

Beispielaufgaben zur Klausur zum Chemie-Praktikum

- 1 Geben Sie eine kurze Definition für Arrhenius-Säuren, Brönsted-Säuren und Lewis-Säuren mit jeweils zwei Beispielen.

Arrhenius-Säuren bilden in Wasser H^+ -Ionen

Arrhenius-Basen bilden in Wasser OH^- -Ionen

Brönsted-Säuren sind Verbindungen oder Ionen, die Protonen abspalten können (Protonendonatoren).

Brönsted-Basen sind Verbindungen oder Ionen, die Protonen aufnehmen können (Protonenakzeptoren).

Lewis-Säuren sind Elektronenpaar-Akzeptoren.

Lewis-Basen sind Elektronenpaar-Donatoren.

- 2 Auf welches Volumen müssen 10g NaOH ($M = 40 \text{ g/mol}$) mit Wasser aufgefüllt werden, um eine Lösung mit einem pH-Wert von 13 zu erhalten?

$$V = \frac{n(\text{NaOH})}{c(\text{NaOH})} = \frac{\frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})}}{\frac{c(\text{NaOH})}{10^{-\text{pOH}}}} = \frac{\frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})}}{10^{-(14-\text{pH})} \frac{\text{mol}}{\text{L}}} = \frac{\frac{10\text{g}}{40\text{g/mol}}}{10^{-(14-13)} \frac{\text{mol}}{\text{L}}} = \frac{0,25\text{mol}}{0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}} = 2,5\text{L}$$

- 3 Zu 100 ml einer Salzsäure mit einer Konzentration von 1,0 mol/L geben Sie 5,555 g KOH ($M = 56,11 \text{ g/mol}$). Welcher pH-Wert stellt sich in der Lösung ein?

$$c(\text{KOH}) = \frac{n(\text{KOH})}{V} = \frac{\frac{m(\text{KOH})}{M(\text{KOH})}}{V} = \frac{\frac{5,555\text{g}}{56,11\text{g/mol}}}{0,1\text{L}} = 0,990\text{mol/L}$$

$$\text{pH} = -\log c(H^+) = -\log(c(H^+) - c(OH^-)) = -\log(1 - 0,990) = -\log 0,01 = 2$$

- 4 Die Lösung einer schwachen Säure HX mit $c_0(\text{HX}) = 0,26 \text{ mol/L}$ hat einen pH-Wert von 2,86. Wie groß ist die Säuredissoziationskonstante K_s ?

$$c(H^+) = c(X^-) = 10^{-\text{pH}} \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 10^{-2,86} \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 1,38 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$c_x(\text{HX}) = c_0(\text{HX}) - c(H^+) = 0,26 \frac{\text{mol}}{\text{L}} - 0,00138 \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 0,25862 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$K_s = \frac{c_x(H_3O^+) \cdot c_x(X^-)}{c_x(\text{HX})} = \frac{c(H^+)^2}{c_x(\text{HX})} = \frac{(0,00138 \frac{\text{mol}}{\text{L}})^2}{0,25862 \frac{\text{mol}}{\text{L}}} = 7,36 \cdot 10^{-6} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

- 5 Wie viel Wasser wird benötigt, um 1,0 g $\text{Cr}(\text{OH})_3$ vollständig zu lösen? $K_L(\text{Cr}(\text{OH})_3) = 6,7 \cdot 10^{-31} \text{ mol}^4/\text{L}^4$

$$c(\text{Cr}(\text{OH})_3) = c(\text{Cr}^{3+}) = 1/3 c(\text{OH}^-) \quad \rightarrow c(\text{OH}^-) = 3 \cdot c(\text{Cr}^{3+})$$

$$K_S = c(\text{Cr}^{3+}) \cdot c(\text{OH}^-)^3 = 27 \cdot c(\text{Cr}^{3+})^4 \quad \rightarrow c(\text{Cr}(\text{OH})_3) = \sqrt[4]{\frac{K_S}{27}} = 1,255 \cdot 10^{-8} \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$V = \frac{n(\text{Cr}(\text{OH})_3)}{c(\text{Cr}(\text{OH})_3)} = \frac{\frac{m(\text{Cr}(\text{OH})_3)}{M(\text{Cr}(\text{OH})_3)}}{c(\text{Cr}(\text{OH})_3)} = \frac{\frac{1 \text{ g}}{158,3 \text{ g/mol}}}{1,255 \cdot 10^{-8} \frac{\text{mol}}{\text{L}}} = 4,1 \cdot 10^5 \text{ L}$$

- 6 Berechne die Löslichkeit von CaSO_4 in reinem Wasser und in einer Schwefelsäure mit 0,1 mol/L (die SO_4^{2-} -Konzentration aus dem gelösten Gips kann gegenüber der Schwefelsäure vernachlässigt werden) $K_L(\text{CaSO}_4) = 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ mol}^2/\text{L}^2$.

In reinem Wasser gilt: $c(\text{Ca}^{2+}) = c(\text{SO}_4^{2-}) \rightarrow K_L = c(\text{SO}_4^{2-})^2 = c(\text{CaSO}_4)^2$

$$m(\text{CaSO}_4) = c(\text{CaSO}_4) \cdot V \cdot M(\text{CaSO}_4) = \sqrt{K_L(\text{CaSO}_4)} \cdot M(\text{CaSO}_4) \cdot V = \sqrt{2,4 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol}^2}{\text{L}^2}} \cdot 136,14 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,6669 \text{ g}$$

In verd. H_2SO_4 gilt: $c(\text{SO}_4^{2-}) = c(\text{H}_2\text{SO}_4)$ und $c(\text{CaSO}_4) = c(\text{Ca}^{2+}) \rightarrow c(\text{CaSO}_4) = K_L / c(\text{H}_2\text{SO}_4)$

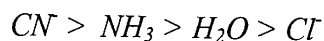
$$m(\text{CaSO}_4) = c(\text{CaSO}_4) \cdot V \cdot M(\text{CaSO}_4) = \frac{K_L}{c(\text{H}_2\text{SO}_4)} \cdot V \cdot M(\text{CaSO}_4) = \frac{2,4 \cdot 10^{-5} \frac{\text{mol}^2}{\text{L}^2}}{0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}} \cdot 136,14 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,03267 \text{ g}$$

- 7 Der qualitative Nachweis von Alkali- und Erdalkalimetallen kann über die Spektralfarben erfolgen. Welches Prinzip liegt zugrunde? Bitte beschreiben Sie den Vorgang. Geben Sie die Farben von Na, Mg, Ba und Li an.

Atomemissionsspektroskopie: Die äußeren Elektronen werden thermisch angeregt und emittieren beim Zurückfallen in den Grundzustand Licht. Da die Energie zwischen Grundzustand und 1. angeregtem Zustand bei Atomen einen definierten Wert besitzt, hat das emittierte Licht eine bestimmte Wellenlänge, die für diese Atomsorte spezifisch ist.

Na: gelb; Mg: --; Ba: grün; Li: rot

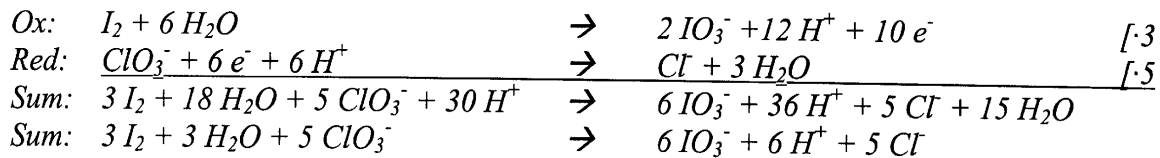
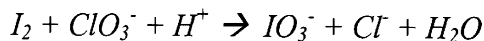
- 8 Nennen Sie 4 Komplexbildner (Liganden) und ordnen sie diese nach zunehmender Komplexbildungsstärke.



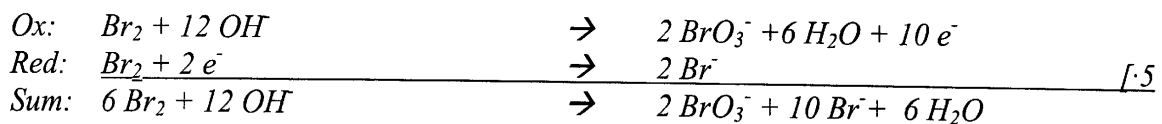
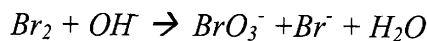
- 9 Bei welcher d-Elektronenkonfiguration können high-spin- und low-spin-Komplexe auftreten? Erläutern Sie Ihre Antwort mit einer Skizze.

High-spin und low-spin-Komplexe treten nur bei den Elektronenkonfigurationen d^4 bis d^7 auf, da nur bei dieser Elektronenkonfiguration Besetzungsunterschiede zwischen den entarteten d-Orbitalen auftreten können.

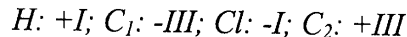
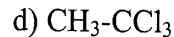
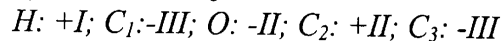
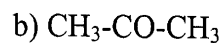
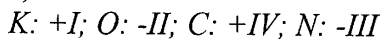
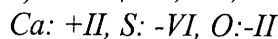
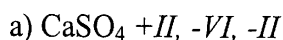
- 10 I_2 und Chlorat (ClO_3^-) reagieren in saurer Lösung zu Iodat (IO_3^-) und Cl^- . Stellen Sie die Teilgleichungen für die Oxidation und Reduktion und die Gesamtgleichung auf.



- 11 Brom disproportioniert in basischer Lösung zu Bromid (Br^-) und Bromat (BrO_3^-). Stellen Sie die Teilgleichungen für die Oxidation und Reduktion und die Gesamtgleichung auf.



- 12 Geben Sie die Oxidationszahlen aller Elemente in folgenden Verbindungen bzw. Ionen an:



- 13 Zu 10 ml eines äquimolaren Acetatpuffers ($[Ac^-] = 1 \text{ mol/L}$; $[HAc] = 1 \text{ mol/L}$) werden 10 ml einer verdünnten Salzsäure gegeben ($[HCl] = 0,1 \text{ mol/L}$). Welcher pH-Wert stellt sich ein? Gehen Sie von der Puffergleichung aus und verwenden Sie geeignete Näherungen (Rechenweg angeben, $pK_s [HAc] = 4,75$).

! Verdünnung durch Verdoppelung des Volumens!

$$c_x(Ac^-) = c_0(Ac^-) - c(HCl) = c_0(Ac^-)/2 - c(HCl)/2 = 0,5 \text{ mol/L} - 0,05 \text{ mol/L} = 0,45 \text{ mol/L}$$

$$c_x(HAc) = c_0(HAc) + c(HCl) = c_0(HAc)/2 + c(HCl)/2 = 0,5 \text{ mol/L} + 0,05 \text{ mol/L} = 0,55 \text{ mol/L}$$

$$pH = pK_s - \log \frac{c(HAc)}{c(Ac^-)} = 4,75 - \log \frac{0,55}{0,45} = 4,66$$

Sie haben jeweils eine Lösung aus Na_2CO_3 , Na_2SO_4 und NaOH hergestellt und vergessen die Flaschen zu beschriften. Mit welchen einfachen Mitteln der Praktikumsausrüstung können Sie auf den Inhalt der Flaschen schließen.

Test auf CO_3^{2-} : Lösung mit verd. Säure versetzen $\rightarrow \text{CO}_2$ -Entwicklung

Test auf SO_4^{2-} : angesäuerte Lösung mit BaCl_2 -Lsg. versetzen $\rightarrow \text{BaSO}_4$ fällt aus

Test auf HO^- : Lösung ist stark basisch und Test auf CO_3^{2-} und SO_4^{2-} sind negativ

- 14 Mit welchem Nachweisreagens können Sie unterscheiden ob Sie Fe^{2+} oder Fe^{3+} in einer Lösung haben?

Fe^{2+} : keine Reaktion mit SCN^-

Fe^{3+} : $\text{Fe}^{3+} + 6 \text{SCN}^- \rightarrow [\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$ (tiefroter Komplex)

- 15 Welche beiden Ionen der unten aufgeführten Kationen lassen sich ohne Trennungsgang eindeutig nachweisen? Wie gehen Sie dazu vor und welche Reaktionen laufen dabei ab?

NH_4^+ , K^+ , Fe^{3+} , Cr^{3+} , Al^{3+} , Ca^{2+} , Ba^{2+} , Mg^{2+}

K^+ : Lösung wird mit HClO_4 versetzt, Niederschlag (in Kälte) zeigt KClO_4 an.

NH_4^+ : Austreiben von NH_3 durch starke Base und Nachweis der Gase durch feuchtes pH-Papier.