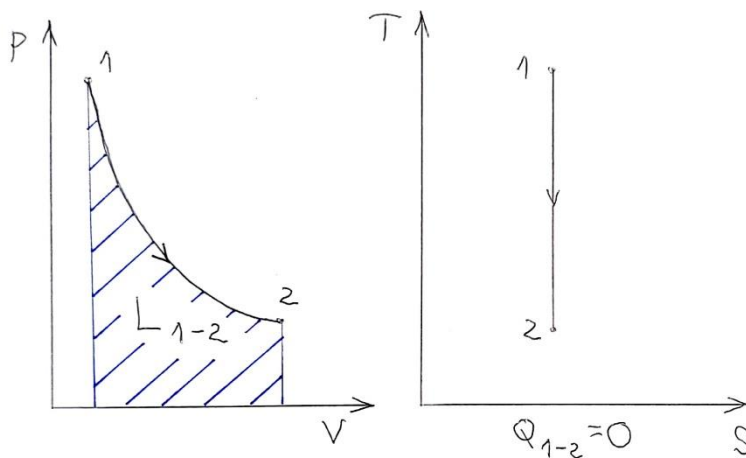


Roztwór gazów o parametrach $p_1 = 1,2 \text{ MPa}$, $t_1 = 325^\circ\text{C}$, $V_1 = 0,16 \text{ m}^3$, składa się z argonu Ar (40) oraz tlenku węgla CO (28). Udział molowy CO w roztworze wynosi $z_C = 0,45$. Roztwór podległ ekspansji izentropowej, podczas której wykonał pracę bezwzględną $L_{1-2} = 150 \text{ kJ}$. Obliczyć: temperaturę gazu na końcu przemiany, ciepło przemiany oraz ciśnienie składnikowe Ar w roztworze na końcu przemiany. Przemianę przedstawić na wykresach p-V oraz T-S. Opisać początek i koniec przemiany oraz wskazać kierunek przemiany. Zakreślone pola pracy i ciepła. Przeliczyć jednostki.

ROZWIĄZANIE



Udział molowy argonu w roztworze

$$z_A = 1 - z_C = 1 - 0,45 = 0,55$$

Zastępcza masa molowa roztworu

$$M = z_A M_A + z_C M_C = 0,55 \cdot 40 + 0,45 \cdot 28 = 34,6 \left[\frac{\text{kg}}{\text{kmol}} \right]$$

Udział kilogramowy argonu w roztworze

$$g_A = \frac{z_A M_A}{M} = \frac{0,55 \cdot 40}{34,6} = 0,636$$

Udział kilogramowy tlenku węgla w roztworze

$$g_C = \frac{z_C M_C}{M} = \frac{0,45 \cdot 28}{34,6} = 0,364$$

Sprawdzenie

$$g_A + g_C = 0,636 + 0,364 = 1,00$$

Indywidualna stała gazowa argonu

$$R_A = \frac{(MR)}{M_A} = \frac{8314}{40} = 207,85 \left[\frac{J}{kg \cdot K} \right]$$

Indywidualna stała gazowa tlenku węgla

$$R_C = \frac{(MR)}{M_C} = \frac{8314}{28} = 296,93 \left[\frac{J}{kg \cdot K} \right]$$

Zastępcza indywidualna stała gazowa roztworu

$$R = \frac{(MR)}{M} = \frac{8314}{34,6} = 240,29 \left[\frac{J}{kg \cdot K} \right]$$

$$R = g_A R_A + g_C R_C$$

Ciepło właściwe przy stałej objętości argonu

$$c_{vA} = \frac{1}{2} f_A R_A = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 207,85 = 311,78 \left[\frac{J}{kg \cdot K} \right]$$

Ciepło właściwe przy stałej objętości tlenku węgla

$$c_{vC} = \frac{1}{2} f_C R_C = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 296,93 = 742,32 \left[\frac{J}{kg \cdot K} \right]$$

Zastępcze ciepło właściwe przy stałej objętości roztworu

$$c_v = g_A c_{vA} + g_C c_{vC} = 0,636 \cdot 311,78 + 0,364 \cdot 742,32 = 468,56 \left[\frac{J}{kg \cdot K} \right]$$

Zastępcze ciepło właściwe przy stałym ciśnieniu roztworu

$$c_p = c_v + R = 468,56 + 240,29 = 708,85 \left[\frac{J}{kg \cdot K} \right]$$

Zastępczy wykładnik izentropy

$$\kappa = \frac{c_p}{c_v} = \frac{708,85}{468,56} = 1,513$$

$$T_1 = t_1 + 273,15 = 325 + 273,15 = 598,15 [K]$$

Ilość substancji roztworu

$$m = \frac{p_1 V_1}{RT_1} = \frac{1,2 \cdot 10^6 \cdot 0,16}{240,29 \cdot 598,15} = 1,336 [kg]$$

Praca bezwzględna przemiany izentropowej

$$L_{1-2} = -\Delta U_{1-2} = mc_v (T_1 - T_2)$$

$$T_2 = T_1 - \frac{L_{1-2}}{mc_v} = 598,15 - \frac{150 \cdot 10^3}{1,336 \cdot 468,56} = 358,51 [K]$$

Równanie izentropy

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{\kappa-1}{\kappa}}$$

$$p_2 = \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} p_1 = \left(\frac{358,51}{598,15} \right)^{\frac{1,513}{1,513-1}} \cdot 1,2 = 0,2651 [MPa]$$

$$p_{2A} = z_A p_2 = 0,55 \cdot 0,2651 = 0,1458 [MPa]$$