



# Seminar zur Vorlesung Physikalische Chemie I

## Sommersemester 2015

Prof. Dr. Timo Jacob, Institut für Elektrochemie

Übungsblatt 6, Aufgaben 44–50

Seminartermine: Dienstag, 26. Mai, Freitag, 29. Mai und Montag, 1. Juni 2015

### Aufgabe 44

Die Verdampfungsenthalpie von Ar beim Siedepunkt 87,3 K beträgt  $1,56 \text{ kcal mol}^{-1}$ .

(a) Berechnen Sie die Verdampfungsentropie  $\Delta_{\text{vap}}S$  für 1,00 mol Ar bei 87,3 K und 1 atm.

Welchen Wert würde man mit der Regel von Trouton und Pictet erwarten?

(b) Berechnen Sie  $\Delta S$  für die Kondensation von 5,00 g Ar bei 87,3 K und 1 atm.

### Aufgabe 45

Bestimmen Sie  $\Delta S$ , wenn 1,00 mol Wasserdampf von anfangs 200°C und 1,00 bar einen reversiblen Kreisprozess mit  $Q = -145 \text{ J}$  durchlaufen.

### Aufgabe 46

Die molare Wärmekapazität von Sauerstoff bei konstantem Druck für Temperaturen zwischen 300 und 400 K kann (bei nicht allzu hohem Druck) durch  $c_{p,m} = a + bT$  näherungsweise beschrieben werden ( $a = 6,15 \text{ cal mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ,  $b = 0,00310 \text{ cal mol}^{-1} \text{ K}^{-2}$ ).

Berechnen Sie  $\Delta S$ , wenn 2,00 mol  $\text{O}_2$  bei konstantem Druck von 1 atm reversibel von 27 bis 127°C erwärmt werden.

### Aufgabe 47

Wasser besitzt folgende Eigenschaften:

Spezifische Schmelzenthalpie (0°C und 1,00 atm):	333,6 J g <sup>-1</sup>
Spezifische Verdampfungsenthalpie (100°C und 1,00 atm):	2256,7 J g <sup>-1</sup>
Mittlere Wärmekapazität von flüssigem Wasser $c_p$ :	4,19 J g <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
Dichte $\rho$ (Eis bei 0°C und 1,00 atm):	0,917 g cm <sup>-3</sup>

Dichte  $\rho$  (Wasser bei 0°C und 1,00 atm): 1,0000 g cm<sup>-3</sup>

Dichte  $\rho$  (Wasser bei 100°C und 1,00 atm): 0,958 g cm<sup>-3</sup>

Berechnen Sie  $Q$ ,  $W$ ,  $\Delta U$ ,  $\Delta H$  und  $\Delta S$  für

(a) das Schmelzen von 1,00 mol Eis bei 0°C und 1,00 atm.

(b) die reversible Erwärmung von 1,00 mol flüssigem Wasser von 0 bis 100°C bei 1,00 atm.

(c) das Verdampfen von 1,00 mol Wasser bei 100°C und 1,00 atm.

### **Aufgabe 48**

Berechnen Sie die Mischungsentropie  $\Delta S_{mix}$  von 10,0 g Helium und 10,0 g Sauerstoff bei 120°C und 1,50 bar.

### **Aufgabe 49**

200 g Gold ( $c_p = 0,0313 \text{ cal}/(\text{g } ^\circ\text{C})$ ) mit der Temperatur 120°C werden in 25,0 g Wasser von 10°C gebracht. Das System erreicht in einem isolierten Behälter den Gleichgewichtszustand.

Berechnen Sie die Endtemperatur,  $\Delta S_{Au}$ ,  $\Delta S_{H_2O}$  und  $\Delta S_{Au} + \Delta S_{H_2O}$ .

### **Aufgabe 50**

Schätzen Sie die Bindungsenergie im Aquo-Komplex  $[\text{Na}(\text{H}_2\text{O})_4]^+$  ab. Berücksichtigen Sie dabei nur die Wechselwirkung des Zentralions mit den Wasserdipolen und vernachlässigen die Wechselwirkung der Dipole untereinander.

$$V_{\text{Ion-Dipol}}(R, \theta) = -\vec{\mu} \cdot \vec{E} = -\frac{\mu Q \cos \theta}{4\pi\epsilon_0 R^2}$$

### **Hinweise:**

Tetraeder-Symmetrie; Dipolmoment des Wassermoleküls  $\mu = 1,86 \text{ D}$ ;  $1 \text{ D} = 3,33564 \cdot 10^{-30} \text{ C m}$ ; Radius  $\text{Na}^+$ :  $r_{\text{Na}^+} = 0,98 \text{ \AA}$ ; Radius  $\text{H}_2\text{O}$ :  $r_{\text{H}_2\text{O}} = 2,8 \text{ \AA}$ ;  $Q$  ist hier die Ladung des Kations,  $R$  ist der Abstand zwischen Ion und Dipol (Abstand der Mittelpunkte von starren Kugeln).

Der Winkel  $\theta$  ist in diesem Fall Null, da die negative Partialladung des Wassermoleküls genau in Richtung des Ions zeigt.

Dr. Ludwig Kibler, 20. Mai 2015

[ludwig.kibler@uni-ulm.de](mailto:ludwig.kibler@uni-ulm.de)