

Abgabetermin: Donnerstag, 18.12.2008, in der Vorlesung

**Aufgabe 20: Stabilität von Gleichgewichtszuständen (3 Punkte)**

In einem thermodynamisch abgeschlossenen System (Volumen  $V$ , Temperatur  $T$ ) befinde sich ein ideales Gas. Durch eine zunächst feste Arretierung werden bei konstanter Temperatur  $T$ ,  $N_1$  Teilchen dieses Gases im Teilvolumen  $V_1$  und  $N_2$  Teilchen im Teilvolumen  $V_2$  untergebracht ( $V = V_1 + V_2$ ). Beide Teilsysteme sollen sich jeweils im thermodynamischen Gleichgewicht befinden. Nach Lösen der Arretierung stellen sich links und rechts der Wand jeweils neue Gleichgewichtszustände ein.

Geben Sie die Gesamtentropie des idealen Gases im (gehemmten) Anfangsgleichgewichtszustand an und berechnen Sie daraus die Entropie des (gehemmten) Endgleichgewichtszustandes. Zeigen Sie, dass dieser Zustand stabil ist.

**Aufgabe 21: Stabilität von Mischungen für konstante  $T$  und  $p$  (5 Punkte)**

Zeigen Sie, dass für die thermodynamische Stabilität einer homogenen Mischung mit  $K$  Komponenten bei konstanter Temperatur  $T$  und konstantem Druck  $p$  zu gelten hat:  
$$\sum_{\alpha=1}^{K-1} \sum_{\beta=1}^{K-1} \frac{\partial^2 \bar{g}}{\partial \bar{n}_{\alpha} \partial \bar{n}_{\beta}} \delta \bar{n}_{\alpha} \delta \bar{n}_{\beta} > 0.$$

Welche Gleichungen folgen daraus für die spezifische freie Enthalpie  $\bar{g}$  und die chemischen Potentiale  $\mu_1$  und  $\mu_2$  bei binären Mischungen?

Zeigen Sie, dass binäre Mischungen idealer Gase stabil (entmischungsresistent) sind.

**Aufgabe 22: Gefrier- und Siedepunkte bei Lösungen (freiwillig, 2 Punkte)**

Es werden Zwei-Phasen-Systeme betrachtet.

Die eine Phase besteht aus gefrorenem Wasser ( $H_2O$ ) und die andere Phase ist eine Kochsalzlösung ( $NaCl$  in  $H_2O$ ;  $NaCl$  ist nicht dissoziiert). Wie groß muss bei einem Druck von  $p_0 = 1$  bar die Konzentration des Salzes in der Kochsalzlösung gewählt werden, damit der Gefrierpunkt bei  $T = -1^\circ\text{C}$  liegt? Die molare Schmelzwärme  $q_s(T_0 = 0^\circ\text{C}, p_0 = 1 \text{ bar})$  von Wasser beträgt  $6 \text{ kJ/mol}$ .

Die eine Phase besteht jetzt aus Wasserdampf, die andere Phase ist wieder eine Kochsalzlösung. Um wieviel Grad erhöht sich der Siedepunkt von Wasser, wenn es Kochsalz in der Konzentration 1:100 enthält (der Druck sei wieder  $p_0 = 1 \text{ bar}$ )? Die molare Verdampfungswärme von Wasser  $q_v(T_0, p_0)$  beträgt  $41 \text{ kJ/mol}$ .