

Klausurnummer:

## Wiederholungsklausur zum Chemischen Grundpraktikum für das Lehramt im WiSe 2022/2023 vom 30.03.2023

A1	A2	A3	A4	A5	A6	$\Sigma$	Note
10	15	7	33	10	10	<b>85</b>	

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 [10P]**

Bleisulfid ist in Wasser schwer löslich. Bei 25°C ist das Löslichkeitsprodukt  $L = 7,0 \cdot 10^{-29}$ .

- a) Berechnen Sie die Anzahl der  $\text{Pb}^{2+}$ -Ionen in 250 mL einer mit PbS gesättigten Lösung. [5P]

$$K_L = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{S}^{2-}] = 7,0 \cdot 10^{-29} \text{ mit } [\text{S}^{2-}] = [\text{Pb}^{2+}] \quad \mathbf{1 P}$$

$$[\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{Pb}^{2+}] = 7,0 \cdot 10^{-29}$$

$$[\text{Pb}^{2+}]^2 = 7,0 \cdot 10^{-29}$$

$$\sqrt{([\text{Pb}^{2+}]^2)} = \sqrt{(7,0 \cdot 10^{-29})}$$

$$[\text{Pb}^{2+}] = 8,36 \cdot 10^{-15} \quad \mathbf{1 P}$$

$$n(\text{Pb}^{2+}) = 8,36 \cdot 10^{-15} \text{ molL}^{-1} \times 0,25 \text{ L} = 2,09 \cdot 10^{-15} \text{ mol} \quad \mathbf{1 P}$$

$$N(\text{Pb}^{2+}) = n(\text{Pb}^{2+}) \times N_A = 2,09 \cdot 10^{-15} \text{ mol} \times 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = \underline{1,25 \cdot 10^9}$$

**1 P**

- b) In einem Liter der mit PbS gesättigten Lösung werden 39 g Natriumsulfid aufgelöst (Molmassen: Na 22.989; S 32.066). Wie viele  $\text{Pb}^{2+}$  Ionen sind jetzt in der Lösung vorhanden? [5P]

$$c(\text{S}^{2-}) = 39,0 \text{ g} / 78,0 \text{ gmol}^{-1} / 1 \text{ L} = 0,5 \text{ molL}^{-1} \quad \mathbf{1 P}$$

$$K_L = [\text{Pb}^{2+}] \cdot [\text{S}^{2-}] = 7,0 \cdot 10^{-29} \quad \mathbf{1 P} \text{ mit } [\text{S}^{2-}] = 0,5 \text{ molL}^{-1}$$

$$[\text{Pb}^{2+}] \cdot 0,5 = 7,0 \cdot 10^{-29}$$

$$[\text{Pb}^{2+}] = 7,0 \cdot 10^{-29} / 0,5 = \underline{1,4 \cdot 10^{-28}}$$

$$n(\text{Pb}^{2+}) = 1,4 \cdot 10^{-28} \text{ molL}^{-1} \times 1 \text{ L} = 1,4 \cdot 10^{-28} \text{ mol} \quad \mathbf{1 P}$$

$$N(\text{Pb}^{2+}) = n(\text{Pb}^{2+}) \times N_A = 1,4 \cdot 10^{-28} \text{ mol} \times 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} = \underline{8,43 \cdot 10^{-5}} \quad \mathbf{1 P}$$

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

Titriert wird 0.02 M Essigsäure mit einer 0.1 M Natronlauge.  $\tau$  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**

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

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

$\tau = 0,5$ , 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 (Konz. 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  $\text{H}_2\text{O}$

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

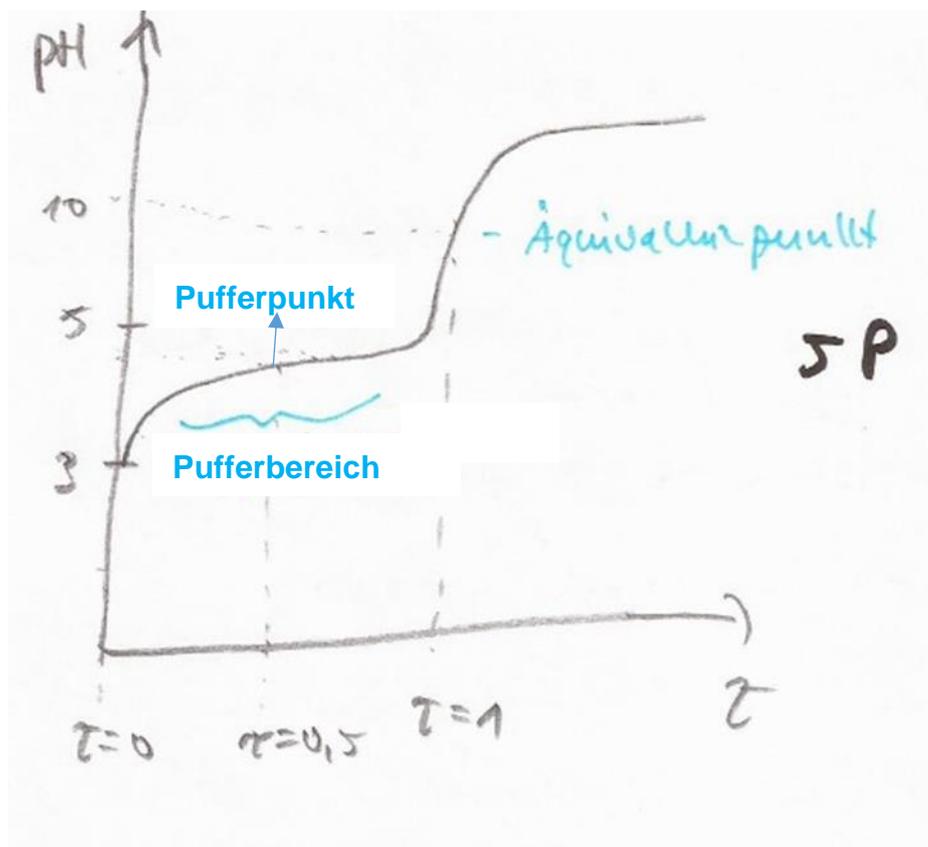
$\Rightarrow$  Lösung ist schwach basisch **1P**

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

$$\text{pOH} = \frac{1}{2} (pK_B - \log c_0) = \frac{1}{2} (9,25 - \log(0,02)) = 5,47 \quad \text{1P}$$

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

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



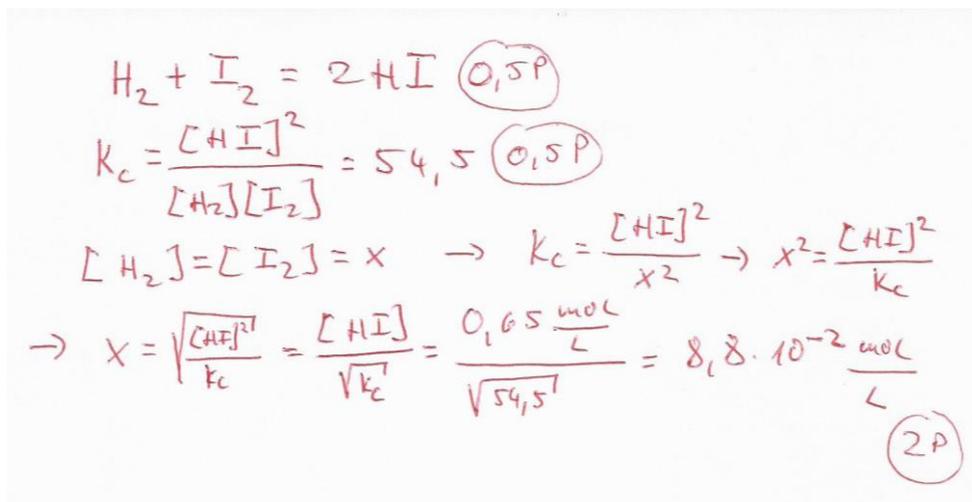
**Aufgabe 3: Chemisches Gleichgewicht [7P]**

a) Die Reaktion  $\text{C(s)} + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g})$  ist von links nach rechts endotherm. Wie wird das Gleichgewicht beeinflusst, wenn: [4P]

1.  $\text{CO}_2(\text{g})$  zugesetzt wird?
2.  $\text{C(s)}$  entfernt wird?
3. Die Temperatur erhöht wird?
4. Der Druck verringert wird?

- |  |                   |
|--|-------------------|
| 1) $\text{CO}_2(\text{g})$ zugesetzt wird? | nach rechts 1P    |
| 2) $\text{C(s)}$ entfernt wird?            | keine Änderung 1P |
| 3) Die Temperatur erhöht wird?             | nach rechts 1P    |
| 4) Der Druck verringert wird?              | nach rechts 1P    |

b) In einem geschlossenen 1 Liter-Gefäß reagieren Iod und Wasserstoff beim Erhitzen zu Iodwasserstoff. Nach einiger Zeit stellt sich ein Gleichgewicht ein. Geben Sie die Stoffmengenkonzentrationen von Wasserstoff und Iod nach der Gleichgewichtseinstellung an und nehmen Sie hierzu an, dass Iodwasserstoff im Gleichgewicht in einer Stoffmengenkonzentration von 0,65 mol/L vorliegt.  $K_c = 54,5$  Geben Sie auch die Reaktionsgleichung an. [3P]



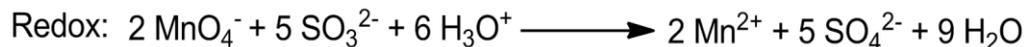
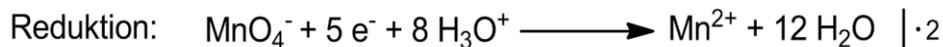
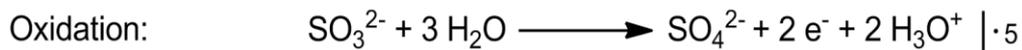
**Aufgabe 4: Redoxreaktionen und Elektrochemie [33P]**

- a) Bestimmen Sie die Oxidationsstufen des Mangans der Verbindungen  $\text{MnO}_4^{2-}$  und  $\text{MnCl}_2$ , die des Chlors der Verbindungen  $\text{HCl}$  und  $\text{Cl}_2$  und die des Wasserstoffs in den Verbindungen  $\text{H}_2\text{O}_2$  und  $\text{NaH}$ . [6P]

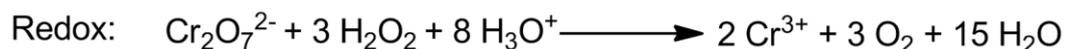
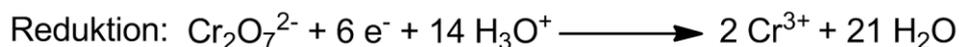
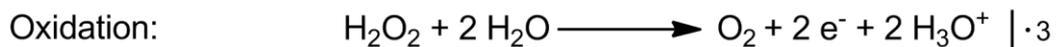
+6, +2, -1, 0, +1, -1

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

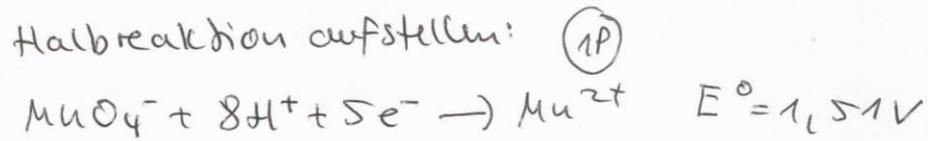
- 1) die Reaktion von Permanganat mit Sulfit in saurer Lösung.  
[3P]



- 2) Reaktion von Dichromat mit  $\text{H}_2\text{O}_2$  in saurer Lösung.  
[3P]



- c) Das Reduktionspotential einer Permanganat-Lösung mit  $c(\text{MnO}_4^-) = 0.1$  mol/L, die  $\text{Mn}^{2+}$ -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.  $E(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = 1.51$  V. [5P]



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

$\rightarrow$  einsetzen in Gleichung

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

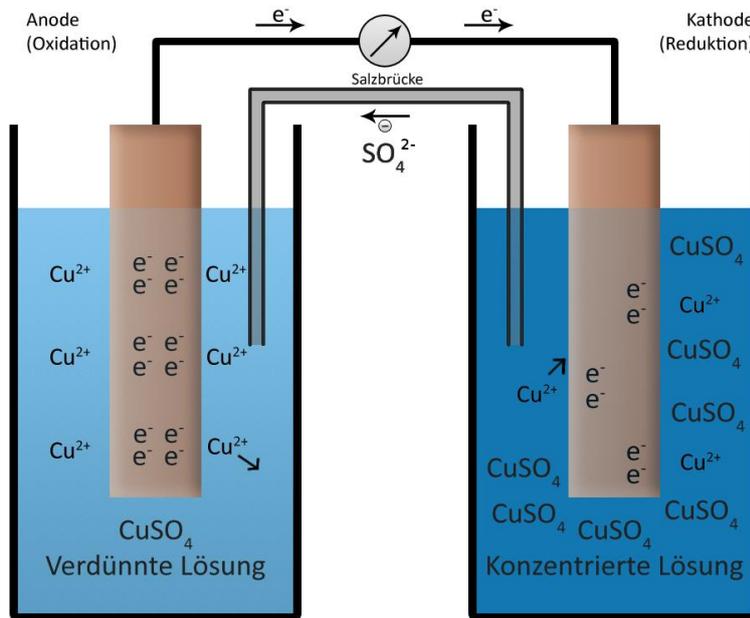
bei  $\text{pH} = 5$ :  $c(\text{H}^+) = 10^{-5} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$  (0,5P)

$\rightarrow$  in Gleichung einsetzen

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

$\Rightarrow$  Potential ist pH-abhängig (1P)

- d) Skizzieren Sie ein Cu/CuSO<sub>4</sub> Konzentrationselement und zeichnen Sie die Stromflussrichtung ein. [5P] Geben Sie die Gleichung für die elektromotorische Kraft ( $\Delta E$ ) an. [1P]



1P: CuSO<sub>4</sub>-Lösung, 1P: Cu-Elektroden, 1P: konzentrierte und verdünnte Lösung, 1P: Salzbrücke, 1P: Stromflussrichtung

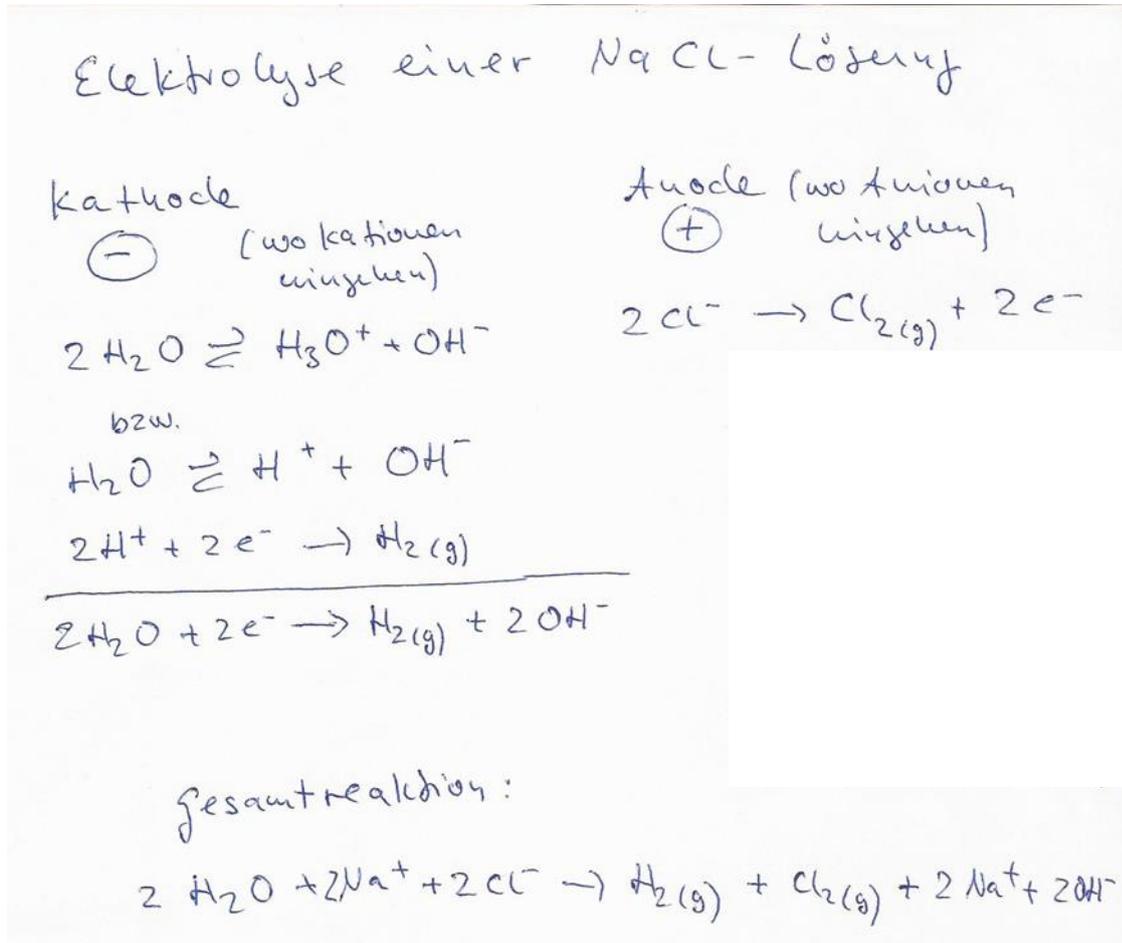
$$\Delta E = \frac{0,059V}{z} \cdot \lg \frac{c_1(\text{konzentriertes})}{c_2(\text{weniger konzentriert})}$$

$$c_1 > c_2$$

1P

z=2

- 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: 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]

Auftragung von  $1/[A]$  gegen  $t$  muss linear sein

- 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]

$$k = A e^{(-E_a / RT)}$$

k      Geschw.-Konst.

A      Stoßkonst.

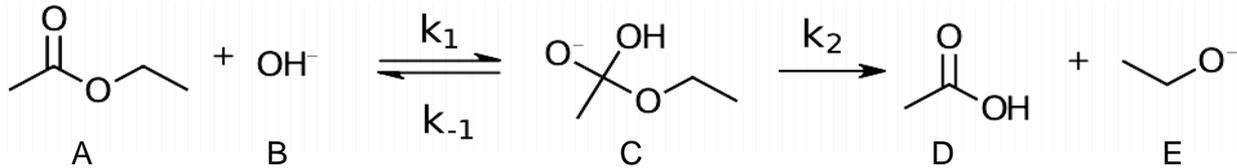
E<sub>a</sub>    Akti.-Energie

R      allg. Gaskonstante

T      absolute Temperatur

Katalysatoren senken E<sub>a</sub>

- 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]



$$v_{k_1} = k_1 * [A] * [B]$$

2. Ordnung

$$v_{k_{-1}} = k_{-1} * [C]$$

1. Ordnung

$$v_{k_2} = k_2 * [C]$$

1. Ordnung

- 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]

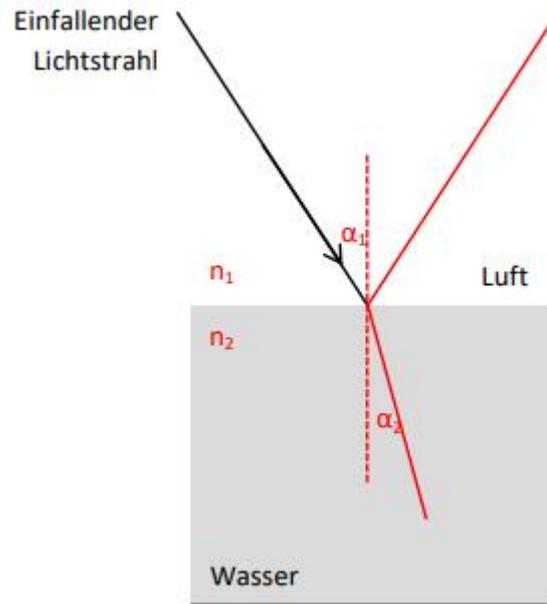
$$[A] \ll [\text{OH}^-] \approx \text{const.}$$

$$v_{k_1} = k_1 * [\text{OH}^-] * [A] \approx k'1 * [A] \text{ mit } k'1 = k_1 * [\text{OH}^-]$$

kann als Reaktion erster Ordnung approx. werden („Reaktion pseudo 1. Ordnung“)

**Aufgabe 6: Farben [10P]**

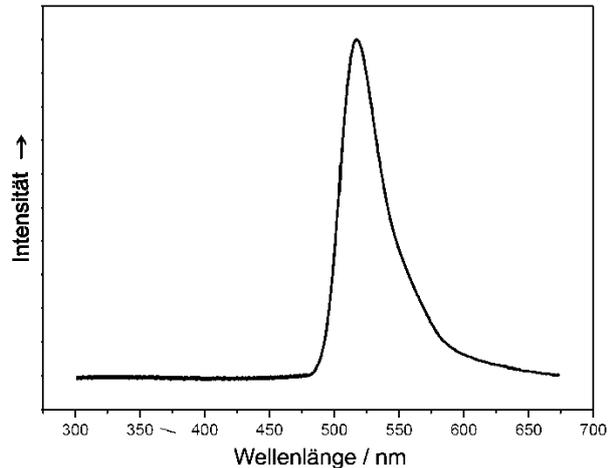
- a) Ein monochromatischer Lichtstrahl wird schräg auf eine Wasseroberfläche gerichtet. Skizzieren Sie in der folgenden Skizze den Verlauf des an der Grenzfläche reflektierten und des gebrochenen Lichtstrahles. [1P]



- 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]

Snellius'sches Brechungsgesetz  $n_1 \cdot \sin(\alpha_1) = n_2 \cdot \sin(\alpha_2)$  [1P]  $n_1$  &  $n_2$  [0.5P]  $\alpha_1$  &  $\alpha_2$  [1P]

- 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]



Blau: Fluoreszenz, Rot nicht. Weil es braucht höhere Energie (bzw. größer gleich) Energie für Anregung als Energie des emittierten Photons. Oder „Stokes Verschiebung“

- d) Der Extinktionskoeffizient von Chlorophyll beträgt bei einer Wellenlänge von 477 nm  $\epsilon_{477} = 32 \text{ L} \cdot (\text{mol} \cdot \text{cm})^{-1}$ . 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 Probe. [2P]

**25 mmol/L**

- 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  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ .

Frequenz:

$$\nu = \frac{c}{\lambda} \text{ [0.5P]}$$
$$= \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m}}{477 \cdot 10^{-9} \text{ m}} = 6.289 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1} \text{ [0.5P]}$$

Energie:

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \text{ [0.5P]}$$
$$= 4.1696 \cdot 10^{-19} \text{ [0.5P]}$$

**NOTIZSEITE : WIRD NICHT GEWERTET**

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