

8. Übungsblatt: Entropie

29. Entropieänderung (Tutorial)

Das Volumen eines idealen Gases ($n = 5.50 \text{ mol}$) verdreifacht sich vom Anfangszustand A zum Endzustand B. Dabei wird der Druck ein Drittel des ursprünglichen sein während die Temperatur gleichbleibt. Entropieänderungen beim Übergang von Zustand 1 in Zustand 2 ergeben sich allgemein aus

$$\Delta S = \int_{T_1}^{T_2} \frac{C_V}{T} dT + \int_{V_1}^{V_2} \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_V dV$$

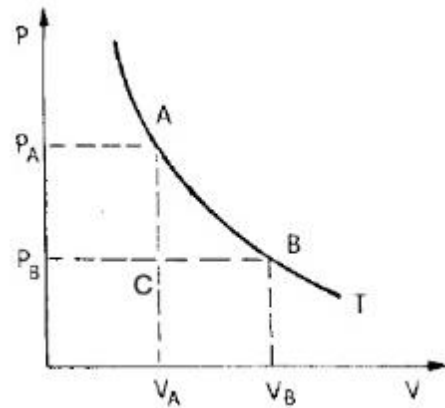
$$\Delta S = \int_{T_1}^{T_2} \frac{C_p}{T} dT - \int_{p_1}^{p_2} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p dp$$

Bestimmen Sie die Entropieänderung ΔS_{AB} bei

(a) quasi-statischer isothermer Expansion von A nach B

(b) der Zustandsänderung $A \xrightarrow{\text{isochor}} C$ und $C \xrightarrow{\text{isobar}} B$

Anm.: $R = 8.31447 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$, $C_p - C_V = nR$



30. Entropieänderung eines realen Gases

Nehmen Sie nun an, dass sich exakt 5.5 mol Wasserdampf wie ein „reales Gas“ verhalten (die van der Waals Koeffizienten lauten $a = 5.536 \text{ L}^2 \text{ bar mol}^{-2}$ und $b = 0.03049 \text{ L mol}^{-1}$).

(a) Leiten Sie eine Gleichung für die Entropieänderung eines realen Gases bei reversibler Expansion her (beachten Sie, dass sich $C_V(T)$ mit der Temperatur ändern kann). Gehen Sie von der van der Waals Gleichung aus:

$$\left[p + \left(\frac{n}{V} \right)^2 a \right] (V - nb) = nRT$$

(b) Bestimmen Sie mit dieser Gleichung die Entropieänderung des Wasserdampfes das isobar von 4.00 L auf 12.00 L expandiert während sich seine Temperatur verdreifacht, wobei $C_{V,m} = 54.819 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$, die Wärmekapazität bei konstantem Volumen, im betrachteten Temperaturbereich nun als konstant angenähert werden kann.

31. Adiabatische Expansion

Ein ideales Gas ($n = 5.50 \text{ mol}$) mit einer Wärmekapazität $C_{v,m} = 28.28 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ expandiert reversibel und adiabatisch wobei die Temperatur von 400 K auf 300 K sinkt (die Wärmekapazität sei in diesem Temperaturbereich konstant). Bestimmen Sie

(a) die Änderung der inneren Energie und der Enthalpie

(b) die Entropieänderung des Prozesses

Anm.: $C_V = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V$, $H = U + pV$

32. Abkühlung (optional – zum Üben)

5.50 mol Wasserdampf ($C_{p,m} = 117.78 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$), als ideal zu betrachten, wird reversibel von 150.0 °C auf 100.0 °C abgekühlt. Bestimmen Sie die Entropieänderung, wenn diese Abkühlung (a) isochor oder (b) isobar geschieht.

Lösung: (a) -75.7 J/K, (b) -81.5 J/K