

Klausurnummer:

Wiederholungsklausur zum Chemischen Grundpraktikum für das Lehramt im WiSe 2024/2025 vom 15.04.2025

A1	A2	A3	A4	A5	A6	Σ	Note
10	15	12	28	10	10	85	

NAME:

VORNAME:

EMAIL (LMU-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.

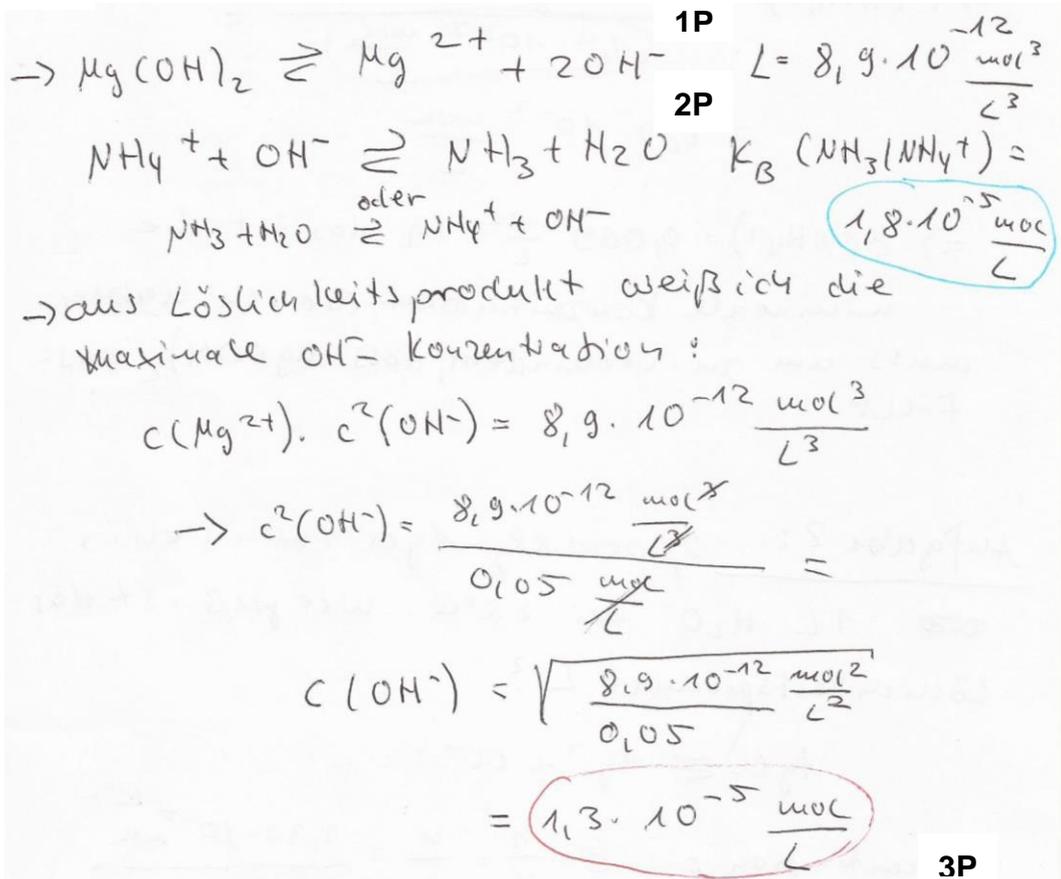
- Wichtig:**
1. Schreiben Sie auf jedes Blatt oben Ihren Namen.
 2. Schreiben Sie die Lösungen nur auf das Blatt der entsprechenden Aufgabe (wenn erforderlich die Rückseite benutzen).
 3. Mit Bleistift geschriebene Aufgaben werden **nicht** gewertet!
 4. Als Hilfsmittel ist nur ein nicht programmierbarer 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!

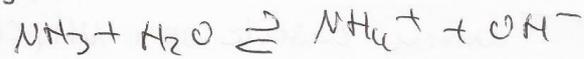
Aufgabe 1: Löslichkeitsprodukt [10P]

Welche NH_4^+ -Konzentration muss durch Zusatz von NH_4Cl erreicht werden, damit aus einer Lösung aus MgCl_2 und Ammoniak bei 25°C kein $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ausfällt? Es gilt: $c(\text{Mg}^{2+}) = 0,05 \text{ mol/L}$, $c(\text{NH}_3) = 0,05 \text{ mol/L}$, $L(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 8,9 \cdot 10^{-12} \text{ mol}^3/\text{L}^3$, $K_B(\text{NH}_3/\text{NH}_4^+) = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$.



\rightarrow aus Basengleichgewicht des NH_3 kann ich die NH_4^+ -Konzentration berechnen, die die OH^- -Konzentration auf diesen Wert hat:

aus Gleichung



$$\rightarrow \frac{c(\text{NH}_4^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{NH}_3)} = 1,8 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$\rightarrow c(\text{NH}_4^+) = \frac{1,8 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,05 \frac{\text{mol}}{\text{L}}}{1,3 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{L}}} = 6,9 \cdot 10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

3P

$\Rightarrow c(\text{NH}_4^+) = 0,069 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \rightarrow$ das ist die minimale Konzentration, die ich haben muss um zu verhindern, dass $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ausfällt

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. $pK_s(\text{Essigsäure}) = 4.75$ Die Volumenzunahme kann vernachlässigt werden.

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

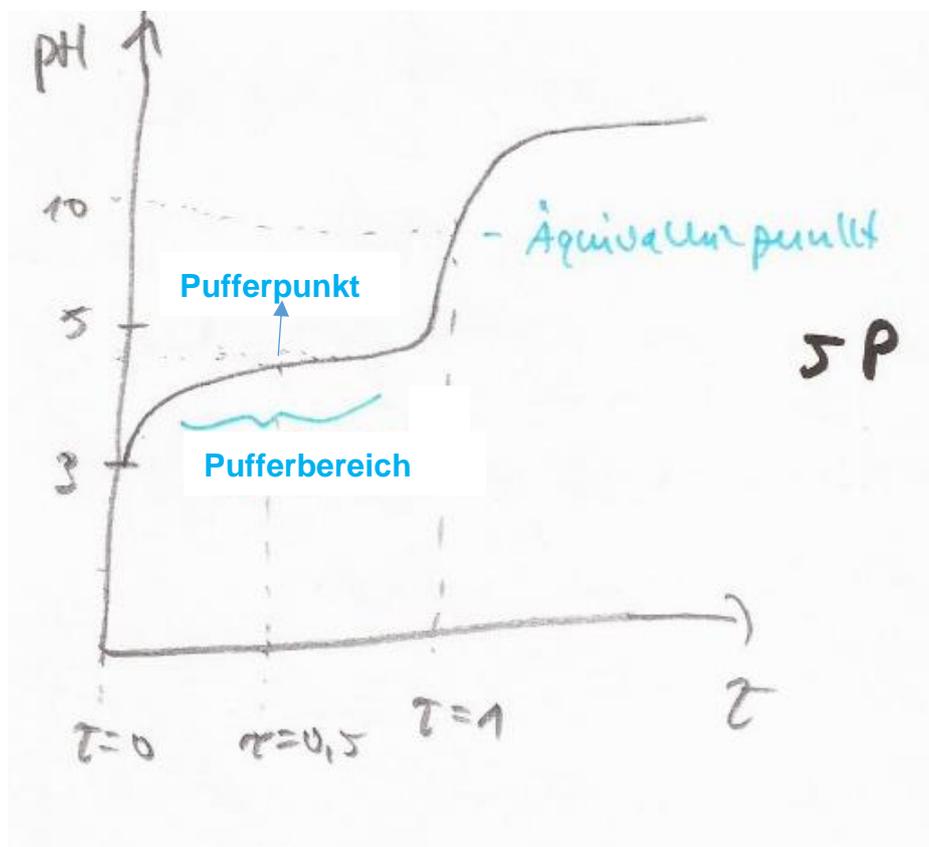
1) $\tau = 0$, nur Essigsäure liegt vor \rightarrow schwache Säure **1P**
 $\rightarrow \text{pH} = \frac{1}{2} (pK_s - \log c_0)$; $c_0 = 0,02 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$
 $pK_s = 4,75$ **1P**
 $\rightarrow \text{pH} = \frac{1}{2} (4,75 - \log(0,02)) =$
 $= \frac{1}{2} (4,75 - (-1,69897)) = 3,2$

$\tau = 0,5$, 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
 $\text{pH} = pK_s - \log \frac{[\text{HOAc}]}{[\text{Ac}^-]}$ **1P** oder $\text{pH} = pK_s + \log \frac{[\text{Ac}^-]}{[\text{HOAc}]}$
 da $[\text{HOAc}] = [\text{Ac}^-]$
 $\rightarrow \text{pH} = pK_s = 4,75$ **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**
 $pK_b = 14 - pK_s = 14 - 4,75 = 9,25$
 $\text{pOH} = \frac{1}{2} (pK_b - \log c_0) = \frac{1}{2} (9,25 - \log(0,02)) = 5,47$ **1P**

$$\Rightarrow \text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 5,47 = 8,53 \quad 1\text{P}$$

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

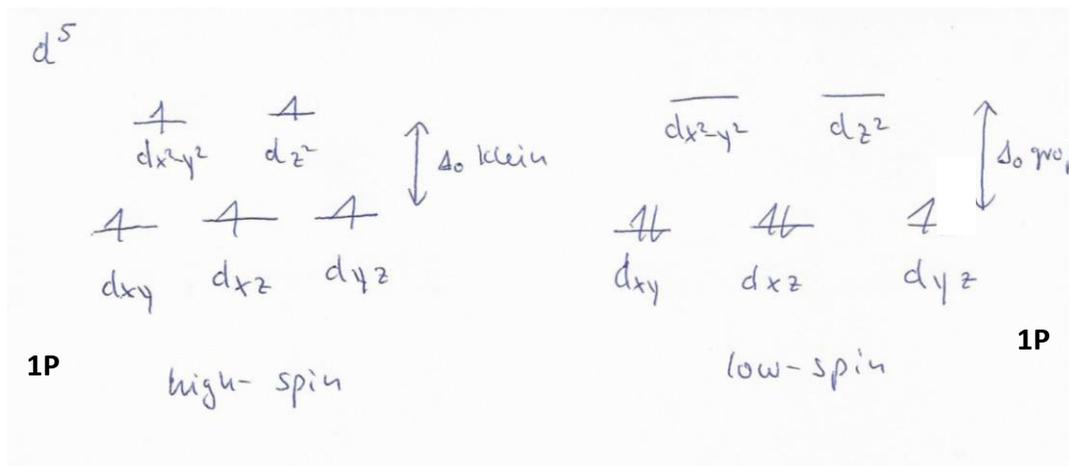


Aufgabe 3: Koordinationschemie [12P]

- 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 Laporteverboten (1P) und spinerlaubt (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: $\Delta_o < \text{Spinpaarungsenergie}$

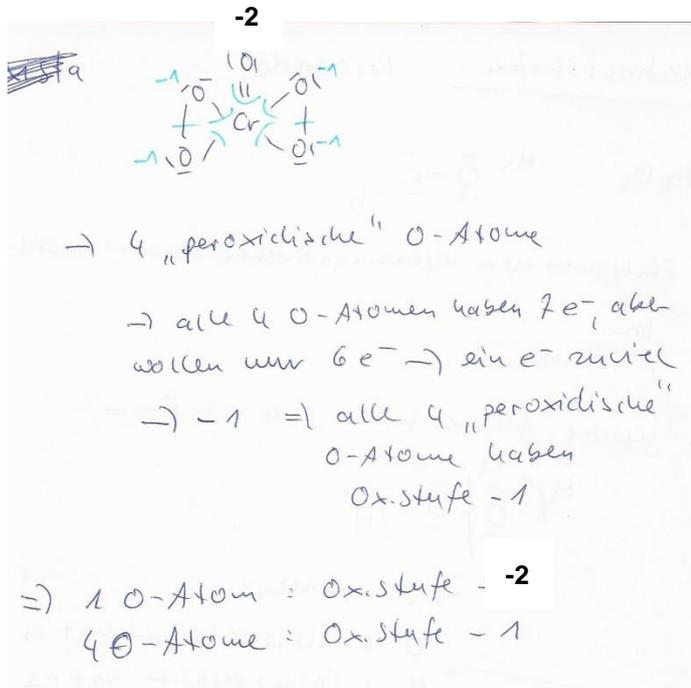
1P

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

Aufgabe 4: Redoxreaktionen und Elektrochemie [28P]

- a) Bestimmen Sie die Oxidationsstufen des Chroms der Verbindungen $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ und K_2CrO_4 , die des Broms der Verbindungen Br_2 und HBr und die des Sauerstoffs in den Verbindungen H_2O_2 und CrO_5 . [7P]

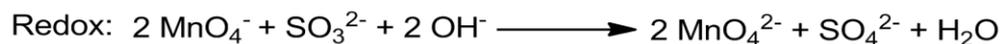
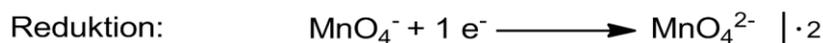
$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$: +3, K_2CrO_4 : +6, Br_2 : 0, HBr : -1, H_2O_2 : -1;



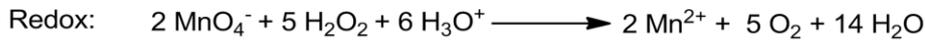
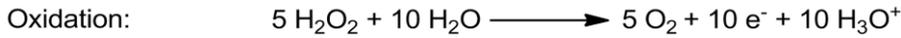
jeweils 1 P, für CrO_5 2 P

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

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



2) Reaktion von Permanganat 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

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

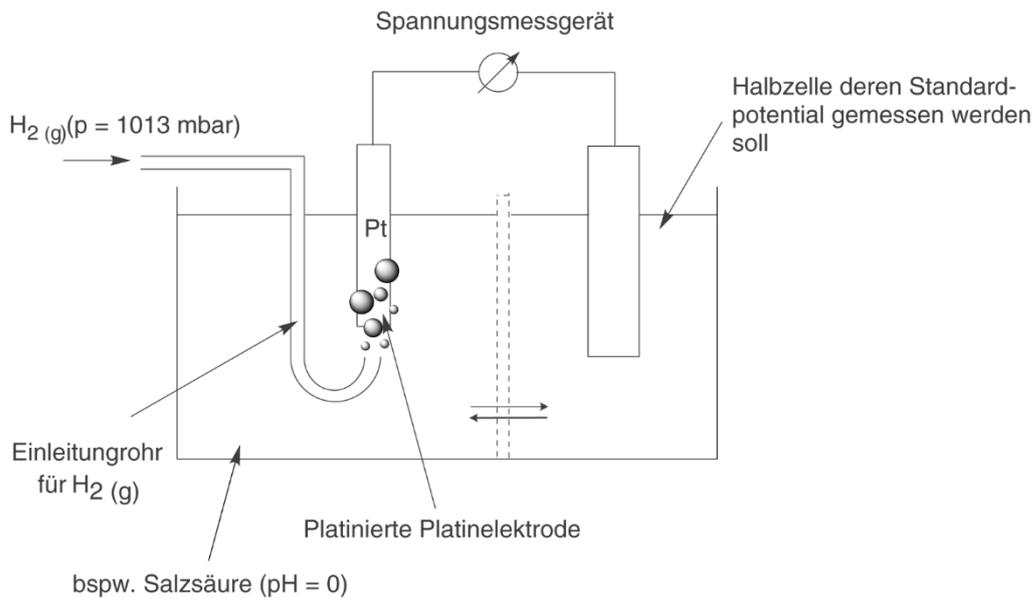
bei $\text{pH} = 5$: $c(\text{H}^+) = 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$ (0,5P)

→ in Gleichung einsetzen

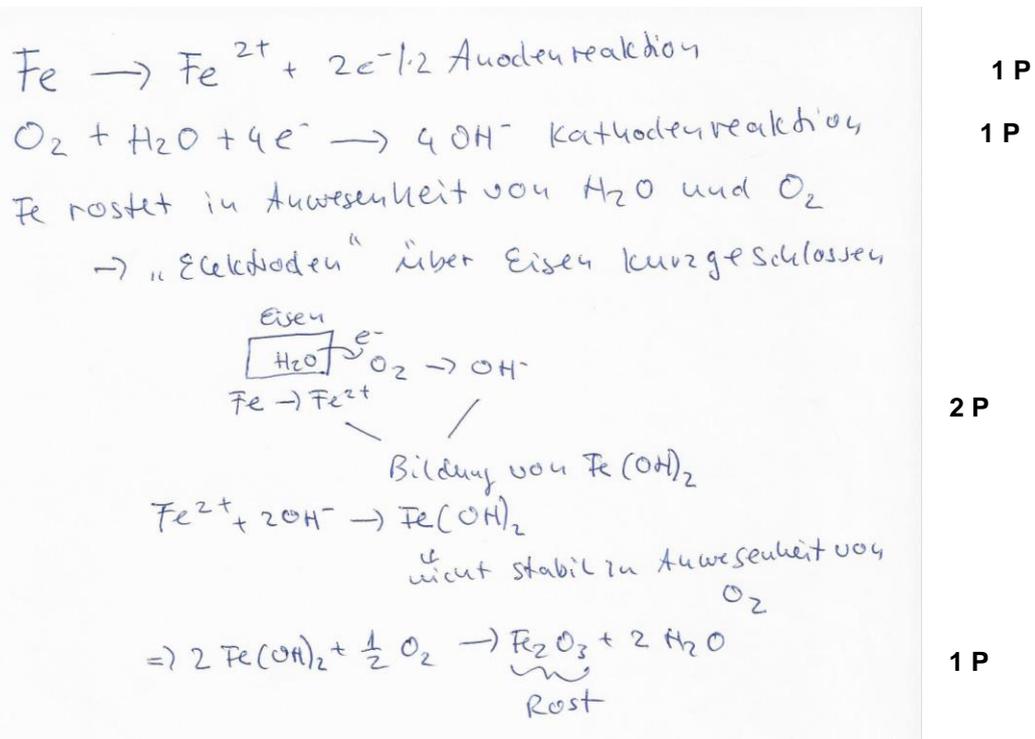
$$E = 1,51 \text{ V} + \frac{0,0592 \text{ V}}{5} \cdot \lg \frac{10^{-1} \cdot 10^{-40}}{10^{-3}} = \underline{\underline{1,06 \text{ V}}} \quad (1\text{P})$$

⇒ Potential ist pH-abhängig (1P)

- d) Skizzieren (mit Beschriftung) Sie die Standardwasserstoffelektrode mit der Standardelektrodenpotentiale gemessen werden können. [5P]

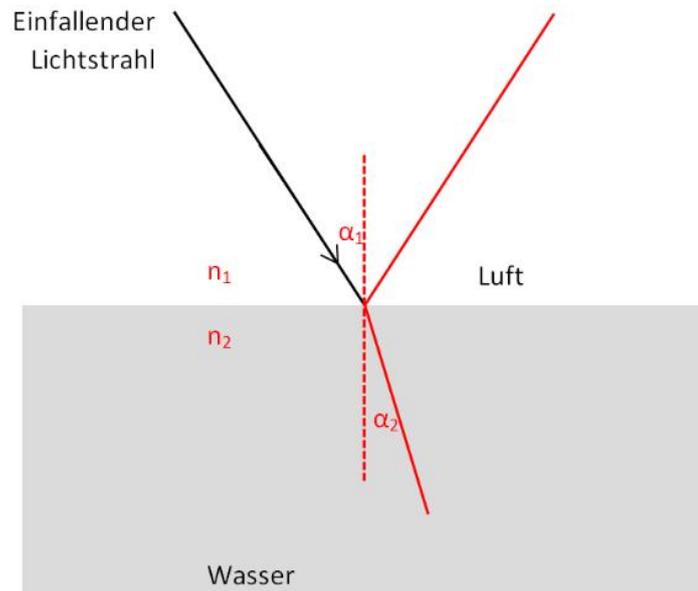


- e) Was passiert bei der Korrosion von Eisen (Beschreibung und Gleichungen)? [5P]



Aufgabe 6: Farben [10P]

- a) Ein monochromatischer Lichtstrahl wird schräg auf eine Wasseroberfläche gerichtet. Skizzieren Sie in der folgenden Skizze den Verlauf des an der Grenzfläche reflektierten und des gebrochenen Lichtstrahles. [1P]



- b) Mit Hilfe welches Gesetzes lässt sich die Änderung der Ausbreitungsrichtung eines Lichtstrahls beim Durchgang in ein anderes Medium beschreiben? Notieren Sie den Namen des Gesetzes, sowie dessen mathematische Formulierung. Kennzeichnen Sie alle in der Formel vorkommenden Variablen in der obigen Zeichnung. [3P]

Lösung:

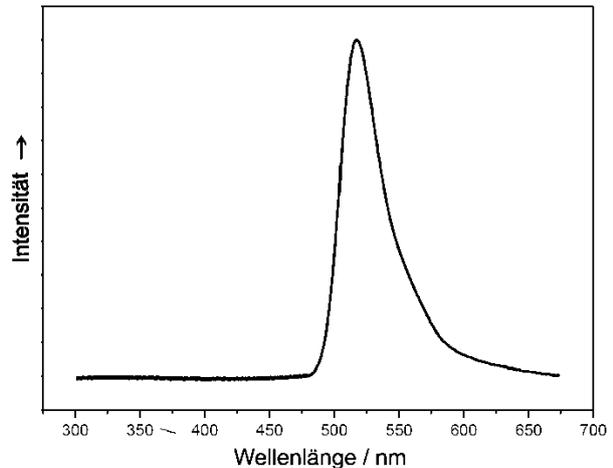
Snellius'sches Brechungsgesetz [0.5]

$$n_1 \cdot \sin \alpha_1 = n_2 \cdot \sin \alpha_2 \quad [1]$$

Einzeichnen: n_1, n_2 [0.5]

Einzeichnen: α_1, α_2 [0.5]

- c) Ihnen liegt eine flüssige Probe mit unbekanntem Inhalt vor, welche folgendes Fluoreszenzspektrum aufweist. Sie bestrahlen die Probe einmal mit rotem Licht und einmal mit blauem Licht. Was können Sie jeweils beobachten. Begründen Sie kurz. [2P]



Lösung: Blau: Fluoreszenz. Rot: keine Fluor. [1]

Es braucht höhere Energie (bzw. größer gleich) Energie für Anregung als Energie des emittierten Photons. [1] Oder „Stokes Verschiebung“ ([1])

- d) Der Extinktionskoeffizient von Chlorophyll beträgt bei einer Wellenlänge von 477 nm $\varepsilon_{477} = 32 \text{ L} \cdot (\text{mol} \cdot \text{cm})^{-1}$. Sie nehmen ein Absorptionsspektrum einer Chlorophylllösung auf und erhalten für die Wellenlänge 477 nm eine Optische Dichte von $OD = 0.8$. Der Durchmesser der zur Messung verwendeten Küvette beträgt 1 cm. Berechnen Sie die Konzentration Ihrer

Lösung:

$$c = OD / (d \varepsilon_{477}) = 25 \text{ mmol/L}$$

3x[0.5] für je Formel, Lösung, richtige Einheiten

Probe. [2P]

- e) Berechnen Sie die Energie für Licht der Wellenlänge 477 nm. [2P]

Hinweise: Lichtgeschwindigkeit $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; Planck'sches Wirkungsquantum $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$.

$$\rightarrow E = \frac{hc}{\lambda} \approx 4.17 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Aufgabe 5: Reaktionskinetik [10P]

- a) Erläutern Sie, wie Sie anhand einer experimentellen Messung des zeitlichen Konzentrationsverlaufs überprüfen können, ob es sich um eine Reaktion zweiter Ordnung handelt. [1P]

Lösung: Die Auftragung der reziproken Konzentration gegen die Zeit muss eine Gerade ergeben, d.h. man trägt $\frac{1}{c_A(t)}$ gegen die Zeit t auf, wenn es um Teilchensorte A geht.

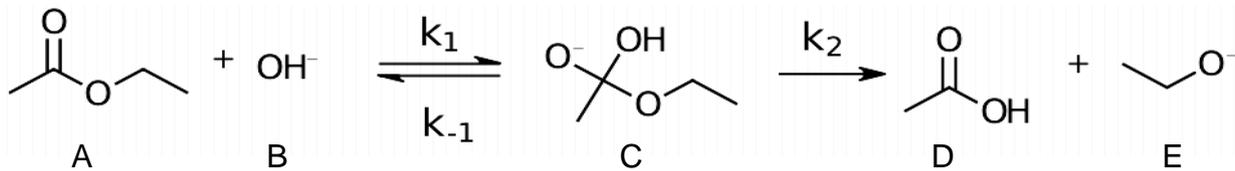
- b) Wie hängt die Geschwindigkeitskonstante von der Temperatur ab? Geben Sie den mathematischen Zusammenhang an und nennen Sie die physikalische Bedeutung der darin enthaltenen Größen. Welchen Effekt haben Katalysatoren? [2P]

Lösung: Hier gilt

$$k(T) = A \cdot e^{-\frac{E_A}{R \cdot T}}$$

mit Temperatur T , Geschwindigkeitskonstante k , prä-exponentiellem Faktor A zur Berücksichtigung von z.B. Stoßrate nach Kollisionstheorie, Aktivierungsenergie E_A , idealer Gaskonstante $R = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{K Mol}}$.
Katalysatoren senken die Aktivierungsenergie E_A .

- c) Geben sie für jede Teilreaktion der abgebildeten Reaktionsgleichung die Reaktionsordnung an und formulieren Sie für jede Teilreaktion ein Geschwindigkeitsgesetz. Verwenden Sie die Bezeichnungen an den Pfeilen für die Geschwindigkeitskonstanten und die Großbuchstaben als Abkürzungen für die jeweiligen Stoffe. Nehmen Sie an, dass es sich bei jedem der Reaktionsschritte um eine Elementarreaktion handelt. [6P]



Lösung:	Geschwindigkeitsgesetz	Reaktionsordnung
	$v_{k_1} = [\text{A}][\text{B}]k_1$	2
	$v_{k_{-1}} = [\text{C}]k_{-1}$	1
	$v_{k_2} = [\text{C}]k_2$	1

- d) Nehmen Sie eine Natronlaugenkonzentration von 1 mol/L und eine Esterkonzentration (Edukt A) von 0,001 mol/L an. Welche Annahme können sie für das Geschwindigkeitsgesetz der ersten Teilreaktion in c) machen, wie nennt man eine solche Reaktionsordnung? [1P]

- ➔ Esterkonzentration bestimmt Reaktionsgeschwindigkeit
- ➔ Quasi-erster Ordnung

NOTIZSEITE : WIRD NICHT GEWERTET

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