

Klausur zur Vorlesung Physikalische Chemie für  
Studierende der Biologie und Molekularmedizin im WS 10/11

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

Matrikelnummer: \_\_\_\_\_

Studiengang: \_\_\_\_\_

Die Zeit zum Bearbeiten der Klausuraufgaben beträgt zwei Stunden. Geben Sie bei Rechnungen bitte nicht nur das Endergebnis, sondern auch den Lösungsweg an. Lösungen die unleserlich sind werden als falsch bewertet. Dies gilt ebenso für Lösungen, bei denen nach einer falschen Zwischenrechnung ein korrektes Endergebnis steht. Physikalisch unsinnige Lösungen werden ebenfalls mit Null Punkten bewertet. Die Lösung der Klausuraufgaben muss mit Kugelschreiber oder dokumentenechter Tinte geschrieben werden.

**Erlaubte Hilfsmittel:** Taschenrechner (nicht programmierbar)

**Wir wünschen Ihnen viel Erfolg!**

Ich bin mit der Bekanntgabe des Klausurergebnisses (Matrikelnummer und Punktezahl) auf der Internetseite des Instituts und Aushang am schwarzen Brett einverstanden.

Unterschrift: \_\_\_\_\_

Hiermit erkläre ich dass ich die Klausur eingenhändig angefertigt habe.

Unterschrift: \_\_\_\_\_

Aufgabe	-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-	-Z-	Summe
Punkte gesamt	12	13	13	12	15	11	10	14	10	100(10)
Punkte erreicht										

**Aufgabe 1: kurze Frage – kurze Antwort**

(a) Reale Gase lassen sich durch die *Van-der-Waals Gleichung*

$$\left(p + \frac{an^2}{V^2}\right) (V - nb) = nRT$$

beschreiben. Was bedeuten die im Vergleich zur Idealen Gasgleichung eingeführten Korrekturparameter anschaulich?

(4 Punkte)

(b) Wie lautet der *Dritte Hauptsatz* der Thermodynamik?

(2 Punkte)

(c) Eine Enzymreaktion lässt sich nach *Michaelis-Menten* beschreiben. Zeichnen Sie für diesen Fall die Reaktionsgeschwindigkeit  $v$  als Funktion der Substratkonzentration  $[S]$ . Markieren Sie zusätzlich die Bereiche, in denen eine Reaktion nullter Ordnung und erster Ordnung bezüglich der Substratkonzentration auftritt. Markieren Sie im Diagramm ausserdem wo die *Michaelis-Menten Konstante* abgelesen werden kann.

(6 Punkte)

### **Aufgabe 2:**

Sie haben 250 g Butter im Kühlschrank bei  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  aufbewahrt. Um die Butter streichfähig zu machen, legen Sie diese in 1 L ( $\hat{=}$  1 kg) Wasser von  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

$$\begin{aligned}c_p(\text{Butter}) &= 1.9\text{ J g}^{-1}\text{ K}^{-1} \\c_p(\text{H}_2\text{O}) &= 4.18\text{ J g}^{-1}\text{ K}^{-1}\end{aligned}$$

(a) Wie groß ist die Endtemperatur des Systems?

(4 Punkte)

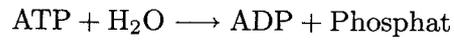
(b) Wie groß ist die Entropieänderung des Gesamtsystems?

(Hinweis:  $\int \frac{1}{x} dx = \ln x$ )

(9 Punkte)

**Aufgabe 3:**

Für die Reaktion



sind  $\Delta_r G^\ominus = -31.0 \text{ kJ mol}^{-1}$  und  $\Delta_r H^\ominus = -24.3 \text{ kJ mol}^{-1}$  bei einer Temperatur von 298 K bestimmt.

(a) Wie groß ist die Gleichgewichtskonstante  $K^\ominus$  der Reaktion bei 25 °C?  
(Hinweis:  $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ , Gaskonstante)

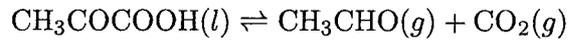
(4 Punkte)

(b) Berechnen Sie  $K^\ominus$  für 50 °C.

(9 Punkte)

#### Aufgabe 4:

Betrachten Sie die Reaktion von Brenztraubensäure zu Acetaldehyd und Kohlendioxid:



	$\Delta_f G_{298}^\ominus$ [ $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ ]	$\Delta_f H_{298}^\ominus$ [ $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ ]	$S_{298}^\ominus$ [ $\frac{\text{J}}{\text{molK}}$ ]
CH <sub>3</sub> COCOOH	-463.38	-584.50	179.50
CH <sub>3</sub> CHO	-133.30	-166.36	264.22
CO <sub>2</sub>	-394.36	-393.50	213.72

(a) Berechnen Sie aus den Tabellenwerten die Freie Standardreaktionsenthalpie  $\Delta_r G_{298}^\ominus$ , die Standardreaktionenthalpie  $\Delta_r H_{298}^\ominus$  und die Standardreaktionsentropie  $\Delta_r S_{298}^\ominus$

(6 Punkte)

(b) Geben Sie die Gleichgewichtskonstante für diese Bedingungen an.  
(Hinweis:  $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ , Gaskonstante)

(3 Punkte)

(c) Wie gross ist  $\Delta_r G^\ominus$  bei 60 °C, wenn Sie annehmen dass  $\Delta_r H^\ominus$  und  $\Delta_r S^\ominus$  temperaturunabhängig sind?

(3 Punkte)

**Aufgabe 5:**

(a) Skizzieren Sie das Phasendiagramm von Wasser und ordnen Sie den einzelnen Phasen die Begriffe *fest (s)*, *flüssig (l)* und *gasförmig (g)* zu. Zeichnen Sie zusätzlich den *Atmosphärendruck* ( $p_0 = 1 \text{ bar}$ ) qualitativ ein und markieren Sie *Tripelpunkt (TP)*, *Kritischer Punkt (KP)*, sowie bei  $p_0$  den *Siedepunkt (SdP)*, *Schmelzpunkt (SmP)* und Badewasser bei  $37 \text{ °C (BW)}$ .

(10 Punkte)

(b) Kochsalz werde in Wasser gelöst. Wie ändern sich die fest-flüssig, die flüssig-gasförmig und die fest-gasförmig Phasengrenzlinien dadurch qualitativ? Zeichnen Sie die Änderungen in einer anderen Farbe oder gestrichelt in das Phasendiagramm von Aufgabenteil (a) ein. Zeichnen Sie zusätzlich Schmelzpunkt ( $SmP_{\text{Salz}}$ ) und Siedepunkt ( $SdP_{\text{Salz}}$ ) für die Salzlösung ein.

(5 Punkte)

**Aufgabe 6:**

(a) Welche Phasen liegen am *Tripelpunkt* eines Phasendiagramms vor?

(2 Punkte)

(b) Erklären Sie anhand der *Gibbs'schen Phasenregel* wie viele Freiheitsgrade am Tripelpunkt existieren.

(4 Punkte)

(c) Durch welche Gleichungen werden die Kurvenäste in Phasendiagrammen beschrieben?

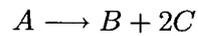
(2 Punkte)

(d) Was bedeutet die *Dichteanomalie* von Wasser? Welche Ursache liegt der Dichteanomalie zugrunde und welche Besonderheit des Phasendiagramms von Wasser resultiert aus der Dichteanomalie?

(3 Punkte)

**Aufgabe 7:**

Eine Substanz  $A$  zerfällt nach einer Reaktion *erster Ordnung* in die Stoffe  $B$  und  $C$



Die Halbwertszeit des Zerfalls beträgt dabei  $\tau_{1/2} = 80$  s und die Anfangskonzentration von  $A$  ist  $[A]_0 = 10^{-3}$  M.

(a) Berechnen Sie die Geschwindigkeitskonstante  $k$  der Reaktion.

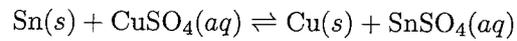
(3 Punkte)

(b) Wie gross sind die Konzentrationen von  $A$ ,  $B$  und  $C$  nach 5 Minuten, wenn zu Beginn der Reaktion weder  $B$  noch  $C$  vorhanden ist?

(7 Punkte)

**Aufgabe 8:**

Betrachten Sie die folgende elektrochemische Reaktion:



mit  $E^\ominus(\text{Cu}^{2+}, \text{Cu}^0) = 0.34 \text{ V}$ ,  $E^\ominus(\text{Sn}^{2+}, \text{Sn}^0) = -0.14 \text{ V}$ .

(a) Wie lauten die Reaktionsgleichungen für die Halbzellenreaktionen und die Gesamtreaktion und wie groß ist die Standard EMK der Zelle?

(5 Punkte)

(b) Wie lautet die zugehörige *Nernst'sche Gleichung*?

(4 Punkte)

(c) Wie groß ist die Gleichgewichtskonstante der Reaktion bei 298 K?

(Hinweis:  $R = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}$ , Gaskonstante und  $F = 96472 \frac{\text{C}}{\text{mol}}$ , Faraday-Konstante)

(5 Punkte)

**Zusatzaufgabe:**

In welcher Dicke muss Sonnenschutzöl auf die Haut aufgetragen werden, damit bei einem mittleren dekadischen Extinktionskoeffizienten von  $\epsilon = 70000 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$  das auf die Haut auftreffende Sonnenlicht um den Faktor 4 abgeschwächt wird? Die Konzentration des Wirkstoffes betrage dabei 0.001 M.

*(10 Punkte)*