

**Universität Stuttgart**  
**Übungen zur Vorlesung**  
**Physikalische Chemie I**

lfd.Nr. \_\_\_\_\_

2.Klausur Physikalische Chemie I, WS 2005/06

7. Dezember 2005 13<sup>45</sup>–15<sup>45</sup> V53.01 / V57.03

**Zugelassene Hilfsmittel:**

- ein nicht programmierbarer Taschenrechner
- Formelsammlung (mit Klausur verteilt)
- Schreibzeug, Geodreieck/Lineal

Name: \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_

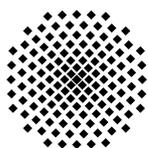
Matrikel-Nr.: \_\_\_\_\_

Aufgabe	mögliche Punktzahl	erreichte Punktzahl
2.1	24	
2.2	14	
2.3	28	
2.4	20	
2.5	14	
Summe	100	

**Hinweise:**

Keine Bücher oder Skripten benutzen  
Endergebnisse/Zwischenresultate kennzeichnen, z.B. unterstreichen

Viel Erfolg !!!



# Übungen zur Vorlesung Physikalische Chemie I

Übungsleiter: Tanja Asthalter · Zimmer 9-356 · Tel. 4464 · e-mail t.asthalter@ipc.uni-stuttgart.de

## Klausur 2

7. Dezember 2005

---

### Aufgabe 2.1

#### 24 Punkte

Beantworten Sie die folgenden Fragen in wenigen Worten.

- Wie hängt die Halbwertszeit einer Reaktion nullter Ordnung von der Anfangskonzentration des Eduktes ab? Kurze Herleitung! (4P.)
- Skizzieren Sie das Phasendiagramm eines binären Systems, das im festen Zustand eine 1:1-Verbindung mit Eutektikum bildet, und kennzeichnen Sie die ausgezeichneten Punkte. (5P.)
- Was versteht man unter einer Überspannung und welche Ursache(n) hat sie? (3P.)
- Welches der folgenden Alltagsphänomene läßt sich auf einen kolligativen Effekt zurückführen? Geben Sie jeweils den Effekt an. (6P.)
  - Eis auf einem zugefrorenen See schmilzt unter den Kufen eines Schlittschuhläufers.
  - Im Winter werden die Straßen mit Salz gestreut, um die Glatteisbildung zu vermeiden.
  - Dem Kochwasser von Nudeln, Kartoffeln, Reis etc. wird üblicherweise Salz zugesetzt.
  - Der Dampfkochtopf ermöglicht das schnellere Zubereiten von Speisen.
- Wie nennt man Reaktionen, bei denen die Reaktionsordnung und der stöchiometrische Koeffizient bezüglich jedes Reaktanden identisch sind? Wodurch zeichnen sie sich aus? (3P.)
- Was ist eine Reaktion pseudo-erster Ordnung? (3P.)

## Aufgabe 2.2

14 Punkte

Gegeben sei die Reaktion

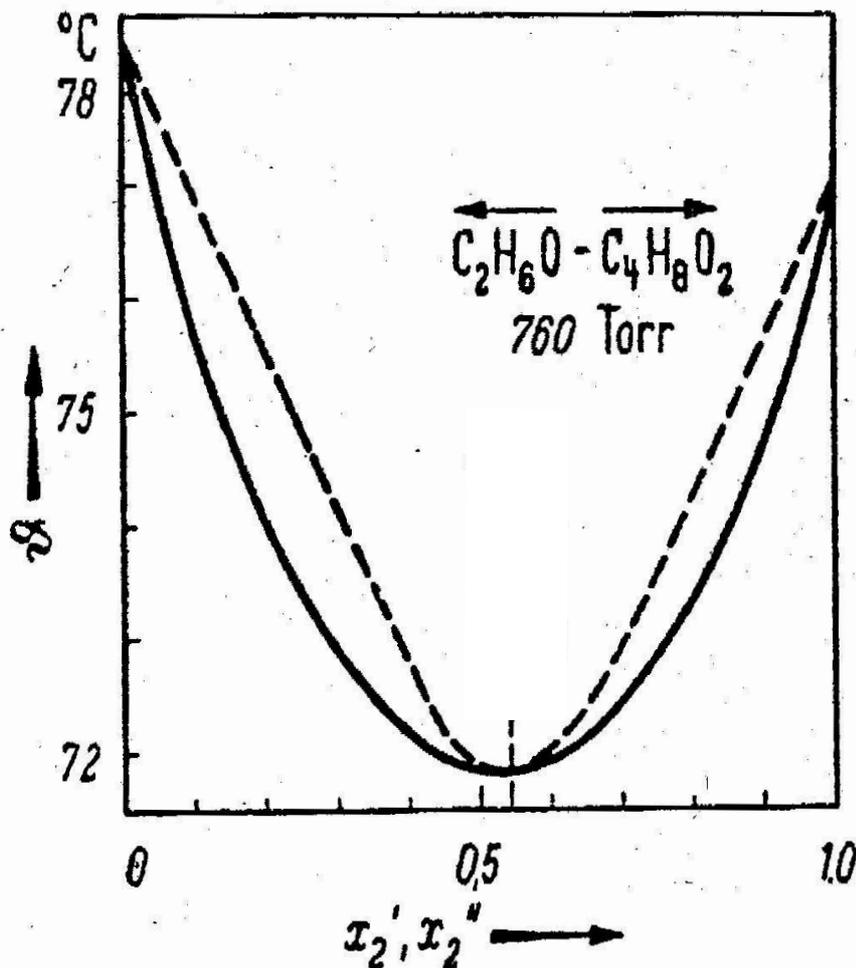


- Stellen Sie für Reaktionsbeginn und für eine beliebige Zeit nach Reaktionsbeginn die Stoffmengenbilanzen, ausgedrückt durch den Dissoziationsgrad  $\alpha$ , auf.  $\alpha = n_z/n_0$  ist definiert als der Quotient aus der Stoffmenge  $n_z$  der zerfallenen  $\text{NH}_3$ -Moleküle und der Stoffmenge  $n_0$  der eingesetzten Substanz. (4P.)
- Leiten Sie aus dem Massenwirkungsgesetz einen analytischen Ausdruck für  $\alpha$  in Abhängigkeit von der Gleichgewichtskonstanten  $K_p$  und ggf. vom Gesamtdruck  $p_0$  ab. (10P.)

### Aufgabe 2.3

28 Punkte

Gegeben ist das Siedediagramm des binären Systems Ethanol (1) und Essigsäureethylester (2):



- Bezeichnen Sie die ausgezeichneten Punkte, Linien und Bereiche im Siedediagramm und geben Sie für jeden Bereich die Zahl der Phasen an. (6P.)
- Welche Zusammensetzung haben Dampf- und flüssige Phase, wenn Sie eine Mischung mit 20 Mol-% Essigsäureethylester (EE) auf  $75^{\circ}\text{C}$  erhitzen? Welche relativen Stoffmengenanteile beider Phasen liegen im Gleichgewicht vor? (3P.)
- Berechnen Sie den Partialdruck von EE in der Mischung bei  $75^{\circ}\text{C}$  und hieraus den nach dem Raoult'schen Gesetz zu erwartenden Dampfdruck von reinem EE. Vergleichen Sie diesen Wert mit demjenigen, den Sie durch Anwendung der Clausius-Clapeyron-Gleichung erhalten. Wie erklären Sie sich die Diskrepanz? Die molare Verdampfungsenthalpie von EE beträgt  $8,3 \text{ kJ mol}^{-1}$ . (7P.)
- Kann man das Gemisch destillativ trennen? Begründung! Wie sähe das Siedediagramm andernfalls aus? Kurze Skizze! (4P.)
- Konstruieren Sie ausgehend vom gegebenen Siedediagramm das Gleichgewichtsdiagramm (eine Seite Millimeterpapier folgt umseitig) (8P.)

## Aufgabe 2.4

### 20 Punkte

Aluminium ist ein unedles Metall, korrodiert an Luft jedoch nicht vollständig.

- Formulieren Sie die Halbzellenreaktionen für die Reaktion von Aluminium-Metall mit Wasser zu Aluminiumhydroxid und Wasserstoff und stellen Sie die zugehörigen Nernst-Gleichungen auf. (4P.)
- Berechnen Sie die Gleichgewichtskonzentration der Aluminium-Ionen bei pH 7 (2P.)
- Berechnen Sie die EMK der Reaktion bei diesem pH und einem Wasserstoffdruck von 1 bar. (6P.)
- Ändert sich die EMK bei einem anderen pH-Wert? Begründen Sie Ihre Aussage. (4P.)
- Welche Faktoren könnten dafür verantwortlich sein, daß die in der vorigen Teilaufgabe betrachtete Gesamtreaktion in der Praxis nicht vollständig abläuft? (4P.)

Beachten Sie sowohl die Redoxreaktionen als auch das Löslichkeitsgleichgewicht von  $\text{Al}(\text{OH})_3$  und die Dissoziation des Wassers.

Das Standard-Reduktionspotential für die Halbzelle  $\text{Al}^{3+} / \text{Al}$  beträgt  $-1,662 \text{ V}$ . Das Löslichkeitsprodukt von  $\text{Al}(\text{OH})_3$  ist  $1,9 \cdot 10^{-33}$  bezogen auf die Standardkonzentration. Das Ionenprodukt des Wassers beträgt  $10^{-14}$ . Alle Angaben gelten für  $298,15 \text{ K}$ . Alle Lösungen sollen sich ideal verhalten.

### Aufgabe 2.5

#### 14 Punkte

Bei der Herleitung der van't Hoff'schen Reaktionsisothermen taucht in vielen Lehrbüchern die sogenannte Planck-Funktion  $Y$  auf. Diese und die Mathieu-Funktion  $J$  sind lediglich Hilfsfunktionen für thermodynamische Berechnungen. Ihre Definition ist

$$Y = -\frac{G}{T}; \quad J = -\frac{A}{T},$$

wobei  $G$  die Freie Enthalpie und  $A$  die Freie Energie des Systems ist.

Stellen Sie die totalen Differentiale für  $Y$  in Abhängigkeit von  $T$  und  $p$  sowie für  $J$  in Abhängigkeit von  $T$  und  $V$  auf. Zeigen Sie, daß gilt:

$$\left(\frac{\partial Y}{\partial T}\right)_p = \frac{H}{T^2}; \quad \left(\frac{\partial J}{\partial T}\right)_V = \frac{U}{T^2}.$$