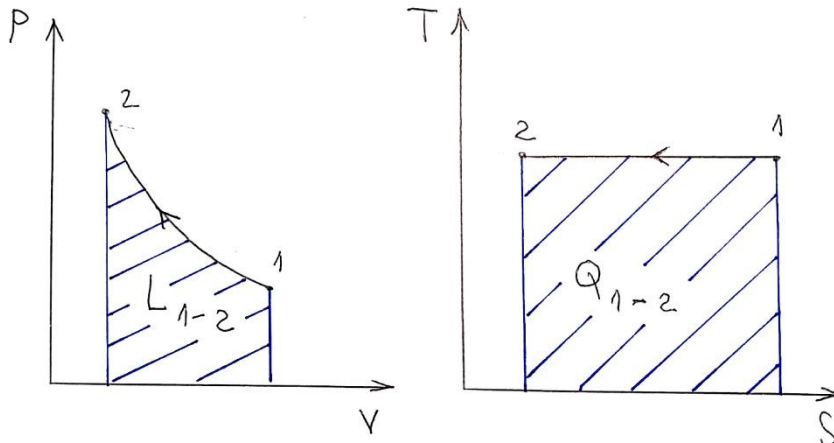


W układzie zamkniętym znajduje się 0,7 kg helu He (4) o temperaturze 320 K pod ciśnieniem  $2 \cdot 10^5$  Pa. Gaz sprężono izotermicznie do ciśnienia  $4 \cdot 10^5$  Pa. Obliczyć: ciepło i pracę bezwzględną przemiany, energię wewnętrzną helu na początku i końcu przemiany, przyrost energii wewnętrznej helu podczas przemiany, objętość helu na początku i końcu przemiany.



Praca bezwzględna przemiany

$$L_{1-2} = mRT \ln \left( \frac{p_1}{p_2} \right)$$

$$R = \frac{(MR)}{M} = \frac{8314}{4} = 2078,5 \left[ \frac{J}{kg \cdot K} \right]$$

$$L_{1-2} = 0,7 \cdot 2078,5 \cdot 320 \cdot \ln \left( \frac{2 \cdot 10^5}{4 \cdot 10^5} \right) = -322,7 \cdot 10^3 [J] \quad \text{- znak minus oznacza, że praca została doprowadzona}$$

Energia wewnętrzna helu na początku przemiany

$$U_1 = mc_v T_1$$

$$c_v = \frac{1}{2} f R = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 2078,5 = 3117,8 \left[ \frac{J}{kg \cdot K} \right]$$

Dla gazu jednoatomowego liczba stopni swobody  $f = 3$ .

$$U_1 = 0,7 \cdot 3117,8 \cdot 320 = 698,4 \cdot 10^3 [J]$$

Energia wewnętrzna gazu doskonałego zależy tylko od temperatury, stąd dla  $T_2 = T_1$  jest

$$U_2 = U_1$$

oraz

$$\Delta U_{1-2} = 0$$

Pierwsza zasada termodynamiki

$$Q_{1-2} = \Delta U_{1-2} + L_{1-2}$$

$$Q_{1-2} = L_{1-2}$$

Objętość gazu na początku przemiany

$$V_1 = \frac{mRT}{p_1} = \frac{0,7 \cdot 2078,5 \cdot 320}{2 \cdot 10^5} = 2,328 \text{ m}^3$$

i na końcu przemiany

$$V_2 = \frac{mRT}{p_2} = \frac{0,7 \cdot 2078,5 \cdot 320}{4 \cdot 10^5} = 1,164 \text{ m}^3$$

$$V_2 = \frac{p_1 \cdot V_1}{p_2}$$