

## Tutorium zur Analytischen Chemie Übungsaufgaben 1

### 1.) Berechnen Sie die folgenden Molmassen!

- |  |  |
|--|--|
| a) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_2$ | b) $\text{AgCl}$                         |
| c) $\text{Ti}(\text{SO}_4)_2$              | d) $\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_6]$ |
| e) $\text{Na}_2\text{CO}_3$                | f) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$           |

### 2.) Berechnen Sie die Stoffmenge folgender Stoffportionen!

- |  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| a) 0,118 mg $\text{AgCl}$              | b) 6,59 g $\text{H}_2\text{O}$    |
| c) 0,333 $\mu\text{g}$ $\text{HgSO}_4$ | d) 90,8 mg $\text{CO}_2$          |
| e) 0,008 mg Ra                         | f) 52,45 g Ar                     |
| g) 5,0 g Au                            | h) 2,23 kg $\text{B}_2\text{O}_3$ |

### 3.) Berechnen Sie die Masse folgender Stoffmengen!

- |                                     |                                   |
|-------------------------------------|-----------------------------------|
| a) 0,263 mmol $\text{HCl}$          | b) 0,3 mol $\text{KMnO}_4$        |
| c) 4,7 $\mu\text{mol}$ $\text{O}_2$ | d) 55,56 mol $\text{H}_2\text{O}$ |
| e) 1,2 kmol $\text{Na}_2\text{O}$   | f) 0,34 mol $\text{KClO}_4$       |
| g) 7,2 mmol $\text{HCN}$            | h) 0,2 mol $\text{C}_6\text{H}_6$ |

### 4.) Welche Stoffmenge des gelösten Stoffes befinden sich in 100 ml der gesamten Lösung?

- |                                |                                   |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| a) 35,76% $\text{HCl}$ -Lösung | b) 5,04% Ethanol-Lösung           |
| c) 10,15% $\text{KCl}$ -Lösung | d) 25,98% $\text{KMnO}_4$ -Lösung |
| e) 13% Ammoniaklösung          |                                   |

### 5.) Welche Masse an zu lösendem Stoff muss eingewogen werden, um eine Lösung mit der genannten Stoffmengenkonzentration zu erhalten? ( $V = 0,0015 \text{ m}^3$ )

- |   |  |
|---|--|
| a) 0,02 mol/l $\text{AgNO}_3$           | b) 0,5 mol/L $\text{HCl}$  |
| c) 7,5 $\mu\text{mol/l}$ $\text{HNO}_3$ | d) 6 nmol/L $\text{CuSO}_4$ aus $\text{CuSO}_4 \times 5 \text{ H}_2\text{O}$ |
| e) 1 N $\text{KMnO}_4$                  | f) 1 N Phosphorsäure   |
| g) 1 N Schwefelsäure                    | h) dehydratisiertes Wasser   |

### 6.) Bestimmen Sie die Oxidationszahl eines jeden Atoms in den genannten Verbindungen!

- |   |  |
|---|--|
| a) Kaliumchlorid ( $\text{KCl}$ )               | b) Salpeter ( $\text{KNO}_3$ )                   |
| b) Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )         | d) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$          |
| e) Kaliumdichromat ( $\text{K}_2\text{CrO}_7$ ) | f) Kaliumpermanganat ( $\text{KMnO}_4$ )         |
| g) Braunstein ( $\text{MnO}_2$ )                | h) Wasserstoffperoxid ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) |
| i) Kaliumperchlorat ( $\text{KClO}_4$ )         | j) Eisenthiocyanat ( $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ ) |

## Tutorium zur Analytischen Chemie Übungsaufgaben 2

1.) Bestimmen Sie die Oxidationszahlen aller Atome in den Verbindungen und benennen Sie die Substanz!

- |                             |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|
| a) $\text{YCl}_3$           | b) W                        |
| c) $\text{TiOSO}_4$         | d) $\text{Na}_2\text{O}$    |
| e) $\text{Na}_2\text{SO}_3$ | f) $\text{CaC}_2\text{O}_4$ |

2.) Gleichen Sie die folgenden Reaktionsgleichungen stöchiometrisch aus! Benennen Sie alle vorkommenden Substanzen!

- |                                 |   |                      |  |                          |   |                         |
|---------------------------------|---|----------------------|--|--------------------------|---|-------------------------|
| a) $\text{H}_2$                 | + | $\text{O}_2$         |  | $\text{H}_2\text{O}$     |   |                         |
| b) $\text{C}_{14}\text{H}_{30}$ | + | $\text{O}_2$         |  | $\text{CO}_2$            | + | $\text{H}_2\text{O}$    |
| c) C                            | + | $\text{H}_2\text{O}$ |  | $\text{H}_2$             | + | CO                      |
| d) $\text{Fe}_2\text{O}_3$      | + | CO                   |  | Fe                       | + | $\text{CO}_2$           |
| e) $\text{Fe}^{3+}$             | + | $\text{OH}^-$        |  | $\text{Fe}(\text{OH})_3$ |   |                         |
| f) $\text{H}_2\text{SO}_4$      | + | KOH                  |  | $\text{H}_2\text{O}$     | + | $\text{K}_2\text{SO}_4$ |
| g) $\text{AlCl}_3$              | + | NaOH                 |  | $\text{Al}(\text{OH})_3$ | + | NaCl                    |
| h) K                            | + | $\text{AlCl}_3$      |  | Al                       | + | KCl                     |

3.) Berechnen Sie folgende Umsätze!

- 5 mg Natrium reagieren mit Wasser zu Natronlauge. Wie viel Wasser wird benötigt?
- 14,7 g Kohlenstoff werden verbrannt. Wie viel  $\text{CO}_2$  wird dabei frei?
- 25 g Eisen(III)-hydroxid reagieren mit Salzsäure. Welche Menge Wasser entsteht bei der Reaktion?
- 1 g Glucose ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) werden verbrannt! Wie viel Sauerstoff wird in der Reaktion umgesetzt?
- Wie viel g Wasser entstehen, wenn 10 g Wasserstoff verbrennen?
- Beim Erhitzen von Ammoniumnitrit entstehen Stickstoff und Wasser! Welche Masse Ammoniumnitrit muss eingesetzt werden, um 45 g Stickstoff darzustellen? Welche Masse Wasser wird dabei frei?
- Wie viel kg Eisen entstehen bei der Reduktion von 6,5 kg Eisen(III)-oxid? Welche Masse Kohlenstoffmonooxid wird dafür benötigt?

4.) Berechnen Sie die Ausbeute!

- Bei der Ammoniaksynthese entstehen aus 25 t Stickstoff nur 5,3 t Ammoniak! Mit welcher Ausbeute kann gerechnet werden?
- Bei der Verbrennung von 14 kg Wasserstoff wurde eine Ausbeute von 99,9% festgestellt? Welche Masse Wasser ist entstanden?
- Bei der Trimerisierung von 25 kg Ethin zu Benzol erhält man 3,2 kg Ethin zurück! Welche Ausbeute wurde erreicht und wie viel Benzol hätte mit der Masse noch hergestellt werden können?

5.) Fragen zur Vorlesung!^

## Tutorium zur Analytischen Chemie Übungsaufgaben 3

- 1.) Für die Umsetzung von Ethanol  $C_2H_5OH$  mit Essigsäure  $CH_3COOH$  zu Essigsäureethylester  $CH_3COOC_2H_5$  und Wasser hat die Gleichgewichtskonstante  $K$  bei  $25\text{ °C} = 4$ .
- a.) Zur Veresterung werden 1 mol  $C_2H_5OH$  und 1 mol  $CH_3COOH$  eingesetzt. Welche Ausbeute an Ester kann höchstens erzielt werden, welche Mengen der Ausgangsstoffe werden nicht umgesetzt?
- b.) Zur Veresterung werden 1 mol  $C_2H_5OH$  und 2 mol  $CH_3COOH$ . Welche Ausbeute an Ester kann höchstens erzielt werden, welche Stoffmenge an Ethanol wird nicht umgesetzt?
- c.) Zur Veresterung werden 1 mol  $C_2H_5OH$  und 1 mol  $CH_3COOH$  eingesetzt. Das entstehende Wasser wird weitgehend aus dem System genommen, so dass im Reaktionsgemisch nur noch 0,08 mol Wasser vorliegen. Welche Ausbeute an Ester kann höchstens erzielt werden, welche Stoffmengen der Ausgangsstoffe werden nicht umgesetzt?

2.) Formulieren Sie praktischen Bedingungen für eine höchstmögliche Ausbeute an gewünschtem Produkt bei der oben genannten Gleichgewichtsreaktion!

3.) Berechnen Sie aus dem Löslichkeitsprodukt nachstehender Stoffe die Konzentration ihrer gesättigten Lösungen in Mol pro Liter und in Gramm pro Liter!

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| a.) Silberjodid AgI        | $K_L = 10^{-16} \text{ (mol/l)}^2$           |
| b.) Blei(II)-jodid $PbI_2$ | $K_L = 9,8 \cdot 10^{-10} \text{ (mol/l)}^3$ |
| c.) Eisensulfid FeS        | $K_L = 5 \cdot 10^{-18} \text{ (mol/l)}^2$   |
| d.) Silbersulfid $Ag_2S$   | $K_L = 1,6 \cdot 10^{-49} \text{ (mol/l)}^3$ |

4.) Mit wie viel ml Wasser darf eine gravimetrische Fällung von Blei(II)-sulfat  $PbSO_4$  gewaschen werden, damit höchstens 0,3 mg  $PbSO_4$  vom Waschwasser gelöst werden?  $K_L(PbSO_4) = 2 \cdot 10^{-8} \text{ (mol/l)}^2$

Es wird angenommen, dass beim Waschen eine gesättigte  $PbSO_4$  –Lösung entsteht.

**Überlegen Sie:** Wie wirkt sich ein Zusatz von Schwefelsäure zum Waschwasser auf das Wiederauflösen der Fällung aus?

## Tutorium zur Analytischen Chemie Übungsaufgaben 4

### 1.) Berechnen Sie die Kationenkonzentrationen der jeweiligen Salze!

- a)  $\text{Bi}_2\text{O}_3$  besitzt das Löslichkeitsprodukt von  $1,6 \cdot 10^{-72} \text{ (mol/l)}^5$ .  
Wie viel  $\mu\text{g Bi}^{3+}$  lösen sich, wenn ein Niederschlag mit 65 ml Wasser gewaschen werde?
- b)  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  besitzt das Löslichkeitsprodukt von  $7,7 \cdot 10^{-5} \text{ (mol/l)}^3$   
Wie viel mg  $\text{Ag}^+$  lösen sich in 500 ml Wasser, wenn eine gesättigte  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ -Lösung ansetzt?

### 2.) Bestimmung von Chlorid nach Mohr

Erklären Sie anhand der Löslichkeitsprodukte von  $\text{AgCl}$  und  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  warum Silberchromat als Indikator bei der volumetrischen Bestimmung von Chlorid nach Mohr eingesetzt werden kann!

Warum können nach Mohr mit dem Indikator (s.o.) Bromid und Jodid nicht bestimmt werden?

$K_L(\text{AgCl}): 1,6 \cdot 10^{-10}$        $K_L(\text{Ag}_2\text{CrO}_4): 4,0 \cdot 10^{-12}$

Wieso muss die Titration im schwachsauren Milieu durchgeführt werden? Wie wirken sich Abweichungen im pH-Wert nach oben oder unten aus?

### 3.) Bestimmen Sie alle Oxidationszahlen in den gegebenen Substanz!

- |                            |                                |
|----------------------------|--------------------------------|
| a) $\text{As}_2\text{S}_5$ | b) $\text{K}_2[\text{PtCl}_6]$ |
| c) Zn- Acetat              | d) Kaliumjodat                 |
| e) Lithiumchlorid          | f) $\text{As}_2\text{S}_3$     |

### 4.) Bestimmen Sie die Produkte, die aus den gegebenen Reaktionsgleichungen resultieren und gleichen Sie die Reaktionsgleichungen stöchiometrisch aus!

- a)  $\text{KMnO}_4 + \text{HCl}$   
b)  $\text{Cl}_2 + \text{NaOH}$   
c)  $\text{ClO}_3^- + \text{Cl}^-$   
d)  $\text{IO}_3^- + \text{I}^-$   
e)  $\text{Fe}^{2+} + \text{NO}_2$

## Tutorium Analytische Chemie Übungsaufgaben 5

- 1.) Was bedeuten die Begriffe Fällungsform und Wägeform? Warum sind diese Begriffe in der Gravimetrie sehr wichtig?
- 2.) Was versteht man unter dem gravimetrischen Faktor? Wie wird dieser Faktor bestimmt?
- 3.) Berechnen Sie folgende gravimetrische Faktoren!

gesuchte Substanz	Wägeform
a) CO <sub>2</sub>	CaCO <sub>3</sub>
b) Ca	CaCO <sub>3</sub>
c) NaOH	NaMg(UO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> *(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>9</sub> *6 H <sub>2</sub> O Natriummagnesiumuranylacetathexahydrat
d) Zn	ZnNH <sub>4</sub> PO <sub>4</sub>
e) Zn	Zn(C <sub>7</sub> H <sub>6</sub> NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> (Zn-Anthranilat)
f) SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	BaSO <sub>4</sub>
g) PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	(NH <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> [P(Mo <sub>12</sub> O <sub>40</sub> )]
h) Cu	CuS
i) Cu	CuSCN

- 4.) Bestimmung von Eisen

0,8342 g eines eisenhaltigen Pigments werden gelöst und auf 250 ml verdünnt. Aus 50,0 ml der verdünnten Lösung wird das Eisen als Eisen(III)-oxid bestimmt.

Auswaage: 160,4 mg Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Wie groß ist der Massenanteil w(Fe) in % des Pigments?

M(Fe) = 55,85 g/mol

M(Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) = 159,69 g/mol

- 5.) Bestimmung von CaCl<sub>2</sub>

20,0 ml eines Calciumchloridhaltigen Abwassers werden auf 500 ml verdünnt. 50,0 ml dieser Lösung ergeben bei der gravimetrischen Bestimmung eine Auswaage von 190,5 mg Calciumoxalat-1-hydrat, CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>\*H<sub>2</sub>O.

Wie viel g CaCl<sub>2</sub> sind in 100 ml des Abwassers enthalten?

M(CaCl<sub>2</sub>) = 110,99 g/mol

M(CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub> \* H<sub>2</sub>O) = 146,12 g/mol

## Tutorium Analytische Chemie Übungsaufgaben 6

- 1.) Was versteht man unter volumetrischer Analyse?
- 2.) Nennen Sie 5 verschiedene volumetrische Analyseverfahren!
- 3.) Berechnen Sie folgende Titer (Faktoren)!

Bei der Titration von

- a) 15,0 ml  $c = 0,1 \text{ mol/l}$  HCl werden 15,4 ml  $c = 0,1 \text{ mol/l}$  NaOH verbraucht. Welchen Titer besitzt die Natronlauge?
- b) 10,0 ml  $c(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4) = 0,1 \text{ mol/l}$  werden 9,8 ml  $c = 0,1 \text{ mol/l}$  KOH verbraucht. Von welchem Titer für die KOH muss ausgegangen werden?

### 4.) Bestimmung der Massenkonzentration

28,4 ml Maßlösung  $c(\frac{1}{5} \text{KMnO}_4) = 0,1 \text{ mol/l}$ ;  $t = 0,979$ , sind als Oxidationsmittel 30,0 ml einer Kaliumbromat- Lösung äquivalent.

Wie groß ist die Massenkonzentration  $\beta(\text{KBrO}_3)$  in g/l der Kaliumbromat- Lösung?



$$M(\text{KBrO}_3) = 167,00 \text{ g/mol}$$

### 5.) Komplexometrische Bestimmung von Kobalt

Zur komplexometrischen Gehaltsbestimmung von Co in einer Lösung werden 30,0 ml auf 250 ml verdünnt. 50,0 ml der verdünnten Lösung verbrauchen bei der Titration 28,9 ml Maßlösung  $c(1/1 \text{EDTA}) = 0,01 \text{ mol/l}$ .

Wie viel Kobalt enthält 1 ml der Ausgangslösung?

$$M(\text{Co}) = 58,933 \text{ g/mol}$$