

Übungsblatt 10

**Aufgabe 1**

Mittels der Wasserdampfdestillation können Stoffe, die mit Wasser im flüssigen Zustand nicht mischbar sind bei einer Temperatur unterhalb ihres normalen Siedepunktes destilliert werden. Bestimmen Sie mit Hilfe der angegebenen Daten, bei welcher Temperatur Brombenzol bei Normaldruck mit Wasserdampf destilliert werden kann. Wie groß ist der Massenanteil von Wasser im Destillat?

Brombenzol:	T[K]	313	341.6	363.8
	p[Pa]	1330	5340	13300
Wasser	T[K]	284.3	307.1	324.6
	p[Pa]	1330	5340	13300

**Aufgabe 2**

Bei der Untersuchung des Siedegleichgewichtes im System Benzol – Cyclohexan findet man folgenden Zusammenhang zwischen der Siedetemperatur und der Zusammensetzung von Dampf und Flüssigkeit (bei  $10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ Torr}$ , Komponente 1 = Benzol):

$T_s [^\circ\text{C}]$	80,10	79,03	78,00	77,60	77,70	77,95	78,88	79,67	80,84
$x_1^l$	1,000	0,895	0,695	0,534	0,445	0,366	0,190	0,105	0,000
$x_1^g$	1,000	0,862	0,670	0,534	0,465	0,400	0,231	0,144	0,000

Für die Dampfdrucke der reinen Komponenten gilt:

$$\log(p/\text{Torr}) = A/T + B + C \cdot \log(T/K) \text{ mit}$$

$$\text{Benzol: } A = -2387,7 \text{ K, } B = 21,818, C = -4,7793$$

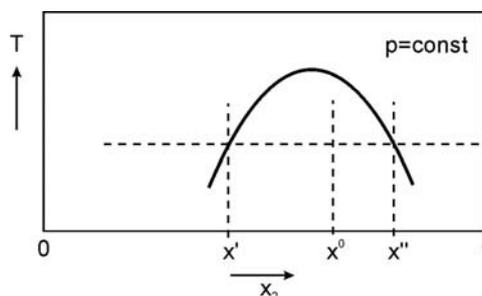
$$\text{Cyclohexan: } A = -1577,1 \text{ K, } B = 7,336, C = 0.$$

- Bestimmen Sie aus dem Siedediagramm und dem Gleichgewichtsdiagramm die Lage und Zusammensetzung des Azeotrops.
- Berechnen Sie die Aktivitätskoeffizienten  $f_1$  und  $f_2$  der beiden Komponenten. Prüfen Sie anhand der Darstellungen  $f_1 - x_1$ ,  $f_2 - x_1$  und  $\ln f_1 - x_1$ ,  $\ln f_2 - x_1$ , ob die Aktivitätskoeffizienten für  $x_1 = 0,5$  der Gibbs-Duhem-Beziehung entsprechen (s. Aufgabe 2, Übungsblatt 9).
- Berechnen Sie die molare Exzess-Gibbs-Energie  $\Delta G_m^E$  für das System. Man findet oft, dass  $\Delta G_m^E(x_1)$  symmetrisch zu  $x_1 = 0,5$  verläuft. Dann lässt sich  $\Delta G_m^E$  annähernd durch die Funktion  $\Delta G_m^E = Ax_1x_2$  (Porter'scher Ansatz) beschreiben. Ermitteln Sie einen geeigneten Wert für A und vergleichen Sie gemessenen Verlauf und Näherung.
- Berechnen Sie den Trennfaktor  $\alpha$  als Funktion von  $x_1$ . Was bedeutet  $\alpha = 1$  für die Trennung? Wie viele Böden muss eine Kolonne mindestens besitzen, wenn man ein Gemisch der Zusammensetzung  $x_1 = 0,10$  auf  $x_1 = 0,97$  anreichern will?

(Es ist empfehlenswert, Berechnungen und Auftragungen mit Hilfe eines Tabellenkalkulationsprogrammes durchzuführen).

**Aufgabe 3**

In einem binären System möge im flüssigen Zustand eine Mischungslücke auftreten, wie sie die folgende Skizze zeigt:



Es sollen solche Stoffmengen  $n_1^0$  und  $n_2^0$  zusammengegeben werden, dass der Einwaage-Molenbruch von Komponente 2 den oben dargestellten Wert  $x_2^0$  hat. Das sog. Hebelgesetz sagt dann aus, dass für die Stoffmengen  $n' = n'_1 + n'_2$  und  $n'' = n''_1 + n''_2$  in den beiden koexistierenden Phasen gilt:

$\frac{n'}{n''} = \frac{x'' - x^0}{x^0 - x'}$ . Begründen Sie dieses Gesetz. Warum nennt man die Beziehung „Hebelgesetz“?

**Aufgabe 4**

(a) Wie groß ist  $\Delta G^\circ$  für die Dissoziation von Essigsäure ( $\text{pK}_a = 4.75$ )?

(b) Berechnen Sie die Gleichgewichtskonstante bei 1200 K für die Reaktion ( $\Delta G_f^\circ$ :  $\text{ZrO}_2(\text{s})$ : -824.94 kJ/mol;  $\text{Zr}(\text{s})$ : 450.83 kJ/mol;  $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ : -181,46 kJ/mol;  $\text{H}_2(\text{g})$ : 0 kJ/mol):

