

A

(Name)

10 1. Essigsäure hat am Pufferpunkt einen pH-Wert von 4,75.

a) Sie setzen 0,05 mol KOH(s) zu. Stellen Sie die Reaktionsgleichung auf und berechnen Sie den neuen pH-Wert, wenn ein Liter einer Essigsäure zu Beginn vorlag (c = 0,11 mol/L).

b) Berechnen Sie den Dissoziationsgrad α der Essigsäure mit c = 0,11 mol/L.



$$\text{pH} = \text{p}K_s + \lg \frac{c_{\text{OAc}^-}}{c_{\text{HOAc}}} \quad \text{Pufferpunkt: } \text{pH} = \text{p}K_s \quad (1)$$

$$\text{pH} = 4,75 + \lg \frac{0,05}{(0,11 - 0,05)} = 4,75 + \lg 0,83 = 4,67 \quad (1)$$

$$b) \alpha = \frac{c_{\text{H}_3\text{O}^+}}{c_{\text{HOAc}}} = \frac{c_{\text{H}_3\text{O}^+}}{0,11} \quad (1)$$

$$c_{\text{H}_3\text{O}^+} \approx \sqrt{K_s \cdot c_{\text{HOAc}}} \approx \sqrt{1,77 \cdot 10^{-5} \cdot 0,11} \approx 0,0014 \text{ mol/L} \quad (1)$$

$$\alpha = \frac{0,0014}{0,11} = 0,013 \quad (1,3\%) \quad (1)$$

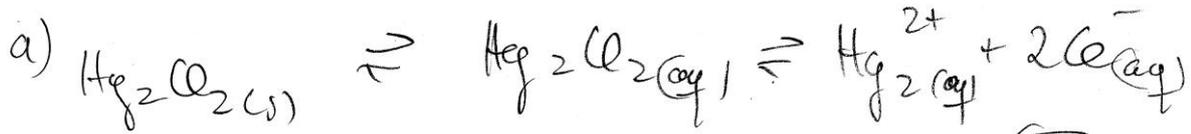
A

2. Kalomel, das Quecksilber(I)chlorid $\text{Hg}_2\text{Cl}_{2(s)}$, ist schwerlöslich.

a) Stellen Sie die Dissoziationsgleichung auf.

b) Berechnen Sie die Cl^- -Konzentration (1 L Suspension; $pL = 17,7$).

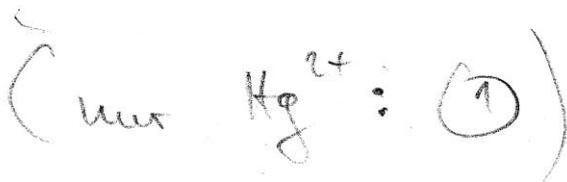
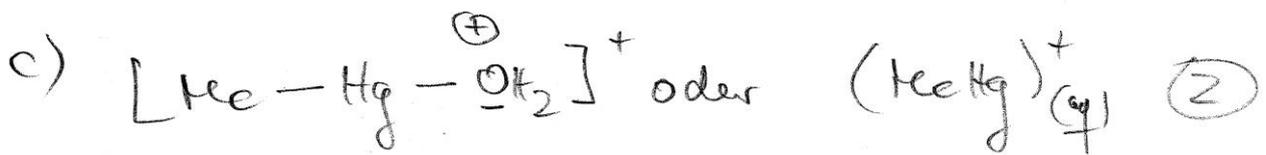
c) Welches Kation ist für die Toxizität des Quecksilbers verantwortlich (exakte Antwort)?



b) $pL = 17,7 \Rightarrow L = 2 \cdot 10^{-18} \text{ mol}^3/\text{L}^3$ (3) (1)

$L = c_{\text{Hg}_2^{2+}} \cdot c_{\text{Cl}^-}^2$ (1); $c_{\text{Hg}_2^{2+}} = 1/2 c_{\text{Cl}^-}$ (1)

$L = \frac{c_{\text{Cl}^-}^3}{2} \Rightarrow c_{\text{Cl}^-} = \sqrt[3]{2 \cdot L} = 1,59 \cdot 10^{-6} \text{ mol/L}$ (1) (1)



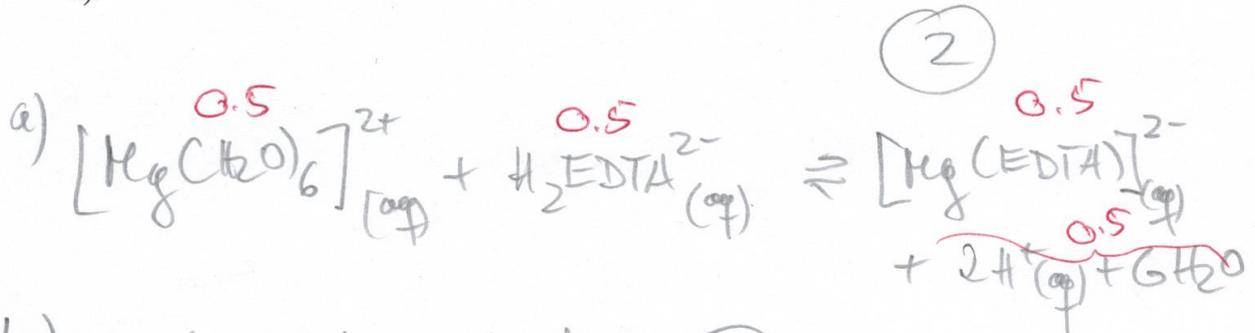
A

3. Eine wässrige Lösung mit $MgCl_{2(aq)}$ wird mit Na_2H_2EDTA -Lösung titriert.

a) Geben Sie die Reaktionsgleichung an.

b) Das Gleichgewicht der Reaktion in a) liegt stark auf der rechten Seite. Was ist der Grund hierfür?

c) Zeichnen Sie schematisch den Mg^{2+} -Komplex und den Mg-haltigen Produktkomplex von a).



b) entropische Gründe (1)

2 Teilchen \rightarrow 9 Teilchen (1)

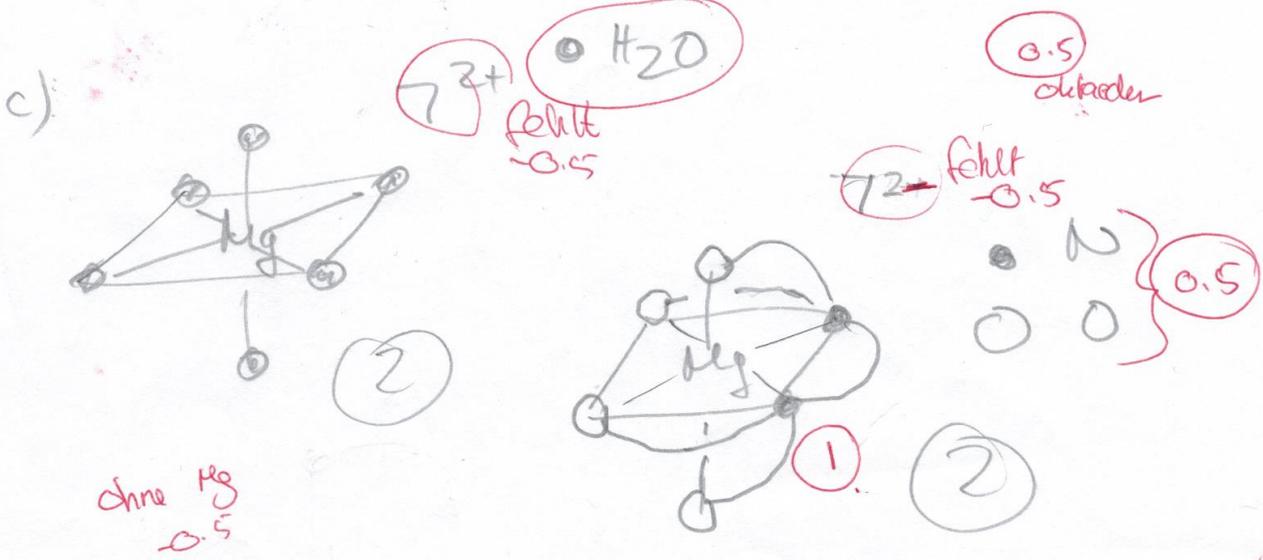
$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$$

≈ 0 (1)

$$\Delta S \ll 0$$

$$\approx \Delta G \ll 0$$
 (1)

Reaktion exergonisch



A

4. Geben Sie an, welche der folgenden Reaktionen eine Redoxreaktion (RR) oder eine Säure-Base-Reaktion (SB) ist. Ist die Reaktion eine Kombination von RR und SB, genügt RR.

Falsche Klassifizierung bedeutet - 1 Punkt. Minimale Punktzahl für diese Aufgabe: 0 Punkte.

- a) $\text{Fe}_{(s)} + 1,5 \text{Cl}_{2(g)} \rightleftharpoons \text{FeCl}_{3(s)}$ RR (1)
- b) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_{2(aq)} + 3 \text{H}_2\text{SO}_{4(aq)} + 6 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 3 \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}_{(s)} + 2 \text{H}_3\text{PO}_{4(aq)}$ SB (1)
- c) $\text{BF}_{3(\text{solv})} + \text{F}^{-}_{(\text{solv})} \rightleftharpoons [\text{BF}_4]^{-}_{(\text{solv})}$ SB (1)
- d) $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}_{(aq)} + 3 \text{en}_{(aq)} \rightleftharpoons [\text{Ca}(\text{en})_3]^{2+}_{(aq)} + 6 \text{H}_2\text{O}$ SB (1)
- e) $2 \text{CrO}_4^{2-}_{(aq)} + 3 \text{H}_2\text{O}_{2(aq)} + 10 \text{H}^{+}_{(aq)} \rightleftharpoons 2 \text{Cr}^{3+}_{(aq)} + 3 \text{O}_{2(g)} + 8 \text{H}_2\text{O}$ RR (1)
- f) $\text{Li}_3\text{N}_{(s)} + 3 \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 3 \text{LiOH}_{(s)} + \text{NH}_3_{(aq)}$ SB (1)
- g) $\text{I}_2_{(aq)} + \text{I}^{-}_{(aq)} \rightleftharpoons \text{I}_3^{-}_{(aq)}$ RR (1)
- h) $2 \text{NO}_{2(g)} + \frac{1}{2} \text{O}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2 \text{HNO}_3_{(aq)}$ RR (1)
- i) $\text{HNO}_3_{(aq)} + \text{NH}_3_{(aq)} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{NO}_3_{(aq)}$ SB (1)
- j) $\text{N}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2 \text{HNO}_2_{(aq)}$ SB (1) (für Kekulé: RR (1) 😊)

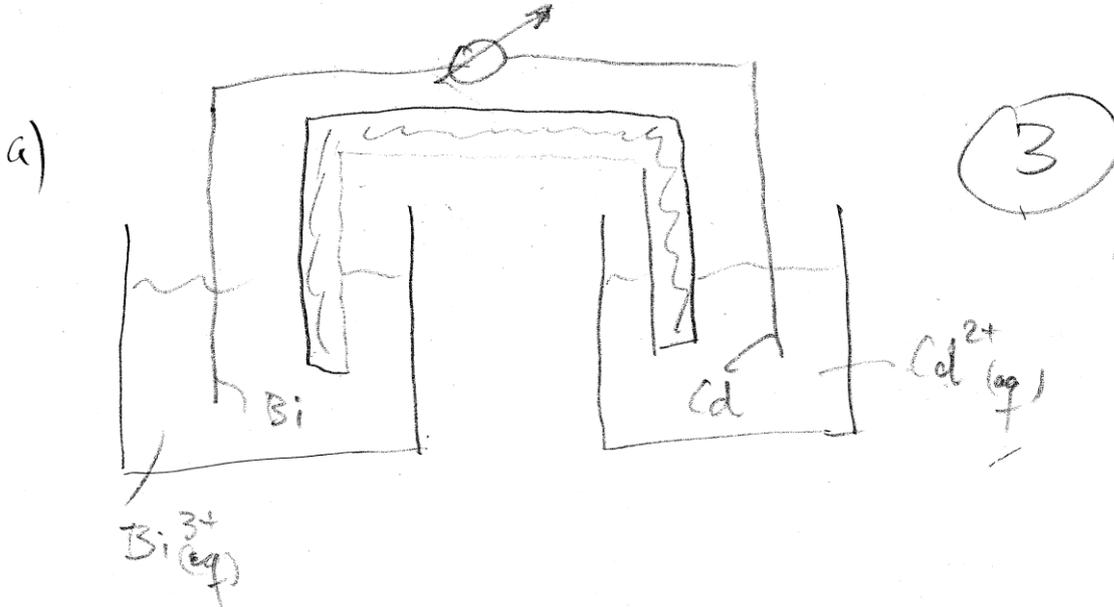
A

5. Eine Batterie wird aus Bi^{3+}/Bi und Cd^{2+}/Cd aufgebaut.

a) Zeichnen Sie den schematischen Aufbau der Batterie (Reduktionspotentiale in c).

b) Stellen Sie die Reaktionsgleichung so auf, dass sie in die exergonische Richtung abläuft.

c) Berechnen Sie die EMK ($E^\circ(\text{Bi}^{3+}/\text{Bi}) = 0,28 \text{ V}$; $c(\text{Bi}^{3+}) = 0,11 \text{ mol/L}$; $E^\circ(\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}) = -0,40 \text{ V}$; $c(\text{Cd}^{2+}) = 0,17 \text{ mol/L}$).



c)
$$E_{\text{MK}} = E^\circ_{\text{Bi}^{3+}/\text{Bi}} + \frac{0,059}{6} \lg c_{\text{Bi}^{3+}}^{2+}$$

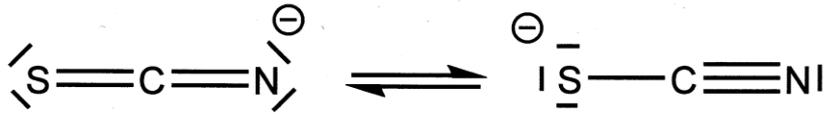
$$- \left(E^\circ_{\text{Cd}^{2+}/\text{Cd}} + \frac{0,059}{2} \lg c_{\text{Cd}^{2+}} \right)$$

$$= 0,28 \text{ V} + (-0,019 \text{ V}) - (-0,4 \text{ V}) - (-0,023 \text{ V})$$

$$= 0,684 \text{ V}$$

A

6. Das Thiocyanat-Ion ist ein ambidenten Nukleophil, d.h. es kann mit beiden endständigen Atomen reagieren.



a) Es werden $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$ und $\text{Hg}^{2+}_{(\text{aq})}$ angeboten. Welche Seite reagiert mit welchem Ion zu einem Komplex? Begründen Sie Ihre Ansicht.

b) Um welchen grundsätzlichen Reaktionstyp handelt es sich bei a)?

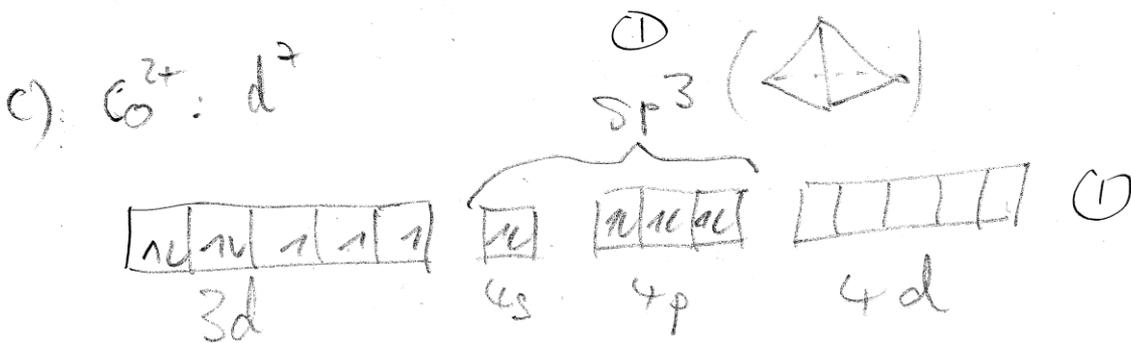
c) $\text{Co}^{2+}_{(\text{aq})}$ reagiert mit $\text{SCN}^-_{(\text{aq})}$ zu einem Komplex $[\text{Co}(\text{SCN})_4]^{2-}_{(\text{aq})}$.

Geben Sie die Elektronenkonfiguration nach der VB-Methode („Kästchenschema“), die Hybridisierung und den Magnetismus des Co-Komplexes (high-spin) an.



Pearson-Prinzip (o. HSAB-Konzept) (1)
 hart - hart - WW (1) weich - weich - WW (1)

b) Lewis-Säure-Base-Reaktion (2)



paramagn. (1)

A

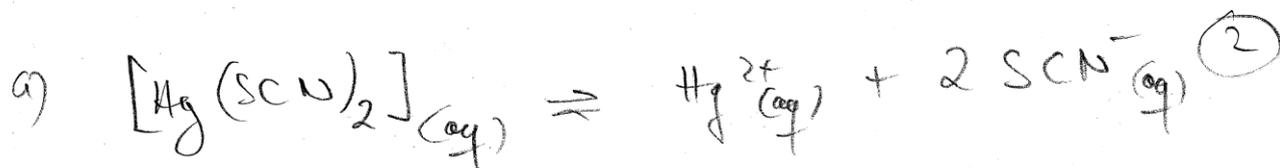
pK_D

7. Es liegt eine Lösung von $[\text{Hg}(\text{SCN})_2]^-$ (aq) vor (1 L; $c = 0,17 \text{ mol/L}$; $pK_D = 22$).

a) Stellen Sie die Dissoziationsgleichung auf.

b) Berechnen Sie die Hg^{2+} (aq)-Konzentration.

c) Sie setzen 4 g sehr gut lösliches NH_4SCN zu. Wie groß ist jetzt die Hg^{2+} (aq)-Konzentration?



$$b) K_D = \frac{c_{\text{Hg}^{2+}} \cdot c_{\text{SCN}^-}^2}{c_{[\dots]}} \quad (1)$$

$$c_{\text{SCN}^-} = 2 c_{\text{Hg}^{2+}} \quad (1)$$

$$K_D = 10^{-22} \text{ mol}^2/\text{L}^2$$

(1)

$$K_D = \frac{c_{\text{Hg}^{2+}} \cdot (2 c_{\text{Hg}^{2+}})^2}{c_{[\dots]}}$$

$$= \frac{c_{\text{Hg}^{2+}}^3 \cdot 4}{c_{[\dots]}} \quad \text{so } c_{\text{Hg}^{2+}} = \sqrt[3]{\frac{K_D \cdot c_{[\dots]}}{4}}$$

$$= 1,6 \cdot 10^{-8} \text{ mol/L} \quad (1)$$

(1)

(1)

$$c) M(\text{NH}_4\text{SCN}) = 76,13 \text{ g/mol}$$

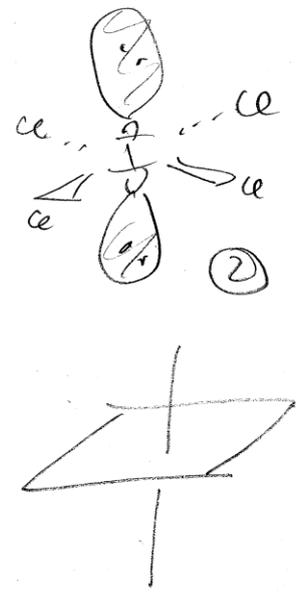
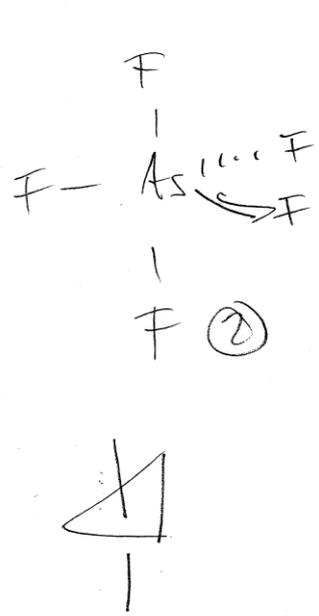
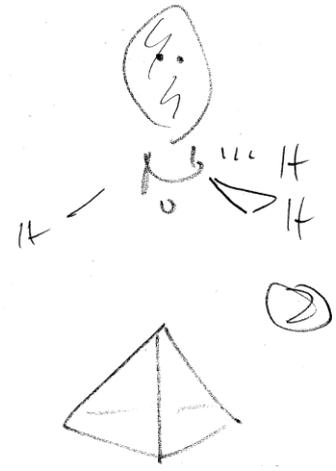
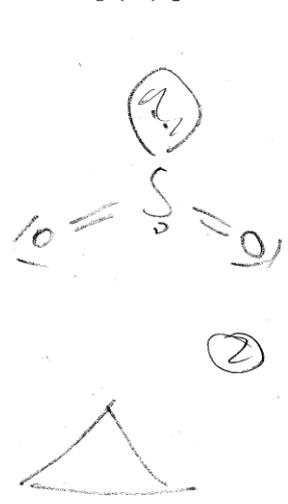
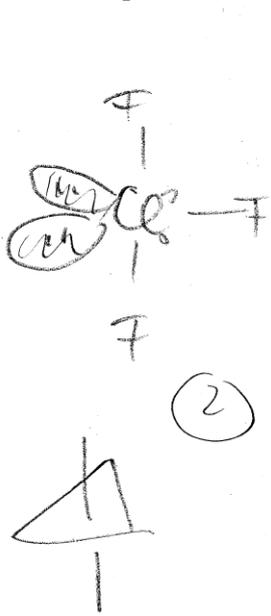
$$c_{\text{SCN}^-} = 0,053 \text{ mol/L}$$

$$c_{\text{Hg}^{2+}} = \frac{K_D \cdot c_{[\dots]}}{c_{\text{SCN}^-}^2}$$

$$= \frac{6,1 \cdot 10^{-24} \text{ mol/L}}{(1)}$$

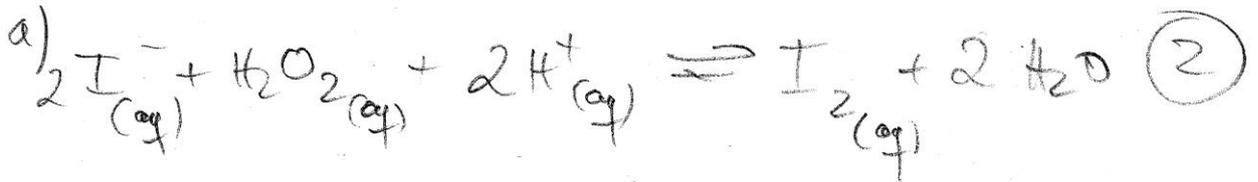
A

8. Zeichnen Sie die räumliche Struktur der folgenden Moleküle und Ionen nach dem VSEPR-Konzept: ClF_3 , SO_2 , NH_3 , AsF_5 , $[\text{I}(\text{Cl})_4]^-$.

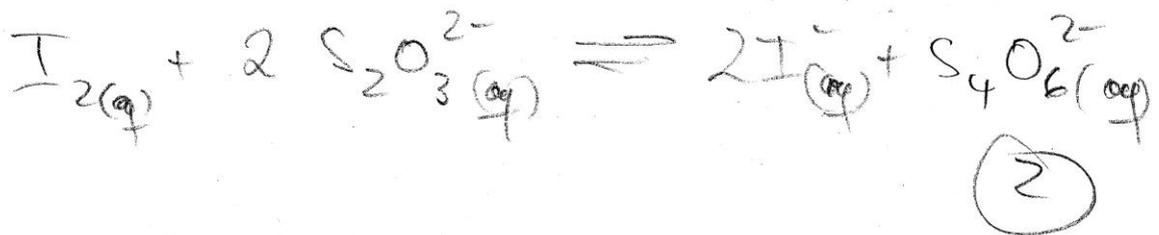


A

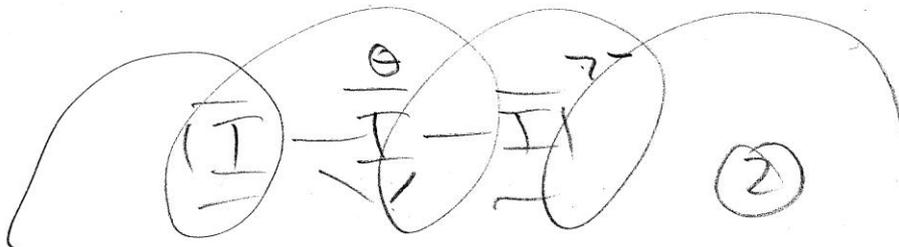
- 2 9. a) Stellen Sie die Reaktionsgleichung der Reaktion von Iodid-Ionen mit Wasserstoffperoxid in schwach saurer Lösung auf.
 b) Nun wird das Iod-haltige Reaktionsprodukt von a) mit Thiosulfat titriert. Stellen Sie dafür die Reaktionsgleichung auf.
 c) Welchen Indikator benutzen Sie und wie wirkt er?



b)

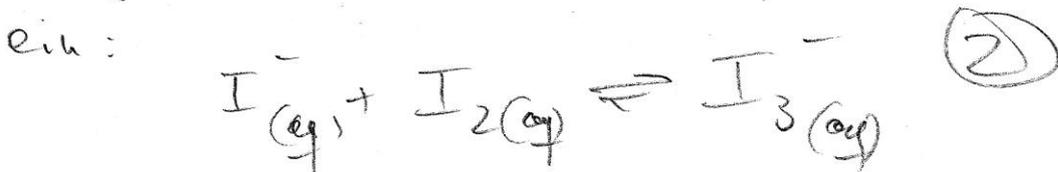


c) Stärke (1)



(1)
tiefblauer
Komplex

Auflöse der Stärke lagert I_3^- -Ionen



A

10. Ein Patient wird für eine PET (Positronenemissionstomographie) vorbereitet und bekommt einen Komplex mit dem Positronenstrahler ^{68}Ga verabreicht. Im Komplex befindet sich ein $^{68}\text{Ga}^{3+}$ -Ion.

- a) Bestimmen Sie die Anzahl der Elektronen, Neutronen und Protonen im $^{68}\text{Ga}^{3+}$ -Ion.
 b) Der Komplex $[^{68}\text{Ga}(\text{Ligand})]$ wird auf seine **chemische** Tauglichkeit (Hydrolyseverhalten etc.) mit dem nichtradioaktiven Isotop ^{69}Ga als $[^{69}\text{Ga}(\text{Ligand})]$ getestet. Unterscheidet sich das chemische Verhalten der beiden Komplexe stark oder wenig? Begründen Sie Ihre Antwort

~~Antwort~~



Protonen: 31 (2)

Neutronen: 37 (2)

Elektronen: 28 (2)

b) Praktisch nicht. Massenunterschied

^{68}Ga zu ^{69}Ga klein. Alle Prozesse, bei denen die Masse eine Rolle spielt

(z. B. Diffusion), sind nur unwesentlich verändert. Chemisch gibt es keinen Unterschied.

(4)