

Klausurnummer:

## Wiederholungsklausur zum Chemischen Grundpraktikum für das Lehramt im WiSe 2019/2020 vom 02.07.2020

A1	A2	A3	A4	A5	A6	$\Sigma$	Note
7	15	13	25	10	10	<b>80</b>	

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 80 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 **12** Blättern (inklusive 1 Schmierblatt und Deckblatt). Überprüfen Sie unbedingt bei Erhalt der Klausur die Anzahl der Blätter auf Vollständigkeit!

**Aufgabe 1: Löslichkeitsprodukt [7P]**

Gegeben ist das Löslichkeitsprodukt von  $\text{CaF}_2$  bei  $25^\circ\text{C}$  mit  $L = 3,9 \cdot 10^{-11} \text{ mol}^3/\text{L}^3$ .

- a) Wie groß ist die Konzentration der  $\text{Ca}^{2+}$ - und  $\text{F}^-$ -Ionen in der gesättigten Lösung? Wie groß ist die Konzentration von  $\text{CaF}_2$ ? [5P]

$$\begin{aligned} \text{a) } \text{CaF}_{2(s)} &\rightleftharpoons \text{Ca}_{(aq)}^{2+} + 2 \text{F}_{(aq)}^- \\ c(\text{F}^-) &= 2 c(\text{Ca}^{2+}) \\ L &= c(\text{Ca}^{2+}) \cdot c^2(\text{F}^-) = c(\text{Ca}^{2+}) \cdot (2c)^2(\text{Ca}^{2+}) = \\ &= 4 \cdot c^3(\text{Ca}^{2+}) \\ 3,9 \cdot 10^{-11} \frac{\text{mol}^3}{\text{L}^3} &= 4 \cdot c^3(\text{Ca}^{2+}) \quad | : 4 \text{ dann } \sqrt[3]{\quad} \text{ziehen} \\ \Rightarrow c(\text{Ca}^{2+}) &= 2,1 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \\ c(\text{F}^-) &= 4,2 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \\ \Rightarrow c(\text{CaF}_2) &= 2,1 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \rightarrow \text{es gehen } 2,1 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \\ &\quad \text{CaF}_2 \text{ in Lösung} \end{aligned}$$

- b) Wieviel Gramm  $\text{CaF}_2$  lösen sich in 100 ml  $\text{H}_2\text{O}$  bei  $25^\circ\text{C}$ ?  $M(\text{Ca}) = 40,08 \text{ g/mol}$ ,  $M(\text{F}) = 18,99 \text{ g/mol}$  [2P]

$$\begin{aligned} c &= \frac{n}{V} \\ n &= n(\text{CaF}_2) = c(\text{CaF}_2) \cdot V = 2,1 \cdot 10^{-4} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,1 \text{ L} = 2,1 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \\ m(\text{CaF}_2) &= n(\text{CaF}_2) \cdot M(\text{CaF}_2) = 2,1 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot 78 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = \\ &= 0,0016 \text{ g} = \\ &1,6 \text{ mg} \end{aligned}$$

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

Titriert wird 0.1 M Ammoniaklösung mit einer 0.1 M Salzsäure.  $\tau$  sei der Grad des Umsatzes.  $pK_s(\text{NH}_3/\text{NH}_4^+) = 9.25$

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

$\tau = 0$  nur  $\text{NH}_3$ -Lösung liegt vor  
 $\rightarrow$  schwache Base

$$pK_s + pK_B = 14 \rightarrow pK_B = 14 - 9,25 = 4,75$$

$$pOH = \frac{1}{2} (pK_B - \log c_0) = \frac{1}{2} (4,75 - \log(0,1)) = 2,9$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 2,9 = 11,1$$

$\tau = 0,5$  Hälfte der  $\text{NH}_3$  ist „wegtitriert“

$\rightarrow$  es liegt die gleiche Menge an  $\text{NH}_3$  und  $\text{NH}_4^+$  vor  $\rightarrow$  Pufferpunkt

$\Rightarrow$  Henderson-Hasselbalch-Gleichung

$$pH = pK_s - \log \frac{[\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]} \quad \text{oder}$$

$$pH = pK_s + \log \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]}$$

$$\text{da } [\text{NH}_3] = [\text{NH}_4^+]$$

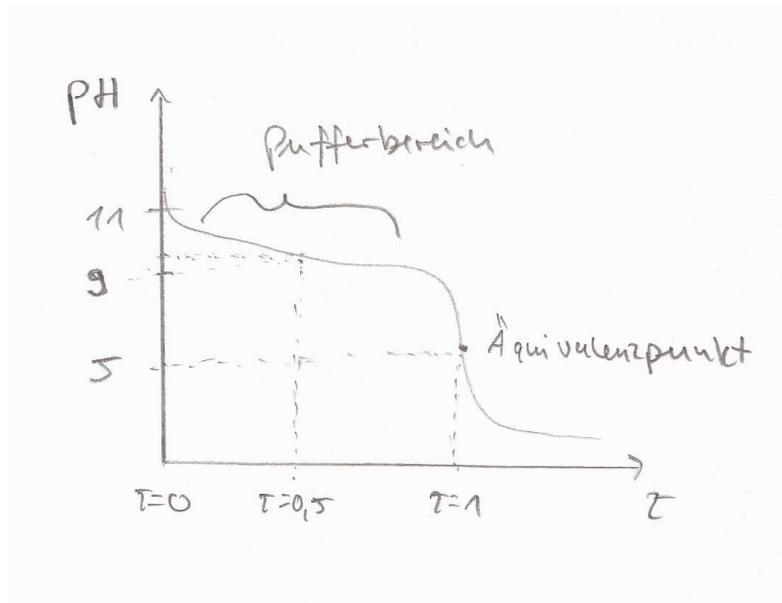
$$\rightarrow pH = pK_s = 9,25$$

$\tau = 1$  Äquivalenzpunkt :  $\text{NH}_4^+ + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_3\text{O}^+$

$\rightarrow$  Lösung ist schwach sauer

$$pH = \frac{1}{2} (pK_s - \log c_0) = \frac{1}{2} (9,25 - \log(0,1)) = 5,1$$

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



**Aufgabe 3: Koordinationschemie [13P]**

- a) Eine wässrige Cobaltnitratlösung wird mit Natronlauge versetzt. Bevor Cobalhydroxid ausfällt, kann beobachtet werden wie sich die schwach rosa gefärbte Lösung tiefblau färbt. Erklären Sie anhand der Kristallfeldtheorie die Farbänderung. [8P]

[Co(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]<sup>2+</sup> in Lösung (1P); oktaedrischer Komplex (1P), d<sup>7</sup>-Kation → Übergang Laporte (1P) und spinverboten (1P)

Durch Zugabe von NaOH entsteht Tetrahydroxocobaltat (1P) → tetraedrischer (1P) Komplex → Übergang Laporte (1P) und spinerlaubt (1P) → blaue Farbe

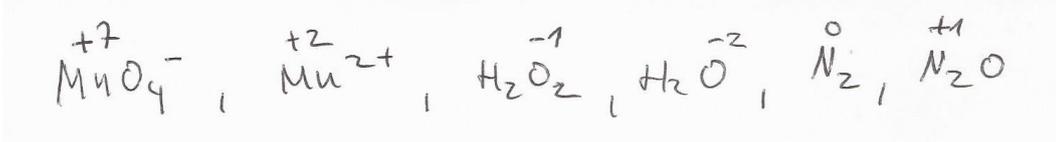
- b) Erklären Sie den Chelateffekt. [5P]

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 [25P]**

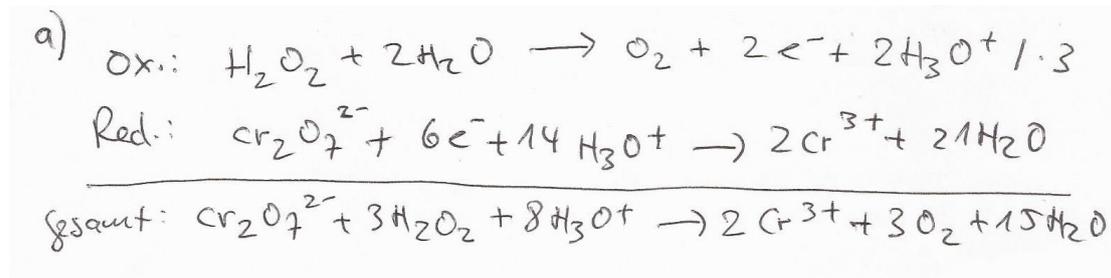
- a) Bestimmen Sie die Oxidationsstufen des Mangans der Verbindungen  $\text{MnO}_4^-$  und  $\text{Mn}^{2+}$ , die des Sauerstoffs der Verbindungen  $\text{H}_2\text{O}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$  und die des Stickstoffs in den Verbindungen  $\text{N}_2$  und  $\text{N}_2\text{O}$ . [6P]



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

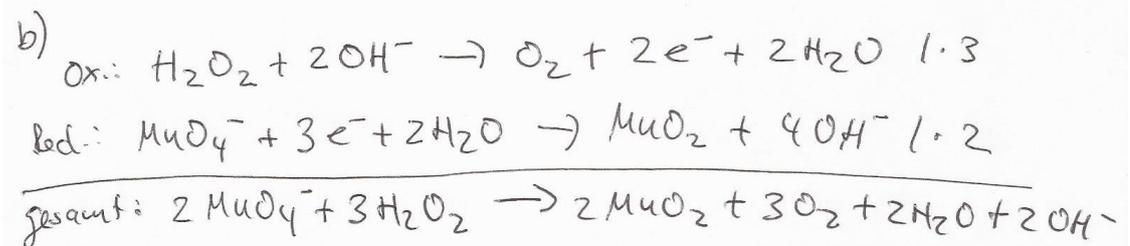
1) die Reaktion von Dichromat mit  $\text{H}_2\text{O}_2$  in saurer Lösung.

[3P]



2) Reaktion von Permanganat mit  $\text{H}_2\text{O}_2$  in alkalischer 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]

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

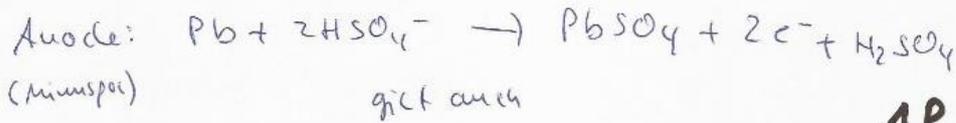
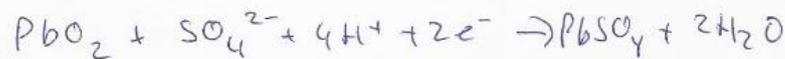
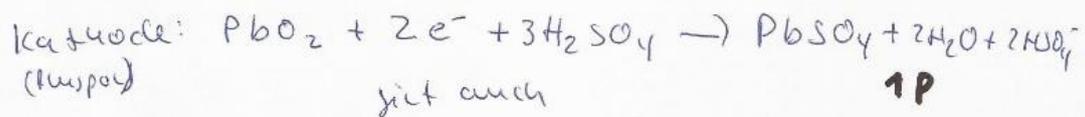
$$E = 1,51\text{V} + \frac{0,0592\text{V}}{5} \cdot \lg \frac{10^{-1} \cdot 10^{-40}}{10^{-3}} = \underline{\underline{1,06\text{V}}} \quad (1\text{P})$$

⇒ Potential ist pH-abhängig (1P)

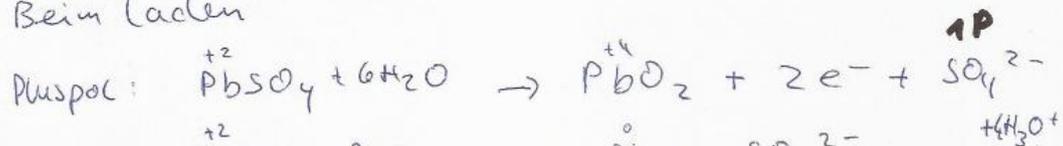
- d) Welche Reaktionen laufen beim Betrieb eines Bleiakкумуляtors am Pluspol und am Minuspol ab? Welche beim Laden? Wie kann man den Ladezustand des Akkus einfach bestimmen? [5P]

im geladenen Zustand liegen Pb- und PbO<sub>2</sub>-  
Elektroden vor:

• Beim Entladen (Betrieb)



• Beim Laden

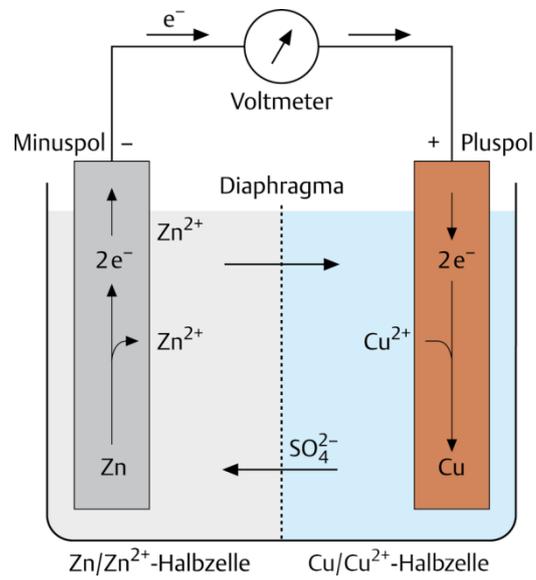


→ Da bei der Reaktion H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> verbraucht wird,

Sinkt die Dichte des Elektrolyten → Bestimmung  
daher über Dichte Messung 1P



- e) Skizzieren Sie das Daniell-Element und zeichnen Sie den Elektronenfluss ein. [3P]

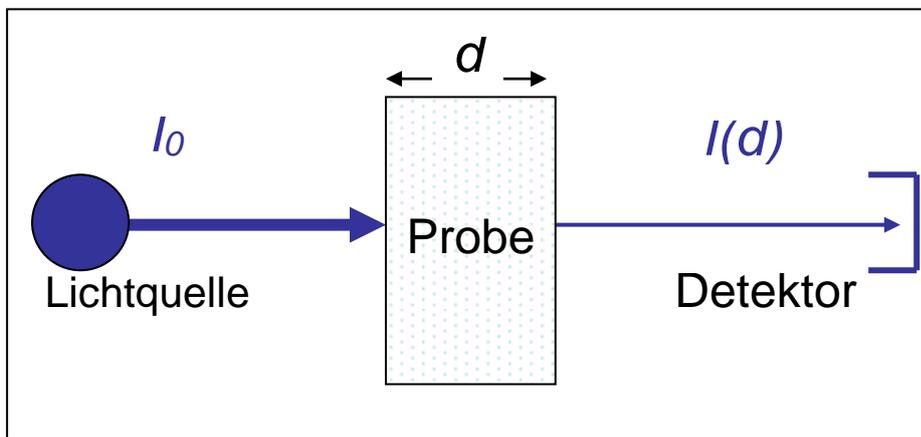


**Aufgabe 5: Farben [10]**

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

Blau, Grün, Gelb, Rot

b) 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? [2+3=5P]



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) Eine Probe habe die optische Dichte  $OD = 2,7$ . Wie viel Prozent der eingestrahlten Intensität wird transmittiert? Wie viel Prozent werden absorbiert? [1+1=2P]

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

[1]

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

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

[1]

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

$$OD = \varepsilon cd$$

[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) 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.) [3P]

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

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

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

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

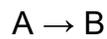
b) Wie ändert sich die Geschwindigkeitskonstante  $k(T)$  einer thermisch aktivierten Reaktion wenn die Temperatur  $T$  erhöht wird? [1P]

*Sie steigt*

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

*Reaktion erster Ordnung*

d) Bei der Untersuchung der Reaktion



erhält man folgende Messwerte:

t [s]	0	3	6	9
c <sub>A</sub> [mol/l]	5,00	2,50	1,67	1,25

Überprüfen Sie ob eine Reaktion 0., 1. oder 2. Ordnung vorliegt [4P] und bestimmen Sie die Geschwindigkeitskonstante  $k$  der Reaktion (Einheit angeben!) [1P]. [4+1=5P]

0. Ordnung?  $\Delta t$  konstant,  $\Delta c_A$  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)

**NOTIZSEITE : WIRD NICHT GEWERTET**

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