gazowa roztworu

$$R = g_1 R_1 + g_2 R_2 = 0,7789 \cdot 259,81 + 0,2211 \cdot 519,62 = 317,26 \left[\frac{J}{kg \cdot K} \right]$$

Ciepło właściwe przy stałej objętości tlenu

$$c_{v1} = \frac{1}{2} f_1 R_1 = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 259,81 = 649,53 \left[\frac{J}{kg \cdot K} \right]$$

Ciepło właściwe przy stałej objętości metanu

$$c_{v2} = \frac{1}{2} f_2 R_2 = \frac{1}{2} \cdot 6 \cdot 519,62 = 1558,9 \left[\frac{J}{kg \cdot K} \right]$$

Zastępcze ciepło właściwe roztworu

$$c_v = g_1 c_{v1} + g_2 c_{v2} = 0,7789 \cdot 649,53 + 0,2211 \cdot 1558,9 = 850,59 \left[\frac{J}{kg \cdot K} \right]$$

$$T_A = t_A + 273,15 = 125 + 273,15 = 398,15 [K]$$

$$V_B = V_A = \frac{mRT_A}{p_A} = \frac{3,618 \cdot 317,26 \cdot 398,15}{1,2 \cdot 10^6} = 0,3809 [m^3]$$

Ciepło przemiany

$$Q_{A-B} = mc_v (T_B - T_A)$$

Końcowa temperatura przemiany

$$T_B = T_A + \frac{Q_{A-B}}{mc_v} = 398,15 + \frac{-250 \cdot 10^3}{3,618 \cdot 850,59} = 316,92 [K]$$
$$\left[K + \frac{J}{kg \cdot \frac{J}{kg \cdot K}} = K \right]$$

Końcowe ciśnienie przemiany

$$p_B = \frac{T_B}{T_A} p_A = \frac{316,92}{398,15} \cdot 1,2 = 0,9552 [MPa]$$

Udział molowy metanu w roztworze

$$z_2 = \frac{g_2 R_2}{R} = \frac{0,2211 \cdot 519,62}{317,26} = 0,3621$$

Ciśnienie składnikowe (cząstkowe) metanu w roztworze na początku przemiany (punkt A na wykresach).

$$p_{A2} = z_2 p_A = 0,3621 \cdot 1,2 = 0,4346 [MPa]$$