

Übungsblatt 3

Carnot-Prozess, Entropie, 2. & 3. HS

Physikalische Chemie 1 - Thermodynamik

WS 2018/19

Übungsleitung: Monja Sokolov, Mila Andreeva

Aufgabe 1

Die Irreversibilität thermodynamischer Prozesse wird von der Zustandfunktion S beschrieben.

- In welcher Hinsicht sind irreversible Prozesse nicht umkehrbar? Was unterscheidet 'reversibel' von 'quasistationär'?
- Nennen Sie Beispiele für irreversible thermodynamische Prozesse.
- Zeichnen Sie in ein T - V -Diagramm mehrere Adiabaten sowie die zwei irreversiblen Beispielprozesse aus der Vorlesung ein.

Aufgabe 2

Eine Wärmekraftmaschine nutzt den Carnot-Prozess an 1 mol eines idealen Gases.

- Zeichnen Sie ein p - V -Diagramm für die Wärmekraftmaschine. Aus welchen Teilprozessen besteht der Kreisprozess?
- Stellen Sie Gleichungen für die Entropieänderungen in den einzelnen Schritten des Kreisprozesses auf.
- Verwenden Sie die Adiabatengleichung $TV^{\kappa-1} = \text{const.}$, um die Gesamtänderung der Entropie des Systems in einem Zyklus zu berechnen.
- Zeichnen Sie ein T - S -Diagramm für den Carnot-Prozess.
- Was müsste man machen, um den Wirkungsgrad der Wärmekraftmaschine zu maximieren? Wodurch wird das verhindert?

Einschub: Reaktionsentropien

Analog zu den molaren Reaktionsenthalpien wird die Entropieänderung einer Reaktion aus den Standardentropien der beteiligten Stoffe berechnet:

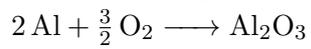
$$\Delta_r S_m^\ominus = \sum_{i \in \text{Produkte}} \nu_i S_{m,i}^\ominus - \sum_{i \in \text{Reaktanden}} \nu_i S_{m,i}^\ominus$$

Um die Temperaturabhängigkeit der Entropien zu berücksichtigen, kann man je nach Prozessführung die spezifische Wärmekapazität c_p oder c_V nutzen:

$$S(T_2) = S(T_1) + \int_{T_1}^{T_2} \frac{c}{T} dT \left(= S(T_1) + c \ln \left(\frac{T_2}{T_1} \right) \text{ bei idealem Gas} \right)$$

Aufgabe 3

Betrachtet wird die Bildung von Korund (Al_2O_3) aus den Elementen:



- Berechnen Sie die molare Bildungsentropie für die Reaktion bei Standardbedingungen.
- Um wie viel Prozent ändert sich $\Delta_f S_m$, wenn die Reaktion bei 50°C durchgeführt wird?

Verwenden Sie dabei die folgenden Daten unter der Näherung, dass c_p in diesen Temperaturbereichen als konstant angenommen werden kann:

Stoff	S_m^\ominus in $\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$	c_p in $\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$
Al	28.33	24.35
O_2	205.14	29.36
Al_2O_3	50.92	79.04