

W pionowym cylindrze zamkniętym od góry tłokiem przesuwającym się bez tarcia znajduje się 0,045 kg helu He (4) pod ciśnieniem 2,6 bar. Wskutek doprowadzenia ciepła objętość gazu wzrosła od 0,1 m³ do 0,14 m³ bez zmiany ciśnienia gazu. Ciepło właściwe procesu jest równe 5196 J/(kg·K). Obliczyć: (a) ilość doprowadzonego ciepła, (b) przyrost energii potencjalnej tłoka, (c) przyrost energii wewnętrznej gazu.

R O Z W I A Ź A N I E

Temperatura gazu na początku procesu

$$T_1 = \frac{pV_1}{mR} = \frac{2,6 \cdot 10^5 \cdot 0,1}{0,045 \cdot 2078} = 278 [K] \quad \left[\frac{\frac{N}{m^2} \cdot m^3}{kg \cdot \frac{N \cdot m}{kg \cdot K}} = K \right] \quad (1)$$

Stała gazowa helu

$$R = \frac{(MR)}{M} = \frac{8314}{4} = 2078 \left[\frac{J}{kg \cdot K} \right] \quad \left[\frac{\frac{J}{kmol \cdot K}}{\frac{kg}{kmol}} = \frac{J}{kmol \cdot K} \cdot \frac{kmol}{kg} = \frac{J}{kg \cdot K} \right] \quad (2)$$

Temperatura gazu na końcu procesu

$$T_2 = \frac{pV_2}{mR} = \frac{2,6 \cdot 10^5 \cdot 0,14}{0,045 \cdot 2078} = 389,3 [K] \quad (3)$$

Ilość doprowadzonego ciepła

$$Q_{1-2} = mc_p (T_2 - T_1) = 0,045 \cdot 5196 \cdot (389,3 - 278) = 26024 [J] \quad (4)$$

Praca bezwzględna przemiany

$$L_{1-2} = \int_{V_1}^{V_2} p(V) dV = \int_{V_1}^{V_2} p dV = p(V_2 - V_1) = 2,6 \cdot 10^5 \cdot (0,14 - 0,1) = 10400 [J] \quad (5)$$

Przyrost energii potencjalnej tłoka

$$\Delta E_p = L_{1-2} \quad (6)$$

$$\Delta E_p = Gh = pAh = p\Delta V_{1-2} = p(V_2 - V_1) = L_{1-2} \quad (7)$$

G - ciężar tłoka; h - przemieszczenie tłoka; A – pole powierzchni przekroju poprzecznego tłoka

Równanie bilansu energii przemiany

$$Q_{1-2} = \Delta U_{1-2} + L_{1-2} \quad (8)$$

$$\Delta U_{1-2} = Q_{1-2} - L_{1-2} = 26024 - 10400 = 15624 [J] \quad (9)$$