

Institut für Physikalische Chemie Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

9. Übungsblatt zur Vorlesung Physikalische Chemie I

SS 2013

Prof. Dr. Bartsch

9.1 L/M

Hexan (C_6H_{14}) und Heptan (C_7H_{16}) bilden eine ideale flüssige Mischung.

a) Warum ist dies vermutlich der Fall? (L)

b) In welchen molaren Anteilen und in welchen Massenanteilen muss man die beiden Substanzen mischen, damit die maximal mögliche Mischungsentropie auftritt? Belegen Sie Ihre Antwort durch eine Rechnung. (M)

Hinweis: Benutzen Sie die Maximumsbedingung für $\Delta_{\text{Mix}}S$ in Bezug auf den Molenbruch x .

c) Zeichnen Sie Mischungsentropie $\Delta_{\text{Mix}}S$, die freie Mischungsenthalpie $\Delta_{\text{Mix}}G$ und die Mischungsenthalpie $\Delta_{\text{Mix}}H$ dieser Mischung in Abhängigkeit vom Molenbruch des Hexans. (L)

9.2 L

Bei welcher Temperatur gefrieren 250 cm^3 Wasser, die mit 7.5 g Saccharose (Molmasse $M = 342.3 \text{ g mol}^{-1}$) gesüßt wurden? Die molare Schmelzenthalpie $\Delta_{\text{fus}}H_m$ von Wasser beträgt $6.008 \text{ kJ mol}^{-1}$.

9.3 L/M

a) Berechnen Sie den Siedepunkt von 1 L Wasser, welches mit 100 g Kochsalz versetzt wurde. Die molare Verdampfungsenthalpie von Wasser beträgt $40.66 \text{ kJ mol}^{-1}$. (L)

b) Ganz analog zur Gefrierpunktserniedrigung lässt sich die Siedepunktserhöhung auch beschreiben durch $\Delta T = K_e \cdot m_B$, wobei K_e die ebullioskopische Konstante des Lösemittels und m_B die Molalität des gelösten Stoffes sind. Berechnen Sie K_e für Wasser. (L)

c) Bestimmen Sie nun über die Gleichung unter b) den Siedepunkt für das Beispiel unter a) und berechnen Sie den prozentualen Unterschied des Resultats zum vorherigen Ergebnis. Wie erklären Sie sich die unterschiedlichen Ergebnisse? (M)

9.4 L

Erklären Sie qualitativ das Phänomen der Siedepunktserhöhung über die Entropie von flüssiger Phase und koexistierender Gasphase und deren Änderung durch Zugabe eines gelösten Stoffes zur flüssigen Phase.

Hinweis: Die Koexistenz von flüssiger Phase und Gasphase kann auch über das Prinzip der Entropiemaximierung begründet werden. Da das Gas eine höhere Entropie hat als die Flüssigkeit, gewinnt das Gesamtsystem an Entropie, wenn es Moleküle aus der Flüssigkeit in die Gasphase überführt. Dem steht die Entropieabnahme der Umgebung entgegen, die den Verdampfungsvorgang „bezahlen“ muss ($\Delta S_{\text{Umgebung}} = -\Delta H_{\text{System}} / T$).

9.5 M

In der folgenden Tabelle finden Sie Daten zum Dampfdruck einer Mischung aus Benzol (B) und Essigsäure (E) bei 50°C. x_E ist dabei der Molenbruch der Essigsäure in der flüssigen Phase, y_E derjenige in der Dampfphase und P der Gesamtdruck der Mischung.

x_E	y_E	P_{ges} [Torr]
0.0000	0.0000	267.0
0.0160	0.0136	266.5
0.0439	0.0274	264.5
0.0835	0.0441	261.1
0.1138	0.0548	259.0
0.1714	0.0735	250.2
0.2973	0.1051	236.0
0.3696	0.1280	224.3
0.5834	0.1916	189.5
0.6604	0.2293	175.3
0.8437	0.4024	126.0
0.9931	0.9399	58.2
1.0000	1.0000	55.0

a) Berechnen Sie die Dampfdrücke der Einzelkomponenten und tragen Sie diese Werte in Abhängigkeit von der Zusammensetzung des Gemisches auf. Zeigen Sie, dass in den entsprechenden Konzentrationsbereichen das Henrysche beziehungsweise das Raoult'sche Gesetz gilt. Tragen Sie dazu die entsprechenden Geraden in das Diagramm ein. Die Henrykonstanten sind $K_E = 155$ Torr für die Essigsäure und $K_B = 550$ Torr für Benzol.

b) Leiten Sie aus dem Raoult'schen Gesetz die Aktivitäten und Aktivitätskoeffizienten der beiden Komponenten ab.

9.6 L

Der osmotische Druck einer Lösung von Polyvinylchlorid (PVC) in Cyclohexan wurde bei 298 K in Abhängigkeit von der Massenkonzentration C_m (g L^{-1}) des gelösten Stoffs gemessen. Dabei ist der Druck jeweils in Form der Steighöhe h der Lösung angegeben. Die Dichte der Lösung beträgt $\rho = 0.980$ g cm^{-3} .

Berechnen Sie die molare Masse des Polymers.

C_m [g L^{-1}]	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
h [cm]	0.28	0.71	2.01	5.10	8.00

Hinweise: Tragen Sie h / C_m gegen C_m in einem Diagramm auf und extrapolieren Sie auf $C_m = 0$ g L^{-1} . Verwenden Sie die Virialentwicklung der van't Hoff'schen Gleichung (abgebrochen nach dem 2. Glied).