

Thermodynamik II Aufgabe 3.1

Thema: *Mischungsentropie idealer Mischungen, Satz von Gibbs*

Im Allgemeinen hängen Zustandsgrößen in einem Gemisch von zwei Zustandsgrößen und den Stoffmengen der Komponenten im Gemisch ab. Für die Entropie gilt daher für ein Gemisch aus k Komponenten bei der Temperatur T und dem Druck p :

$$S = S(T, p, n_1, n_2, \dots, n_k)$$

Für ideale Gase vereinfacht sich diese funktionale Abhängigkeit wesentlich.

Der Satz von Gibbs besagt für die Entropie eines Gemisches idealer Gase:

Die Entropie eines Gemisches idealer Gase setzt sich additiv zusammen aus den Entropien der reinen Komponenten, gerechnet für den Fall, dass jede Komponente das gesamte Volumen alleine einnehmen würde.

Nach diesem Satz gilt daher für die partielle molare Entropie einer Komponente i einer idealen Gasmischung folgende Beziehung:

$$s_{i,m}(T, p, X_i) = s_{i,m}^*(T^\circ, p^\circ) + \int_{T^\circ}^T c_{p,m,i} \frac{dT}{T} - \mathcal{R} \ln\left(\frac{p_i}{p^\circ}\right) = s_{i,m}^*(T, p) - \mathcal{R} \ln(X_i) \quad \text{mit} \quad X_i = \frac{p_i}{p}$$

Darin sind T und p Temperatur und Druck der Mischung, p_i der Partialdruck der Komponente i in der Mischung und $s_{i,m}^*(T^\circ, p^\circ) \stackrel{!}{=} s_{i,m}^{*\circ}$ bzw. $s_{i,m}^*(T, p)$ die molare Entropie der reinen Komponente¹⁾ i bei Referenztemperatur T° und Referenzdruck p° bzw. Temperatur T und Druck p sowie $c_{p,m,i}$ die molare Wärmekapazität bei konstantem Druck der Komponente i .

Ges.:

Leiten Sie mit dem Satz von Gibbs die Formel für die partielle molare Entropie $s_{i,m}(T, p, X_i)$ der Komponente i des idealen Gases ab,

- indem Sie die irreversible Entropieproduktion bei der Mischung idealer Gase berücksichtigen,
- indem Sie ein Gedankenexperiment für die reversible Mischung zweier idealer Gase entwerfen und die Aussage auf $k > 2$ Komponenten erweitern!

¹⁾Stoffgrößen reiner Substanzen sollen durch einen Index * gekennzeichnet werden.