

Klausurnummer:

Klausur zum Chemischen Grundpraktikum für das Lehramt im WiSe 2020/2021 vom 23.02.2021

A1	A2	A3	A4	A5	A6	Σ	Note
5	15	12	33	10	10	85	

NAME:

VORNAME:

EMAIL (cup-Mail!):

IMMATRIKULATIONSNUMMER:

Schreiben Sie bitte gut leserlich: Name und Vorname in Druckbuchstaben.

Unleserliche Teile werden nicht gewertet!

Die Bewertung der einzelnen Aufgaben ist jeweils in Klammern nach der Aufgabennummerierung angegeben. Insgesamt sind 85 Punkte erreichbar. Die Gesamtklausur gilt als bestanden, wenn 50% der erreichbaren Punkte erzielt wurden.

- Wichtig:**
1. Schreiben Sie auf jedes Blatt oben Ihren Namen.
 2. Schreiben Sie die Lösungen nur auf das Blatt der entsprechenden Aufgabe (wenn erforderlich die Rückseite benutzen).
 3. Mit Bleistift geschriebene Aufgaben werden **nicht** gewertet!
 4. Als Hilfsmittel ist nur ein nicht programmierbarer Taschenrechner zugelassen.
 5. Falls Sie weitere Zusatzblätter benötigen, fordern Sie diese bitte beim Aufsichtspersonal an und verwenden Sie nur gekennzeichnete Zusatzblätter.
 6. Merken/notieren Sie Ihre Klausurnummer für Notenbekanntgabe!

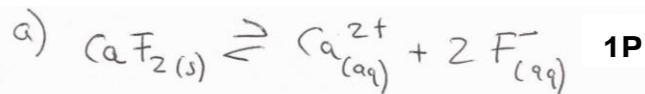
Viel Erfolg beim Lösen der Aufgaben!

Die Klausur umfasst **6** Aufgaben auf insgesamt **14** Blättern (inklusive 1 Schmierblatt und Deckblatt). Überprüfen Sie unbedingt bei Erhalt der Klausur die Anzahl der Blätter auf Vollständigkeit!

Aufgabe 1: Löslichkeitsprodukt [5P]

Gegeben ist das Löslichkeitsprodukt von CaF_2 bei 25°C mit $L = 3,9 \cdot 10^{-11} \text{ mol}^3/\text{L}^3$.

Wie groß ist die Konzentration der Ca^{2+} - und F^- -Ionen in der gesättigten Lösung? Wie groß ist die Konzentration von CaF_2 ?



$$c(\text{F}^-) = 2 c(\text{Ca}^{2+})$$

$$L = c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c^2(\text{F}^-) = c(\text{Ca}^{2+}) \cdot (2c)^2(\text{Ca}^{2+}) = 4 \cdot c^3(\text{Ca}^{2+}) \quad \mathbf{1P}$$

$$3,9 \cdot 10^{-11} \frac{\text{mol}^3}{\text{L}^3} = 4 \cdot c^3(\text{Ca}^{2+}) \quad /: 4 \text{ dann } \sqrt[3]{\quad} \text{ziehen}$$

$$\Rightarrow c(\text{Ca}^{2+}) = 2,1 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \quad \mathbf{1P}$$

$$c(\text{F}^-) = 4,2 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \quad \mathbf{1P}$$

$$\Rightarrow c(\text{CaF}_2) = 2,1 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \rightarrow \text{es gehen } 2,1 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \text{ CaF}_2 \text{ in Lösung} \quad \mathbf{1P}$$

Aufgabe 2: Titrationsen und pH-Werte [15P]

Titriert wird 0.02 M Essigsäure mit einer 0.1 M Natronlauge. τ sei der Grad des Umsatzes. $pK_s(\text{Essigsäure}) = 4.75$

- a) Berechnen Sie die pH-Werte zu den Zeitpunkten $\tau = 0$, $\tau = 0.5$ und $\tau = 1$. [10P]

1) $\tau = 0$, nur Essigsäure liegt vor \rightarrow schwache Säure
 $\rightarrow pH = \frac{1}{2} (pK_s - \log c_0)$; $c_0 = 0,02 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$
 $pK_s = 4,75$ 1P

$\rightarrow pH = \frac{1}{2} (4,75 - \log(0,02)) =$ 1P
 $= \frac{1}{2} (4,75 - (-1,69897)) = 3,2$

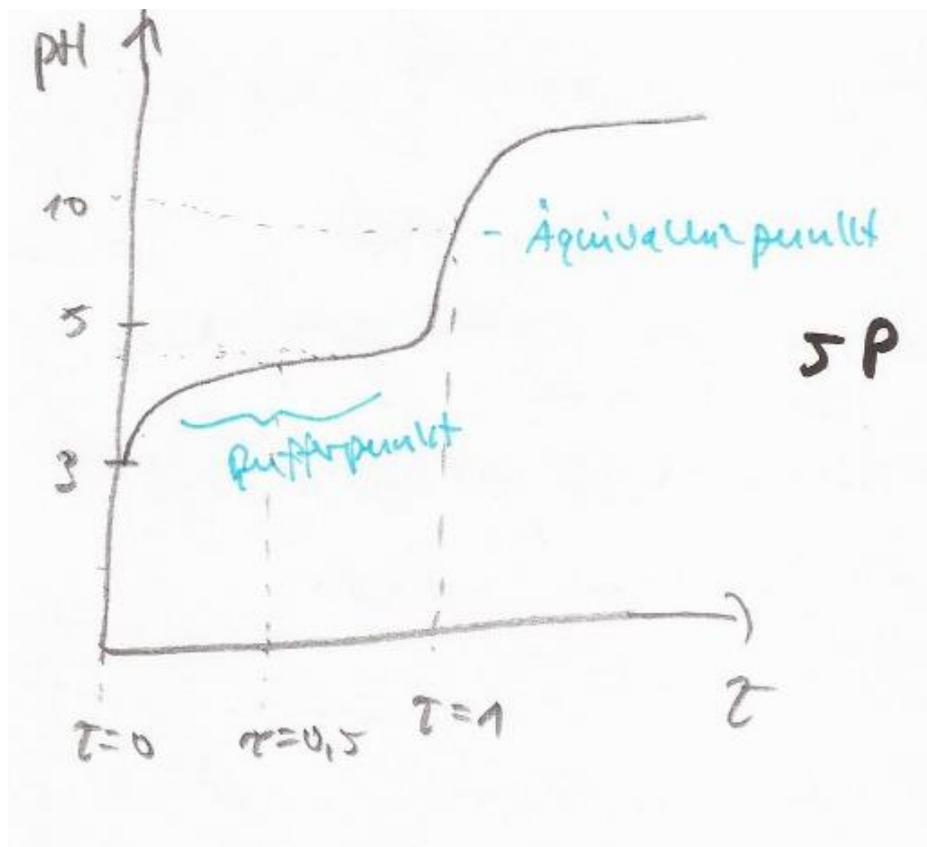
$\tau = 0,5$, die Hälfte der Essigsäure wurde „abgebildet“
 $\text{HOAc} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaOAc} + \text{H}_2\text{O}$
 \Rightarrow es liegt jetzt die gleiche Menge (konst. an
 HOAc und NaOAc vor \rightarrow Pufferpunkt 1P
 Henderson-Hasselbalch-Gleichung
 $pH = pK_s - \log \frac{[\text{HOAc}]}{[\text{Ac}^-]}$ 1P oder $pH = pK_s + \log \frac{[\text{Ac}^-]}{[\text{HOAc}]}$

da $[\text{HOAc}] = [\text{Ac}^-]$
 $\rightarrow pH = pK_s = 4,75$ 1P

$\tau = 1$ Äquivalenzpunkt 1P
 $\text{HOAc} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaOAc} + \text{H}_2\text{O}$
 $\rightarrow \text{NaOAc}$ in H_2O
 $\Rightarrow \text{OAc}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HOAc} + \text{OH}^-$ 1P
 \Rightarrow Lösung ist schwach basisch 1P
 $pK_B = 14 - pK_s = 14 - 4,75 = 9,25$
 $pOH = \frac{1}{2} (pK_B - \log c_0) = \frac{1}{2} (9,25 - \log(0,02)) = 3,77$ 1P

$\Rightarrow pH = 14 - pOH = 14 - 3,77 = 10,23$ 1P

- b) Stellen Sie die Titrationskurve graphisch dar und beschriften Sie die Skizze. [5P]

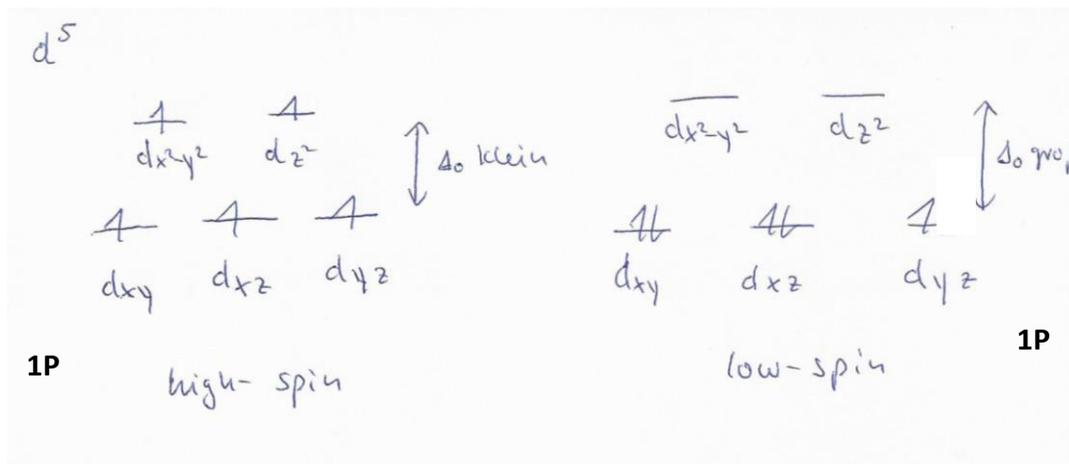


Aufgabe 3: Koordinationschemie [12P]

- a) Zu einer wässrigen Cobaltsulfatlösung wird konzentrierte HCl gegeben. Die Lösung färbt sich von blassrosa zu tiefblau. Erklären Sie anhand der Kristallfeldtheorie die Farbänderung. [8P]

[Co(H₂O)₆]²⁺ in Lösung (1P); oktaedrischer Komplex (1P), d⁷-Kation → Übergang Laporte (1P) und spinverboten (1P)
 Durch Zugabe von HCl entsteht Tetrachlorocobaltat (1P) → tetraedrischer (1P) Komplex → Übergang Laporte (1P) und spinerlaubt (1P) → blaue Farbe

- b) [Fe(H₂O)₆]³⁺ und [Fe(CN)₆]³⁻ bilden oktaedrische (d⁵) Komplexe, wobei [Fe(H₂O)₆]³⁺ ein high spin Komplex und [Fe(CN)₆]³⁻ ein low spin Komplex ist. Erklären Sie anhand der Besetzung der d-Orbitale im oktaedrischen Ligandenfeld wann ein high spin oder low spin Komplex vorliegt. [4P]



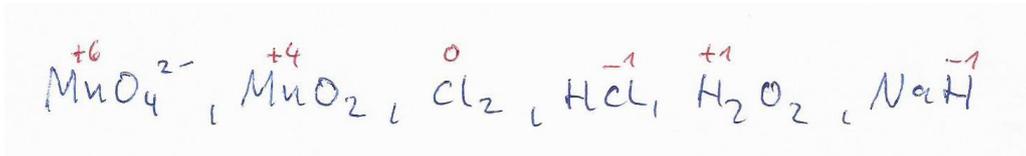
Je nachdem wie groß Δ_o ist, bildet sich ein high spin oder ein low spin Komplex

1P High spin: $\Delta_o < \text{Spinpaarungsenergie}$

1P Low spin: $\Delta_o > \text{Spinpaarungsenergie}$

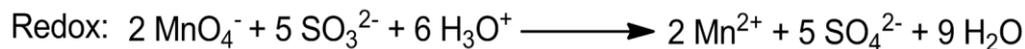
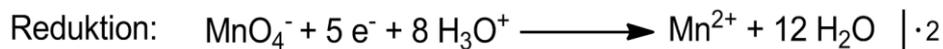
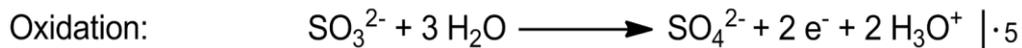
Aufgabe 4: Redoxreaktionen und Elektrochemie [33P]

- a) Bestimmen Sie die Oxidationsstufen des Mangans der Verbindungen MnO_4^{2-} und MnO_2 , die des Chlors der Verbindungen Cl_2 und HCl und die des Wasserstoffs in den Verbindungen H_2O_2 und NaH . [6P]

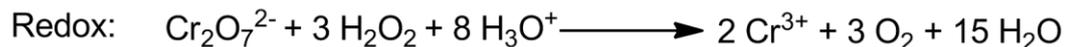
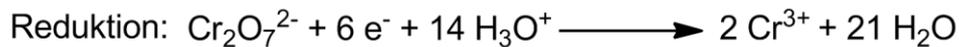


- b) Stellen Sie die Redoxgleichungen (Teilgleichungen und die Gesamtgleichung) auf für:

1) die Reaktion von Permanganat mit Sulfit in saurer Lösung. [3P]



2) Reaktion von Dichromat mit H_2O_2 in saurer Lösung. [3P]



- c) Das Reduktionspotential einer Permanganat-Lösung mit $c(\text{MnO}_4^-) = 0.1$ mol/L, die Mn^{2+} -Ionen mit $c(\text{Mn}^{2+}) = 10^{-3}$ mol/L enthält, wird bei jeweils den pH-Werten von $\text{pH} = 1$ und $\text{pH} = 5$ gemessen. Begründen Sie durch Berechnung, ob das Reduktionspotential pH-abhängig ist. $E(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = 1.51 \text{ V}$. [5P]

Halbreaktion aufstellen: (1P)



Nernstsche Gleichung

$$E = E^\circ - \frac{0,0592 \text{ V}}{5} \cdot \lg \frac{c(\text{Mn}^{2+})}{c(\text{MnO}_4^-) \cdot c^8(\text{H}^+)}$$

oder

$$E = E^\circ + \frac{0,0592 \text{ V}}{5} \cdot \lg \frac{c(\text{MnO}_4^-) \cdot c^8(\text{H}^+)}{c(\text{Mn}^{2+})}$$

bei $\text{pH} = 1$: $c(\text{H}^+) = 10^{-1} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$ (0,5P)

$$\text{pH} = -\lg c(\text{H}^+)$$

$$1 = -\lg c(\text{H}^+) \rightarrow \text{auflösen nach } c(\text{H}^+)$$

→ einsetzen in Gleichung

$$E = 1,51 \text{ V} + \frac{0,0592 \text{ V}}{5} \cdot \lg \frac{10^{-1} \cdot 10^{-8}}{10^{-3}} = \underline{\underline{1,44 \text{ V}}} \quad (1\text{P})$$

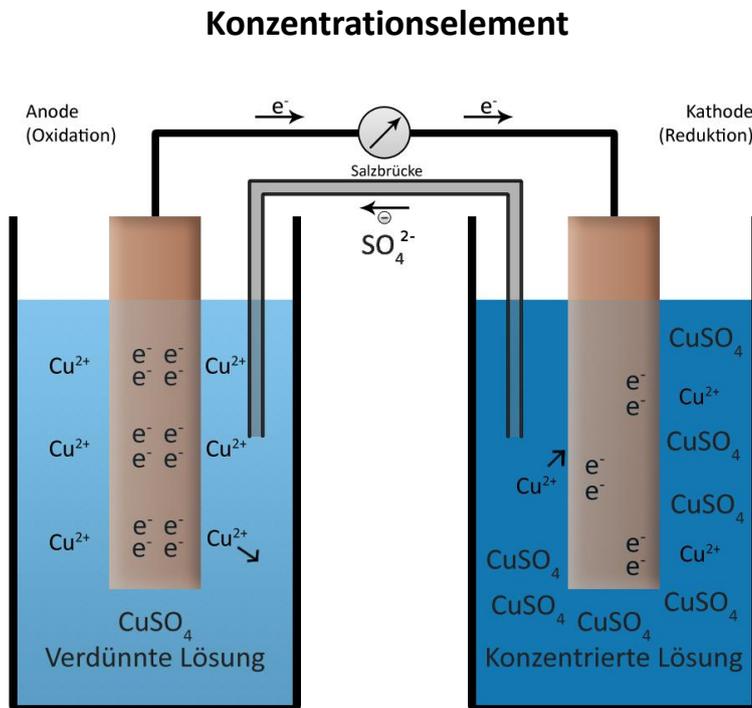
bei $\text{pH} = 5$: $c(\text{H}^+) = 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$ (0,5P)

→ in Gleichung einsetzen

$$E = 1,51 \text{ V} + \frac{0,0592 \text{ V}}{5} \cdot \lg \frac{10^{-1} \cdot 10^{-40}}{10^{-3}} = \underline{\underline{1,06 \text{ V}}} \quad (1\text{P})$$

⇒ Potential ist pH-abhängig (1P)

- d) Skizzieren Sie ein Cu/CuSO₄ Konzentrationselement und zeichnen Sie die Stromflussrichtung ein.[5P] Geben Sie die Gleichung für die elektromotorische Kraft (ΔE) an.[5P]



1P: CuSO₄-Lösung, 1P: Cu-Elektroden, 1P: konzentrierte und verdünnte Lösung, 1P: Salzbrücke, 1P: Stromflussrichtung

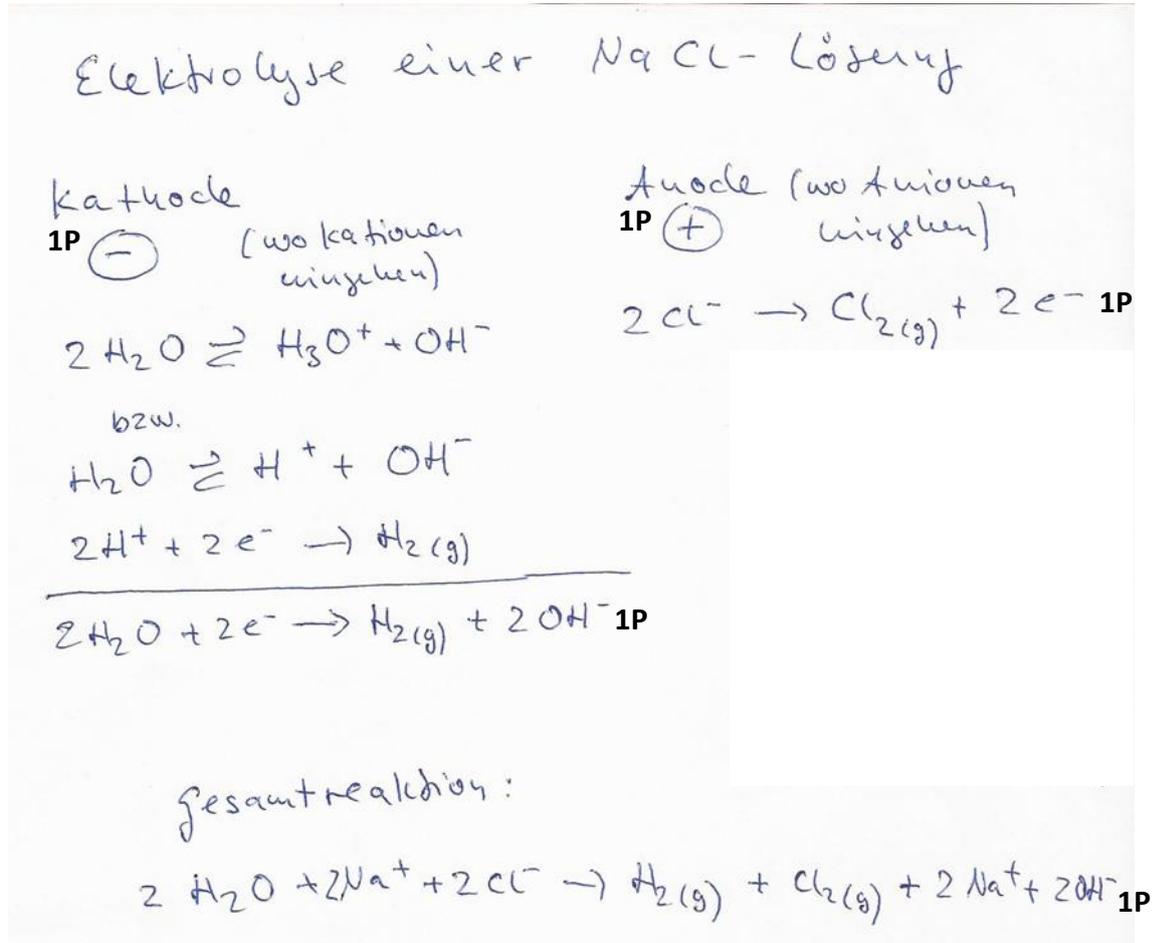
$$\Delta E = \frac{0,059V}{z} \cdot \lg \frac{c_1(\text{Konzentrierter})}{c_2(\text{weniger konzentriert})}$$

$$c_1 > c_2$$

$$z=2$$

1P

- e) Beschreiben Sie die Elektrolyse einer Natriumchlorid-Lösung. Geben Sie die Teilgleichungen und die Gesamtgleichung an. [5P]



- f) Was versteht man unter der Zersetzungsspannung bei einer Elektrolyse? [1P]

Zersetzungsspannung =
 Differenz der Redoxpotentiale + Überspannung

0,5 P

0,5 P

- g) Was versteht man unter Überspannung? Wovon hängt sie ab (3 Gründe nennen)? [4P]

Überspannung: kinetische Hemmung der
 Elektrodenreaktion 1 P

Überspannung hängt ab von:

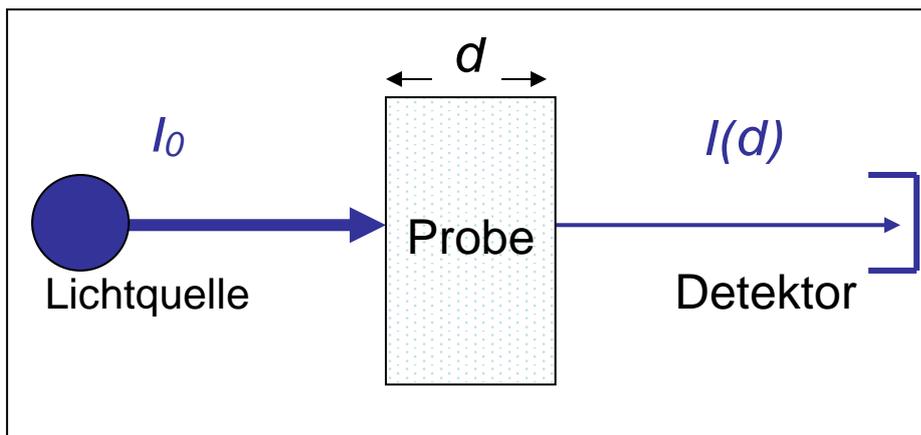
- Elektrodenmaterial 1 P
- Oberflächenbeschaffenheit der Elektrode 1 P
- wenn Gase entstehen 1 P

Aufgabe 5: Farben [10]

a) [1] Sortieren Sie die folgenden Farben nach ihrer *Frequenz*: Rot, Blau, Gelb und Grün. Beginnen Sie mit der *kleinsten* Frequenz.

Blau, Grün, Gelb, Rot

b) [5] Skizzieren Sie den Aufbau zur Messung der Absorption einer Lösungsmittelprobe. Beschreiben Sie kurz die wesentlichen experimentellen Schritte zur Bestimmung der optischen Dichte. Wie wird die optische Dichte berechnet?



2P

1. Messung der Intensität I_0 ohne Probe (Lösungsmittel ohne Analyt) (1 P)
2. Messung der Intensität $I(d)$ mit Probe (Lösungsmittel mit Analyt) (1 P)
3. $OD = \log(I_0/I(d))$ (1 P)

c) [2] Eine Probe habe die optische Dichte $OD = 2,1$. Wie viel Prozent der eingestrahlten Intensität wird transmittiert? Wie viel Prozent werden absorbiert?

$$OD = \log(I_0/I), \quad 10^{OD} = I_0/I$$

[1]

$$\Rightarrow I = I_0 / 10^{OD} = 0,8 \% (0,794 \%)$$

$$\Rightarrow I_{abs} = I_0 - I = 99,2 \% (99,206 \%)$$

[1]

d) [2] Für eine Farbstofflösung der Konzentration $c = 25 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$ messen Sie eine optische Dichte von $OD = 2,1$ bei der Probendicke $d = 1 \text{ cm}$. Berechnen Sie daraus den Extinktionskoeffizienten des Farbstoffs.

$$OD = \varepsilon cd$$

[1]

$$\Rightarrow \varepsilon = OD / (cd) = 2,1 / 25 \cdot 10^{-5} \text{ L/(mol cm)} = 8.400 \text{ L/(mol cm)}$$

[1]

Aufgabe 6: Reaktionskinetik [10]

a) [3] Die Halbwertszeit eines radioaktiven Stoffs beträgt $t_{1/2} = 300$ Stunden. Wie groß ist demnach die Geschwindigkeitskonstante des Zerfalls? In welcher Zeit zerfallen 90 % des Stoffs? (Es handelt sich um eine Reaktion erster Ordnung.)

$$\tau = 1/k \ln(2)$$

$$k = 1/\tau \ln(2) = 1/300 \text{ h} \ln(2) = 0,0023 / \text{Stunde} \quad [1]$$

$$n(t) = n_0 \cdot \exp(-kt); 0.1 = \exp(-kt') \quad [1]$$

$$t' = -\ln(0.1)/k = 1001 \text{ h} \quad [1]$$

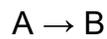
b) [1] Wie ändert sich die Geschwindigkeitskonstante $k(T)$ einer thermisch aktivierten Reaktion wenn die Temperatur T erniedrigt wird?

Sie steigt

c) [1] Für welche Reaktionsordnung ist die Halbwertszeit unabhängig von der Konzentration der Reaktanden?

Reaktion erster Ordnung

d) [5] Bei der Untersuchung der Reaktion



erhalten Sie folgende Messwerte:

t [s]	0	5	10	15
c _A [mol/l]	10,00	2,50	1,43	1,00

Überprüfen Sie ob eine Reaktion 0., 1. oder 2. Ordnung vorliegt und bestimmen Sie die Geschwindigkeitskonstante k der Reaktion (Einheit angeben!).

0. Ordnung? Δt konstant, Δc_A nicht

1. Ordnung? $\ln c_A = 2,303 / 0,916 / 0,358 / 0 \Rightarrow$ nicht äquidistant

2. Ordnung) $1/c_A = 0,1 / 0,4 / 0,7 / 1 \Rightarrow$ äquidistant

\Rightarrow 2.Ordnung!

[4]

Geschwindigkeitskonstante aus Steigung der Geraden:

$$(1/c_A(t_1) - 1/c_A(t_2)) / (t_1 - t_2) = 0,3 / 5 \text{ s} = 0,06 \text{ L} / (\text{mol s})$$

[1]

(0,5 Punkte für Einheit)

NOTIZSEITE : WIRD NICHT GEWERTET

(Wenn zu wenig Platz vorhanden ist, dann Rückseiten der Aufgabenblätter verwenden!)