

## 2. Klausur zur Physikalischen Chemie für Pharmazeuten und Geowissenschaftler

**Datum:** 09.02.2005

**Erlaubte Hilfsmittel:** Taschenrechner, Periodensystem

**Name:** \_\_\_\_\_

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

**Studienfach:** **Pharmazie**

**Semester:** \_\_\_\_\_

**Hinweise:**

- Prüfen Sie ob Sie alle Aufgabenblätter haben (16 Seiten)
- Beachten Sie die nächste Seite mit Konstanten und sonstigen Hilfen
- Kennzeichnen Sie deutlich, wenn Sie Aufgaben nicht direkt auf dem Aufgabenblatt in dem dafür vorgesehenen Platz lösen
- Schreiben Sie bitte leserlich und mit einem dokumentenechten Stift

| Aufgabe | K1 | K2 | K3 | K4   | K5 | K6   | K7 | K8 | K9 | K10 |
|---------|----|----|----|------|----|------|----|----|----|-----|
| Punkte  | /2 | /2 | /1 | /2,5 | /3 | /3,5 | /1 | /3 | /1 | /1  |

| Aufgabe | K11 | K12  | K13 | K14 | K15 | K16 | S1 | S2 | S3 | S4 |
|---------|-----|------|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|
| Punkte  | /3  | /1,5 | /2  | /1  | /1  | /1  | /4 | /1 | /1 | /1 |

| Aufgabe | S5 | S6   | S7   | S8   | V1 | V2 | V3 | V4 | E1 | E2 |
|---------|----|------|------|------|----|----|----|----|----|----|
| Punkte  | /1 | /3,5 | /3,5 | /1,5 | /2 | /1 | /3 | /2 | /1 | /1 |

| Aufgabe | E3   | E4 |
|---------|------|----|
| Punkte  | /3,5 | /3 |

**Punkte gesamt:** \_\_\_\_\_ (62,5)

**Konstanten und sonst. Hilfen:**

Planck-Konstante  $h = 6,626\,0693 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

Elementarladung  $e = 1,602\,176\,53 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Atomare Masseneinheit  $u = 1,660\,538\,86 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Boltzmann-Konstante  $k = 1,380\,6505 \cdot 10^{-23} \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$

Normdruck  $p = 101\,325 \text{ Pa}$

Avogadro-Konstante  $N_A = 6,022\,1415 \cdot 10^{23} \text{ mol}$

Universelle (molare) Gaskonstante  $R = 8,314\,472 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

Faraday-Konstante  $F = 96\,485,3383 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$

Vakuumlichtgeschwindigkeit  $c = 299\,792\,458 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

(Ruhe-)Masse eines Elektrons  $m_e = 9,109534 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

- K1. Die cis-trans-Isomerisierung von cis-Stilben ist eine umkehrbare Reaktion 1. Ordnung. Bei 594 K liegen nach „unendlicher Zeit“ 91,4 Mol% trans-Stilben vor. Wie groß sind die Gleichgewichtskonstante und die freie Standardenthalpie der Isomerisierung bei gegebener Temperatur?
- K2.  $^{90}\text{Sr}$  (Strontium) hat eine Halbwertszeit von 28,1 Jahren und wird an Stelle von Calcium in die Knochen eingelagert. Wenn ein dreijähriges Kind  $1\text{ }\mu\text{g}$   $^{90}\text{Sr}$  aufnimmt, wie viel davon hat es noch im Alter von 30 Jahren, wenn davon ausgegangen wird, dass nichts mit dem Stoffwechsel ausgeschieden wird?

K3. Welche Aussage ist richtig. Ein Katalysator...

- (a) ...ändert die Lage des Gleichgewichts
- (b) ...senkt die Aktivierungsenergie
- (c) ...beeinflusst den Übergangszustand
- (d) ...beeinflusst die Energie-Hyperpotentialfläche
- (e) ...wird bei einer Reaktion verbraucht
- (f) ...liegt immer in einer anderen Phase wie die Edukte vor

- ☐ a, b, c
- ☐ alle
- ☐ b, c, d
- ☐ a, e, f
- ☐ b, c
- ☐ b, c, d, f

K4. Bei einer Reaktion 1. Ordnung  $A \rightarrow 2B$  wird nach einiger Zeit keine Änderung der Konzentrationen mehr festgestellt. Insgesamt beträgt der Umsatz 40 %. Zeichnen Sie ein  $\ln(c)$ -t-Diagramm, das die Konzentrationsverhältnisse widerspiegelt.

K5. Die Reaktion  $HI \rightarrow \frac{1}{2}I_2 + \frac{1}{2}H_2$  ist zweiter Ordnung. Bei 700 K beträgt  $k = 1,20 \cdot 10^{-3} \frac{l}{mol \cdot s}$ . Wie lange dauert es bis 40 % des HI zerfallen sind, und wie groß ist die Halbwertszeit des Zerfalls von HI?  
Die Reaktion läuft bei 700 K und  $p = 100 \text{ kPa}$  in einem Kolben von  $V = 1 \text{ l}$  ab.

- K6. Bei einer chemischen Reaktion entstehen in einer Parallelreaktion 2 Produkte:  $B \leftarrow A \rightarrow C$ . Zunächst läuft die Reaktion bei 95 °C ab. Berechnen Sie mithilfe der in der Tabelle aufgeführten Arrheniusparameter die Geschwindigkeitskonstanten. Berechnen Sie dann ebenfalls mithilfe der Arrheniusgleichung die Temperatur, bei der die Ausbeute an Produkt B 90 % beträgt und A vollständig abreagiert ist.

| Reaktion          | $A_0$ [ $s^{-1}$ ]  | $E_A$ [kJ/mol] |
|-------------------|---------------------|----------------|
| $A \rightarrow B$ | $1,0 \cdot 10^{13}$ | 180            |
| $A \rightarrow C$ | $5,0 \cdot 10^{14}$ | 200            |

- K7. Gegeben ist eine Reaktion aus zwei Teilschritten  $A + X \xrightleftharpoons[k_{-1}]{k_1} AX$  und  $AX + B \xrightleftharpoons[k_{-2}]{k_2} AXB$ .

Gegeben sind die Unterschiede zwischen den Aktivierungsenthalpien:  $E_{-2} > E_2 > E_1 > E_{-1}$ . Welche Aussagen treffen zu?

- (a) Die Reaktionsgeschwindigkeit für die Bildung von AXB wird wesentlich von  $k_2$  bedingt
- (b) Im zweiten Teilschritt ist  $k_{-2} > k_2$
- (c) AX wird zu keiner Zeit in nennenswerter Konzentration erhalten

- ☐ a
- ☐ b
- ☐ c
- ☐ a, b
- ☐ a, c
- ☐ b, c

K8. Skizzieren Sie ein Konzentrations-Reaktionskoordinatendiagramm für eine Folgereaktion  $A \rightarrow B \rightarrow C$ , bei der für die Geschwindigkeitskonstanten gilt:  $k_{A \rightarrow B} \ll k_{B \rightarrow C}$ .

K9. Wie lautet die Michaelis-Menten-Gleichung  $\left( \frac{d[P]}{dt} = \dots \right)$ ?

K10. Was ist die Bodenstein-Hypothese?

K11. Stellen Sie die Reaktionsgleichung auf, die dem Michaelis-Menten-Mechanismus zugrunde liegt.  
Stellen Sie die Geschwindigkeitsgleichung für den Enzym-Substratkomplex auf.

K12. Betrachten Sie den Fall, dass  $[S] \ll K_M$ . Was ergibt sich nun für  $\frac{d[P]}{dt}$ ? Wie ist die Ordnung der Reaktion?

K13. Wann besitzt die Reaktionsgeschwindigkeit einer enzymatischen Reaktion, die nach der Michaelis-Menten-Kinetik verläuft, die Hälfte ihres Maximalwertes? Zeigen Sie dies ausgehend von der Michaelis-Menten-Gleichung.

K14. Welchen Ansatz, der in der physikalischen Chemie oft gewählt wird, verfolgt die Bestimmung der Michaelis-Menten-Konstante nach Eadie-Hofstee?

K15. Welche Aussagen zu kompetitiven Hemmungen von Reaktion, denen der Michaelis-Menten-Mechanismus zugrunde liegt, sind richtig?

- (a) Der Inhibitor konkurriert mit dem Substrat um die Bindungsstelle
- (b) Es können Substrat und Inhibitor gleichzeitig gebunden werden
- (c) Die Maximalgeschwindigkeit der Reaktion wird verändert
- (d) Die Michaelis-Menten-Konstante wird größer
- (e) Nach Lineweaver-Burk ist die Steigung eine Funktion der Inhibitorkonzentration
- (f) Nach Lineweaver-Burk schneiden sich Geraden unterschiedlicher Inhibitorkonzentration im selben Ordinatenabschnitt

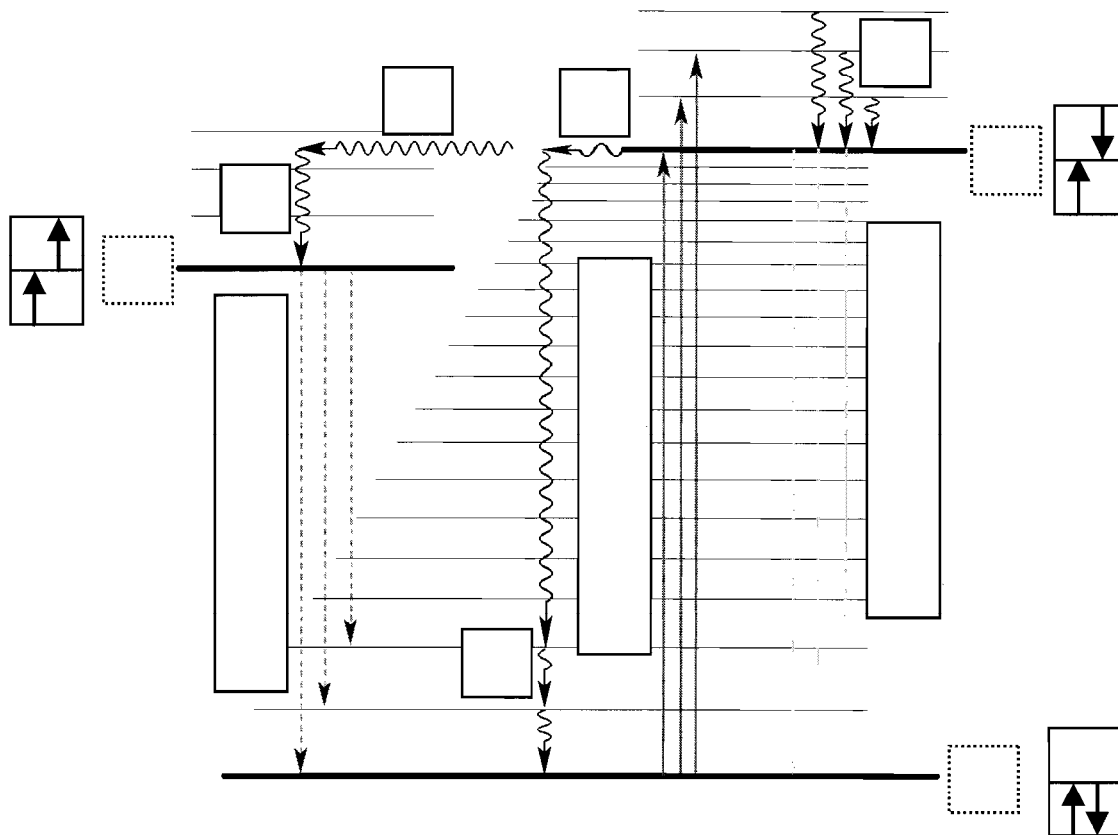
- ☐ alle
- ☐ a, c, d
- ☐ a, b, c, d
- ☐ b, c, e, f
- ☐ a, d, e, f
- ☐ a, d, e

K16. Welche Aussagen zu nicht-kompetitiven Hemmungen von Reaktion, denen der Michaelis-Menten-Mechanismus zugrunde liegt, sind richtig?

- (a) Der Inhibitor beeinflusst nicht die Substratbindung
- (b) Der Inhibitor reagiert mit einer für die Aktivität wichtigen Gruppe
- (c) Die Maximalgeschwindigkeit der Reaktion hängt vom Inhibitor ab
- (d) Die Michaelis-Menten-Konstante bleibt konstant
- (e) Nach Lineweaver-Burk ist die Steigung unabhängig von der Inhibitorkonzentration
- (f) Nach Lineweaver-Burk schneiden sich Geraden unterschiedlicher Inhibitorkonzentration im selben Ordinatenabschnitt

- ☐ alle
- ☐ a, b, d
- ☐ a, b, c, d
- ☐ b, c, e, f
- ☐ b, d, e, f
- ☐ a, b, e

S1. Beschriften Sie folgendes Jablonski-Termschema:



S2. Was besagt die Hundsche Regel?

S3. Welche Aussagen gehören zur Heisenbergschen Unschärferelation?

(a)  $\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$

(b) Die Nullpunktsenergie ergibt sich hieraus

(c) Ort und Impuls eines Teilchens können nicht gleichzeitig beliebig genau bestimmt werden

(d)  $E = \varepsilon \cdot c \cdot d$

(e) Gilt nur für makroskopische Systeme

- ☐ alle
- ☐ a, c
- ☐ a, b, c
- ☐ b, c, e
- ☐ b, d, e
- ☐ b, c, d

S4. Mit welcher Spektroskopieart lassen sich einfach Bindungsstärken in kleinen Molekülen bestimmen?

S5. Was ist die Nullpunktsenergie?

- S6. Die Kraftkonstante von Chlorwasserstoff beträgt  $k = 516,3 \text{ N/m}$ . Berechnen Sie die Grundswingungsfrequenz  $\nu_0$ .  
Ist die Grundswingungsfrequenz von Bromwasserstoff größer oder kleiner?  
Begründen Sie.

- S7. Wie viele Freiheitsgrade hat Ameisensäure („Methansäure“)?  
Wie verteilen sich diese auf die verschiedenen Zustände?  
Wie groß ist die mittlere thermische Energie oder wie groß ist  $c_v$ ?  
Warum findet man bei verschiedenen Temperaturen teilweise deutlich andere  $c_v$ ?

- S8. Ein Lichtstrahl wird beim Durchgang durch eine  $1 \mu\text{M}$  Farbstofflösung um 20 % abgeschwächt. Der Weg, den der Lichtstrahl dabei durch die Farbstofflösung zurückgelegt hat, beträgt 1 cm. Wie groß ist der molare dekadische Extinktionskoeffizient  $\epsilon$ ?

V1. Erklären Sie den Unterschied zwischen Absorption und Adsorption.

V2. Ein Tropfen einer unpolaren Flüssigkeit habe auf einer unpolaren Unterlage folgende Form:



Welche der folgenden Aussagen trifft zu:

- (a) Die Flüssigkeit benetzt die Unterlage gut
- (b) Die Flüssigkeit benetzt die Unterlage schlecht
- (c) Die inneren Kohäsionskräfte der Flüssigkeit sind größer als die Adhäsionskräfte zur Unterlage
- (d) Die inneren Kohäsionskräfte der Flüssigkeit sind kleiner als die Adhäsionskräfte zur Unterlage

- ☐ a, c
- ☐ a, d
- ☐ b, c
- ☐ b, d
- ☐ keine

V3. Nennen Sie 3 Transportprozesse. Geben Sie zudem die physikalische Größe die transportiert wird, und gegen welchen Gradienten Sie transportiert wird, an.

V4. Der Diffusionskoeffizient von Methanol in Wasser bei 298,15 K beträgt  $D = 1,58 \cdot 10^{-9} \frac{m^2}{s}$ . Die Viskosität des Wassers beträgt  $\eta = 0,891 \cdot 10^{-3} \frac{kg}{m \cdot s}$ . Wie groß ist der effektive Radius des Methanolmoleküls in Wasser?

E1. Welche Aussagen gelten für das 1. Ficksche Gesetz?

- (a) quantitative Aussage
- (b) wie viel Teilchen bewegen sich pro Zeiteinheit durch eine Flächeneinheit
- (c) Diffusionskoeffizient spielt eine Rolle
- (d) zeitlich konstanter Diffusionsfluss
- (e) instationäre Diffusion

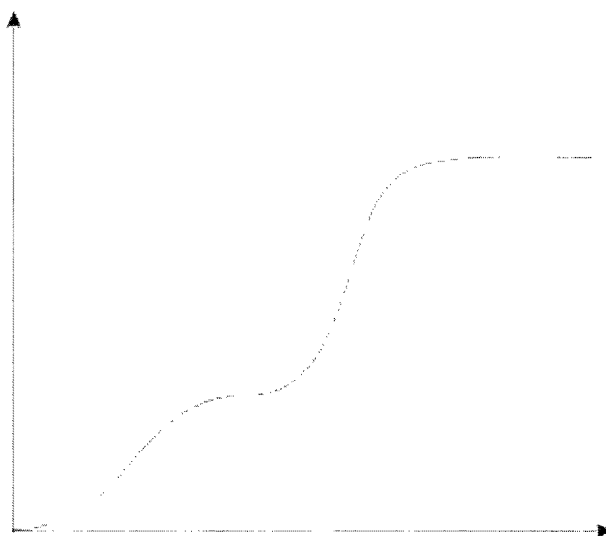
- ☐ b, c
- ☐ alle
- ☐ a, b, c, e
- ☐ a, b, c
- ☐ a, c, d, e
- ☐ a, b, c, d

E2. Wovon hängt die Ionenstärke ab?

- (a) Stärke des el. Feldes
- (b) Viskosität des umgebenden Mediums
- (c) Ladung des Ions
- (d) Konzentration
- (e) Nur der Anzahl der positiv geladene Ionen
- (f) Temperatur

- ☐ a, b, c, d
- ☐ alle
- ☐ c, d
- ☐ a, c, d
- ☐ c, d, f
- ☐ b, c, d, e

- E3. Gegeben ist ein „schematisches“ Polarogramm.  
 Beschriften Sie die Achsen.  
 Zeichnen Sie die wichtigen Größen ein und benennen Sie diese.  
 Welche Information kann man aus welcher Größe erhalten?



- E4. Nachfolgende Tabelle zeigt die molare Leitfähigkeit eines starken Elektrolyten in Abhängigkeit von der Konzentration.

|                                                                        |                      |                      |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|
| $c \left[ \frac{\text{mol}}{\text{L}} \right]$                         | $6,20 \cdot 10^{-3}$ | $1,50 \cdot 10^{-2}$ |
| $\Lambda_m \left[ \frac{\text{cm}^2}{\Omega \cdot \text{mol}} \right]$ | 109,9                | 106,1                |

Berechnen Sie aus diesen Daten die molare Grenzleitfähigkeit.