

Klausur zum Chemischen Grundpraktikum für das Lehramt im WiSe 2019/2020 vom 18.02.2020

A1	A2	A3	A4	A5	A6	Σ	Note
7	15	13	25	10	10	70	

NAME:

VORNAME:

EMAIL:

IMMATRIKULATIONSNUMMER:

STUDIENGANG: MODUL ALTER STUDIENGANG

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 70 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.

Viel Erfolg beim Lösen der Aufgaben!

Die Klausur umfasst **6** Aufgaben auf insgesamt **10** Blättern (inklusive 1 Schmierblatt und Deckblatt). Überprüfen Sie unbedingt bei Erhalt der Klausur die Anzahl der Blätter auf Vollständigkeit!

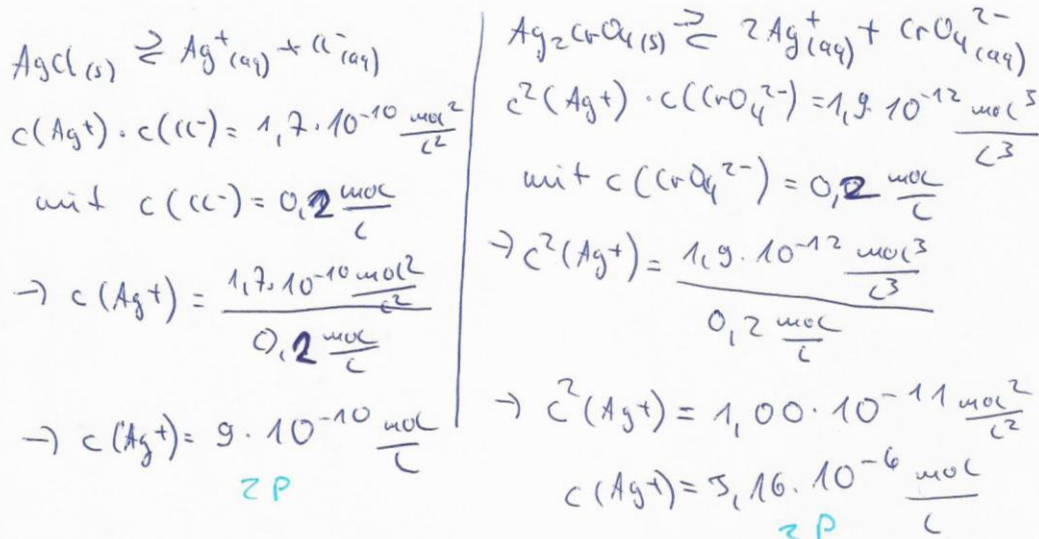
Aufgabe 1: Löslichkeitsprodukt [7]

Zu einer Lösung, die CrO_4^{2-} -Ionen (0.2 mol/L) und Cl^- -Ionen (0.2 mol/L) enthält, wird AgNO_3 dazugegeben. $L(\text{AgCl}) = 1.7 \cdot 10^{-10} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ $L(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 1.9 \cdot 10^{-12} \text{ mol}^3/\text{L}^3$ [5P]

- a) Welches Silbersalz fällt zuerst aus?
 b) Wie groß ist die Chloridionenkonzentration wenn Ag_2CrO_4 anfängt auszufallen? [2P]

a) Bei Ag^+ -Zugabe fällt zuerst die weniger lösliche Verbindung aus, dann erst die löslichere.

→ Fällung setzt ein, wenn das jeweilige Ionenprodukt gerade das Löslichkeitsprodukt überschreitet.



→ AgCl fällt zuerst aus, da für dessen Fällung die kleinere Ag^+ -Konzentration ausreicht 1 P

b) Ag_2CrO_4 -Fällung beginnt dann, wenn $c(\text{Ag}^+) = 3,16 \cdot 10^{-6} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$

$$\Rightarrow c(\text{Ag}^+) \cdot c(\text{Cl}^-) = 3,16 \cdot 10^{-6} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot c(\text{Cl}^-) = 1,7 \cdot 10^{-10} \frac{\text{mol}^2}{\text{L}^2}$$

$$\rightarrow c(\text{Cl}^-) = \frac{1,7 \cdot 10^{-10} \frac{\text{mol}^2}{\text{L}^2}}{3,16 \cdot 10^{-6} \frac{\text{mol}}{\text{L}}} = 5,4 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \quad \text{2 P}$$

→ die Fällung beginnt erst, wenn $c(\text{Cl}^-)$ auf $5,4 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$ gesunken ist
 (von Ag_2CrO_4)

Aufgabe 2: Titrations und pH-Werte[15]

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 **1P**

$$\rightarrow \text{pH} = \frac{1}{2} (pK_s - \log c_0) ; c_0 = 0,02 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

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

$\tau = 0,5$, die Hälfte der Essigsäure wurde „neutralisiert“

$$\text{HOAc} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaOAc} + \text{H}_2\text{O}$$

\Rightarrow es liegt jetzt die gleiche Menge (konst. an HOAc und NaOAc vor \rightarrow Pufferpunkt **1P**

Henderson-Hasselbalch-Gleichung

$$\text{pH} = pK_s - \log \frac{[\text{HOAc}]}{[\text{Ac}^-]} \quad \text{1P} \quad \text{oder} \quad \text{pH} = pK_s + \log \frac{[\text{Ac}^-]}{[\text{HOAc}]}$$

da $[\text{HOAc}] = [\text{Ac}^-]$

$$\rightarrow \text{pH} = pK_s = 4,75 \quad \text{1P}$$

$\tau = 1$ Äquivalenzpunkt **1P**

$$\text{HOAc} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaOAc} + \text{H}_2\text{O}$$

\rightarrow NaOAc in H_2O

$$\Rightarrow \text{OAc}^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HOAc} + \text{OH}^- \quad \text{1P}$$

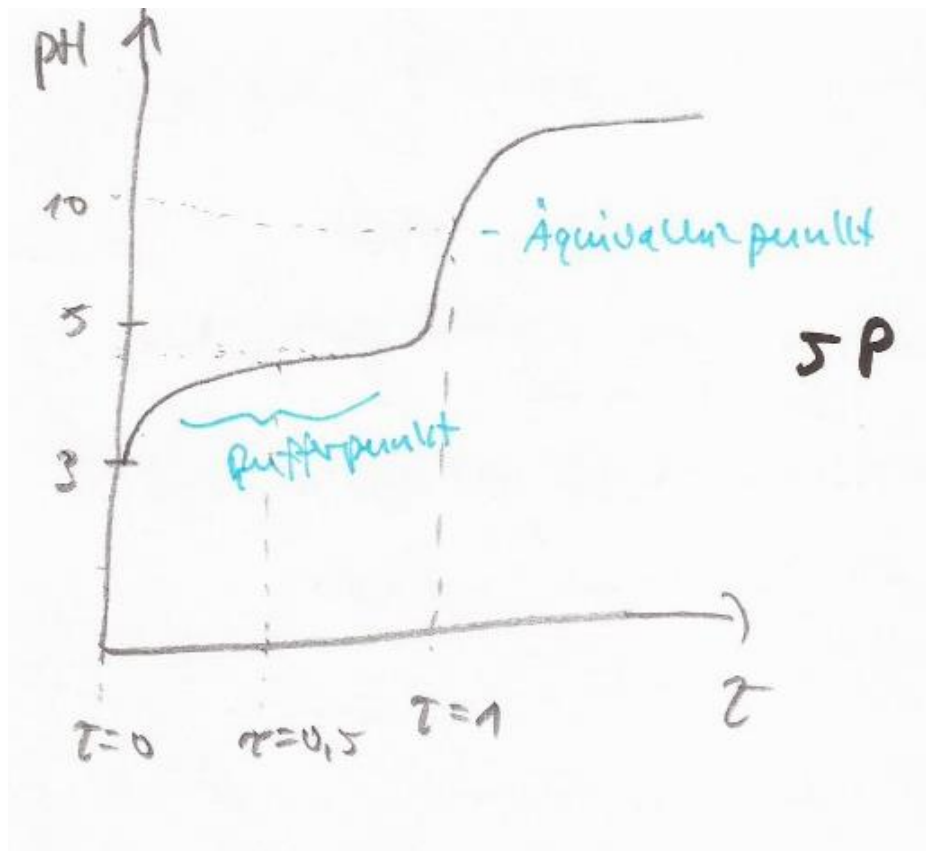
\Rightarrow Lösung ist schwach basisch **1P**

$$pK_B = 14 - pK_s = 14 - 4,75 = 9,25$$

$$pOH = \frac{1}{2} (pK_B - \log c_0) = \frac{1}{2} (9,25 - \log(0,02)) = 3,77 \quad \text{1P}$$

$$\Rightarrow \text{pH} = 14 - pOH = 14 - 3,77 = 10,23 \quad \text{1P}$$

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



Aufgabe 3: Koordinationschemie [13]

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) Erklären Sie den Chelateffekt. [5P]

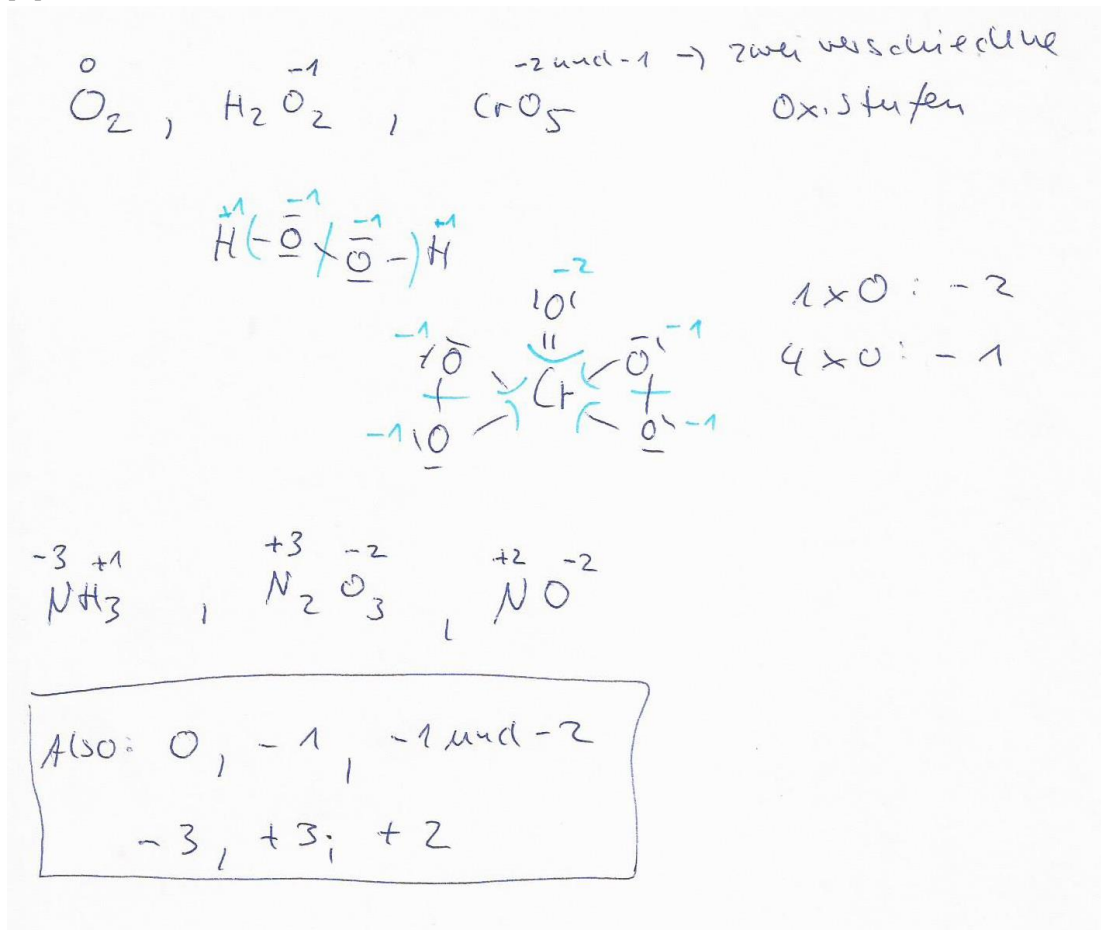
Chelateffekt: Ein Chelat hat 2 oder mehr Donoratome, die über eine kurze Atomkette (3 oder weniger A.) miteinander verbunden sind. Im Chelatkomplex besetzen diese Donoratome einander benachbarte Koordinationsstellen am Metall.

•Chelatkomplexe sind stabiler als analoge Komplexe mit einzähnigen Liganden

- Die Stabilität steigt mit zunehmender Zähigkeit und Anzahl der Chelatringe

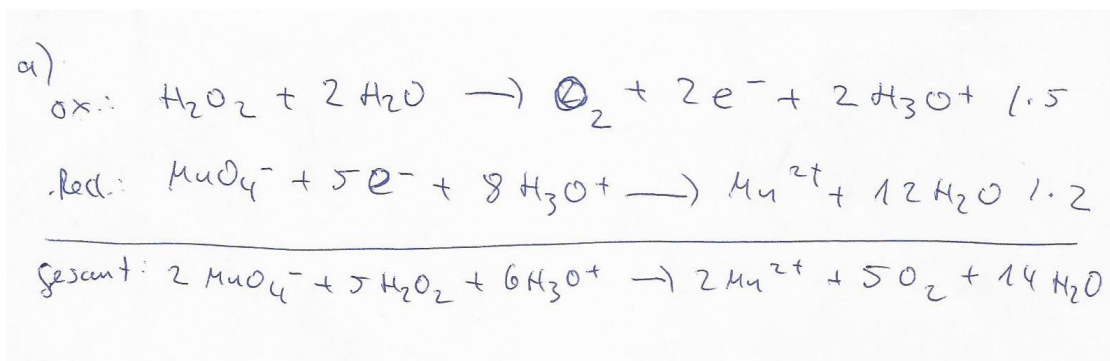
Aufgabe 4: Redoxreaktionen und Elektrochemie [25]

- a) Bestimmen Sie die Oxidationsstufen des Sauerstoffs der Verbindungen O_2 , H_2O_2 und CrO_5 und die des Stickstoffs in den Verbindungen NH_3 , N_2O_3 , NO . [6]

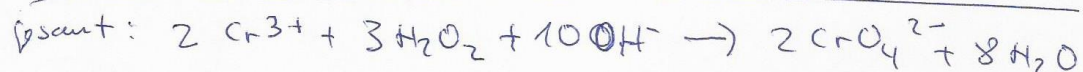
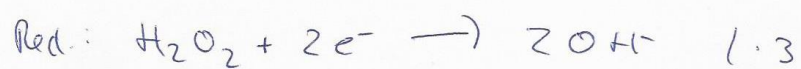
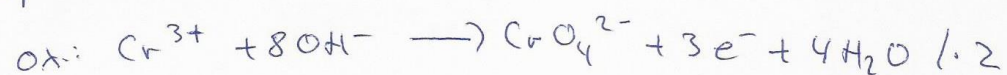


Jeweils ein Punkt für jede richtige Ox.zahl.

- b) Stellen Sie die Redoxgleichungen (Teilgleichungen und die Gesamtgleichung) für a) die Reaktion von Permanganat mit H_2O_2 in saurer Lösung und b) für die Reaktion von Chrom(III) mit H_2O_2 in alkalischer Lösung. [6]

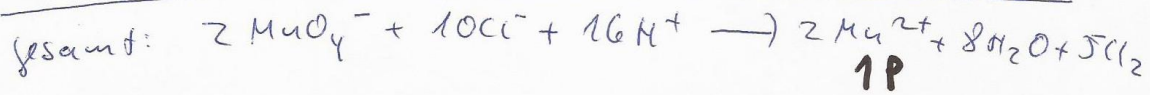


b)



Für jede Teil- und Gesamtgleichung je einen Punkt.

- c) Bis zu welchem pH-Wert kann eine $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$ - Lösung mit $c(\text{MnO}_4^-) = 0.1$ mol/L und $c(\text{Mn}^{2+}) = 0.0001$ mol/L eine Chloridionen-haltige Lösung mit $c(\text{Cl}^-) = 1$ mol/L zu Chlor oxidieren? $E(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = 1.51$ V, $E(\text{Cl}^-/\text{Cl}_2) = 1.36$ V [8]



$\Delta E = E_{\text{Red.}} - E_{\text{ox.}} \Rightarrow \Delta E > 0$ damit die Reaktion abläuft 1P

\Rightarrow Potential der Reduktion muss größer sein als das Potential der Oxidation

$E^\circ(\text{Cl}^-/\text{Cl}_2) = 1,36\text{V}$ $E^\circ(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = 1,51\text{V}$

Berechnung mit der Nernstschen Gleichung:

$E(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) = E^\circ(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) + \frac{0,059\text{V}}{2} \cdot \lg(1,0) = 1,36\text{V} + 0 = 1,36\text{V}$ 0.5P

$E(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = E^\circ(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) + \frac{0,059\text{V}}{5} \cdot \lg \frac{0,1 \cdot c^8(\text{H}^+)}{0,0001}$

\Rightarrow gesucht ist $c(\text{H}^+)$ 0.5P

\Rightarrow da Potential der Reduktion größer als das Potential der Oxidation sein muss

$\Rightarrow 1,36\text{V} = 1,51\text{V} + \frac{0,059\text{V}}{5} \cdot \lg \frac{0,1 \cdot c^8(\text{H}^+)}{0,0001}$

$\rightarrow -12,66892\text{V} = \lg \frac{0,1 \cdot c^8(\text{H}^+)}{0,0001}$ $x = \log_b(a)$
 $\rightarrow b^x = a$
 $\log_{10} \rightarrow b = 10$

$$10^{-12,66892} = \frac{0,1 \cdot c^8(\text{H}^+)}{0,0001}$$

$$\rightarrow 2,14329 \cdot 10^{-13} = \frac{0,1 \cdot c^8(\text{H}^+)}{0,0001}$$

3 P auf gesamte Rechnung

$$\rightarrow c^8(\text{H}^+) = 2,14329 \cdot 10^{-16}$$

$$\Rightarrow c(\text{H}^+) = \sqrt[8]{2,14329 \cdot 10^{-16}} = 0,0109998 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

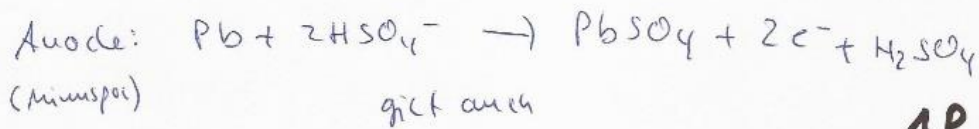
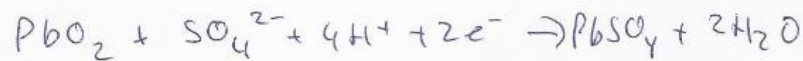
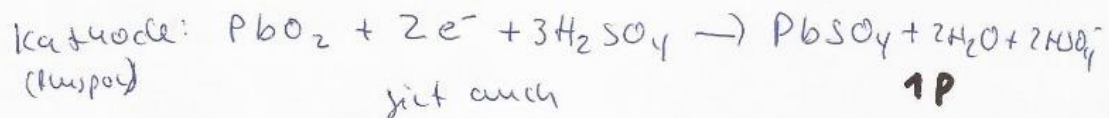
$$\text{pH} = -\lg c(\text{H}^+) = -\lg(0,0109998) = 1,96 \quad \mathbf{1P}$$

\Rightarrow der pH-Wert muss unterhalb von 1,96 sinken, d.h. ~~ab~~ ab pH=1,96 aufwärts findet keine Rkt. statt

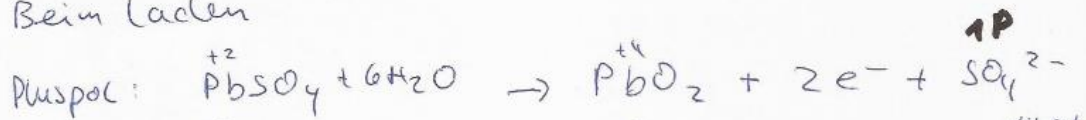
- d) Welche Reaktionen laufen beim Betrieb eines Bleiakкумуляtors am Pluspol und am Minuspol ab? Welche beim Laden? Wie kann man den Ladezustand des Akkus einfach bestimmen? [5]

im geladenen Zustand liegen Pb- und PbO₂-
Elektroden vor:

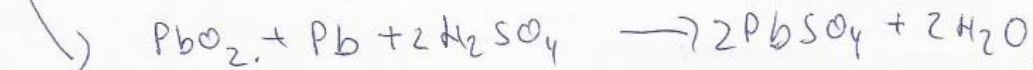
• Beim Entladen (Betrieb)



• Beim Laden



→ Da bei der Reaktion H₂SO₄ verbraucht wird,
sinkt die Dichte des Elektrolyten → Bestimmung
daher über Dichte Messung 1P

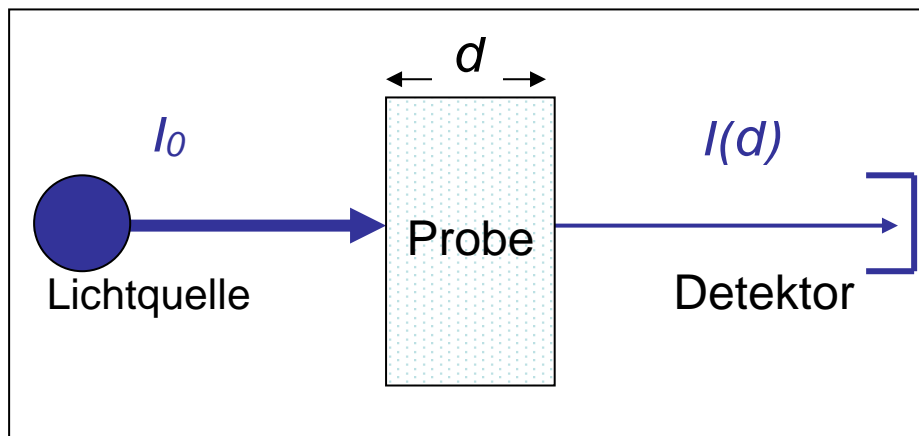


Aufgabe 5: Farben [10]

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

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 diese 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 $OD = 2,7$. Wie viel Prozent der einfallenden Intensität wird transmittiert? Wie viel Prozent werden absorbiert?

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

[1]

$$\Rightarrow I = I_0 / 10^{OD} = 0,2 \%$$

$$\Rightarrow I_{abs} = I_0 - I = 99,8 \%$$

[1]

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

$$OD = \varepsilon cd$$

[1]

$$\Rightarrow \varepsilon = OD / (cd) = 2,5 / 5e-5 \text{ L/(mol cm)} = 50.000 \text{ L/(mol cm)}$$

[1]

Aufgabe 6: Reaktionskinetik [10]

a) [3] Die Halbwertszeit eines radioaktiven Stoffs beträgt $t_{1/2} = 100$ Stunden. Wie groß ist demnach die Geschwindigkeitskonstante des Zerfalls? In welcher Zeit zerfallen 70 % des Stoffs? (Es handelt sich um eine Reaktion erster Ordnung.)

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

$$k = 1/\tau \ln(2) = 1/100 \text{ h} \ln(2) = 0,00693 / \text{Stunde} \quad [1]$$

$$n(t) = n_0 \cdot \exp(-kt); 0.3 = \exp(-kt') \quad [1]$$

$$t' = -\ln(0.3)/k = 173 \text{ h} \quad [1]$$

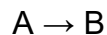
b) [1] Wie ändert sich die Geschwindigkeitskonstante $k(T)$ einer thermisch aktivierten Reaktion wenn die Temperatur T erhöht wird?

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



erhält man folgende Messwerte:

t [s]	0	3	6	9
c_A [mol/l]	5,00	2,50	1,67	1,25

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? $\ln c_A = 1,609 / 0,916 / 0,513 / 0,223 \Rightarrow$ nicht äquidistant

2. Ordnung) $1/c_A = 0,2 / 0,4 / 0,6 / 0,8 \Rightarrow$ äquidistant

\Rightarrow 2. Ordnung!

[4]

Geschwindigkeitskonstante aus Steigung der Geraden:

$$(1/c_A(t_1) - 1/c_A(t_2)) / (t_1 - t_2) = 0,2 / 3 \text{ s} = 0,067 \text{ L} / (\text{mol s})$$

[1]

(0,5 Punkte für Einheit)