

Een ideaal gas expandeert isotherm en reversibel van  $P = 10 \text{ bar}$ ,  $V = 2 \text{ L}$  naar  $P = 1 \text{ bar}$ ,  $V = 20 \text{ L}$ . Bereken  $\Delta U$ ,  $q$  en  $w$ .

### Oplossing

Voor elk **isotherm proces** van een ideaal gas geldt dat  $\Delta U = q + w = 0$ .

Tijdens deze **reversibele expansie** is de druk van de omgeving op elk ogenblik een infinitesimaal (d.w.z. een ietsie pietsie) kleiner dan de druk van het systeem.

Hierin is:

- $q$  de warmte die door de omgeving aan het systeem geleverd wordt
- $w$  de arbeid die door de omgeving aan het systeem geleverd wordt.

We berekenen de arbeid die door het systeem geleverd wordt tijdens de expansie. Die arbeid is, volgens de definitie van  $w$  (arbeid die door de omgeving aan het systeem geleverd wordt) gelijk aan  $(-w)$ .

$$\begin{aligned}(-w) &= \int_{V_1=2\text{L}}^{V_2=20\text{L}} P \cdot dV = \int_{V_1=2\text{L}}^{V_2=20\text{L}} nRT \cdot \frac{dV}{V} = nRT \cdot \int_{V_1=2\text{L}}^{V_2=20\text{L}} \frac{dV}{V} = PV \ln \frac{V_2}{V_1} \\ &= 10 \text{ bar} \cdot 2\text{L} \cdot \ln \frac{20\text{L}}{2\text{L}} = 10 \times 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 2 \times 10^{-3} \text{m}^3 \cdot \ln \frac{20\text{L}}{2\text{L}} = 4605 \text{ N}\cdot\text{m} = 4605 \text{ J}\end{aligned}$$

$$(-w) = 4605 \text{ J}$$

$$w = -4605 \text{ J}$$

Dus

$$w = -4670 \text{ J}$$

$$q = +4670 \text{ J}$$

$$\Delta U = 0$$