

Übungsblatt 2

Innere Energie, Kreisprozess, Enthalpie

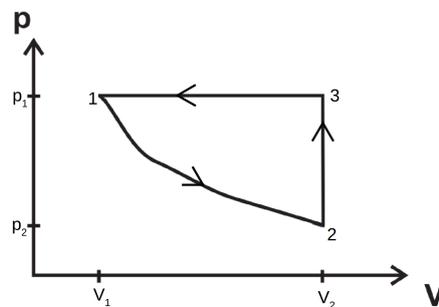
Physikalische Chemie 1 - Thermodynamik

WS 2018/19

Übungsleitung: Monja Sokolov, Mila Andreeva

Aufgabe 1

Es liegen 10 mol (ideales) Heliumgas bei 20°C und 2 bar vor. Die molare spezifische Wärmekapazität $c_{p,m}$ beträgt $20.786\text{ J mol}^{-1}\text{ K}^{-1}$. Das Helium wird zunächst isotherm auf das Doppelte seines Ausgangsvolumens expandiert, anschließend isochor erwärmt bis der Ausgangsdruck erreicht ist und schließlich isobar auf die Ausgangstemperatur abgekühlt (siehe Bild).



- Berechnen Sie die spezifische Wärmekapazität c_V für das Helium.
- Berechnen Sie für jeden der Zustände die jeweils unbekanntes Zustandsgrößen (V , p und T).
- Berechnen Sie für jeden Teilprozess die Änderung der inneren Energie.
- Um wie viel hat sich die innere Energie des Systems nach einem Prozessdurchlauf ($1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$) geändert? Erklären Sie, woran das liegt!

Aufgabe 2

Ist es möglich, eine Maschine zu bauen, die kontinuierlich Arbeit verrichtet, ohne dass ihr Energie zugeführt wird? Warum bzw. warum nicht?

Einschub: Enthalpien

Die Enthalpie wird in der Thermodynamik verwendet, da sie bei isobaren Prozessen eine gut messbare Größe darstellt. Für chemische Reaktionen ist die Reaktionsenthalpie eine wichtige Größe:

$$\Delta_r H^\ominus = \sum_{i \in \text{Produkte}} \nu_i \Delta_f H_{m,i}^\ominus - \sum_{i \in \text{Edukte}} \nu_i \Delta_f H_{m,i}^\ominus$$

Dabei sind $\Delta_f H^\ominus$ die Bildungsenthalpien der Produkte bzw. Edukte bei Standardbedingungen. Die Bildungsenthalpien für Elemente in ihrem Referenzzustand werden zu null gesetzt.

Aufgabe 3

Berechnen Sie die Standardreaktionsenthalpien für folgende Reaktionen:

- a) $\text{SO}_2 + 3 \text{H}_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{S} + 2 \text{H}_2\text{O}$
- b) $2 \text{CH}_4\text{OH} + 3 \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
- c) $4 \text{HCl} + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{Cl}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

Nutzen sie:

$$\begin{aligned}\Delta_f H^\ominus(\text{SO}_2, g) &= -296.83 \text{ kJ mol}^{-1} \\ \Delta_f H^\ominus(\text{H}_2\text{S}, g) &= -20.63 \text{ kJ mol}^{-1} \\ \Delta_f H^\ominus(\text{H}_2\text{O}, l) &= -285.83 \text{ kJ mol}^{-1} \\ \Delta_f H^\ominus(\text{CH}_4\text{OH}, l) &= -238.4 \text{ kJ mol}^{-1} \\ \Delta_f H^\ominus(\text{CO}_2, g) &= -393.5 \text{ kJ mol}^{-1} \\ \Delta_f H^\ominus(\text{HCl}, g) &= -92.3 \text{ kJ mol}^{-1}\end{aligned}$$