

Übungsaufgaben zum Chemischen Praktikum für Studenten der Medizin, Zahnmedizin und Ernährungswissenschaften

2005

3. Komplex: Anionen- und Kationen-Nachweise

1. Frage

Ionennachweise werden mit Hilfe spezifischer Fällungsreaktionen, Farbreaktionen oder anderer Reaktionen, bei denen z.B. ein definiertes Gas entweicht, durchgeführt.

Zur Beantwortung der Fragen a) – d) bitte entsprechende Ionen ankreuzen!

- a) Welche der folgenden Ionen bilden im Allgemeinen keine schwerlöslichen Salze und können deshalb nicht durch eine spezifische Fällungsreaktion nachgewiesen werden?
- b) Welche der folgenden Ionen können durch Flammenfärbung identifiziert werden?
- c) Welche der folgenden Ionen können über spezifische Farbreaktionen identifiziert werden?
- d) Welche der folgenden Ionen werden über eine Gasentwicklung nachgewiesen? Welches Gas entsteht?

Ion	a)	b)	c)	d)	entstehendes Gas
K ⁺					
Na ⁺					
NH ₄ ⁺					
Ca ²⁺					
Cu ²⁺					
Mg ²⁺					
Fe ³⁺					
Cl ⁻					
I ⁻					
NO ₃ ⁻					
CO ₃ ²⁻					
SO ₄ ²⁻					
PO ₄ ³⁻					

2. Frage

Ordnen Sie die folgenden Flammenfärbungen den angegebenen Elementen zu!

Auswahl: gelb; grün; rotviolett (durch Kobaltglas betrachtet); ziegelrot

- | | | | |
|----|---------|----|---------|
| a) | Calcium | b) | Kalium |
| c) | Kupfer | d) | Natrium |

3. Frage

Wie ist das Löslichkeitsprodukt von Bariumsulfat definiert?

Auswahl:

- a) als Löslichkeit von BaSO_4 in g/l?
- b) durch das Produkt von gelösten und ungelösten Mengen an BaSO_4 in einer gesättigten Lösung?
- c) durch das Massenwirkungsgesetz für die Dissoziation von BaSO_4 ?
- d) als Löslichkeit von BaSO_4 in mol/l?
- e) als Produkt der Ionenkonzentrationen an Ba^{2+} und SO_4^{2-} in einer gesättigten Lösung?

4. Frage

Bariumsalze sind - in Abhängigkeit von ihrer Löslichkeit - mehr oder minder giftig, einige aber auch nicht toxisch.

LD_{50} -Werte ausgewählter Bariumsalze (Ratte, oral):

Maßeinheit: mg/kg Körpergewicht

BaCl_2	118	$\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$	355
BaCO_3	418	BaSO_4	> 15.000

Bariumcarbonat wird als Rattengift verwendet; Bariumsulfat kann dagegen als Röntgenkontrastmittel für den Gastrointestinaltrakt eingesetzt werden.

Begründen Sie nach Beantwortung der Fragen a) bis f) diesen Sachverhalt!

Verwenden Sie folgende Angaben zur Beantwortung der Fragen:

- Bariumcarbonat besitzt bei 20°C in Wasser eine Löslichkeit von 0,02 g/l, Bariumchlorid von 360 g/l.
- 100 ml einer gesättigten wässrigen Bariumsulfat-Lösung enthalten 140 Mikrogramm (μg) Barium.
- relative Atommassen: $A_r(\text{Ba}) = 137$; $A_r(\text{S}) = 32$; $A_r(\text{O}) = 16$

- a) Überlegen Sie sich die Reaktion von Bariumcarbonat mit Magensäure.
- b) Wie groß ist die Löslichkeit von Bariumsulfat in g/l?
- c) Wie groß ist die Löslichkeit von Bariumsulfat in mol/l (molare Löslichkeit L_m)?
- d) Wie groß ist das Löslichkeitsprodukt von Bariumsulfat?
- e) Wie groß ist die molare Löslichkeit von Bariumsulfat in einer 0,05 M Natriumsulfat-Lösung?
- f) Wie viel Mikrogramm Barium in 100 ml enthält die gemischte Natriumsulfat/Bariumsulfat-Lösung unter e), die 0,05 M an Natriumsulfat und gesättigt an Bariumsulfat ist? Wie viel Nanogramm (ng) sind das?

5. Frage

Calciumphosphat und Calciumoxalat (Oxalat befindet sich angereichert z.B. in Spinat und Rhabarber.) sind schwerlösliche Salze, die unter Umständen in den Harn bildenden und Harn ableitenden Organen ausfallen und dabei „Steine“ erzeugen können.

Calciumoxalat (A) hat ein Löslichkeitsprodukt von $2,6 \times 10^{-9} \text{ mol}^2/\text{l}^2$, Calciumphosphat (B) von $1,0 \times 10^{-25} \text{ mol}^5/\text{l}^5$.

- a) Geben Sie die Formeln der beiden Salze an!
- b) Vergleichen Sie die molaren Löslichkeiten beider Salze! Um welchen Faktor unterscheiden sie sich?
- c) Wie viel Milligramm Calciumoxalat bzw. Calciumphosphat lösen sich in einem Liter Wasser?
 $A_r(\text{C}) = 12$; $A_r(\text{O}) = 16$; $A_r(\text{P}) = 31$; $A_r(\text{Ca}) = 40$

6. Frage

- a) Welche beiden Ionen (Kation, Anion) stellen die Hauptmenge der anorganischen Grundsubstanz der menschlichen Knochen und Zähne?
- b) In welchem Bereich liegt der pH-Wert des Magensaftes?
Auswahl: 1. $\text{pH} < 7$ 2. $\text{pH} \approx 7$ 3. $\text{pH} > 7$
- c) Welches Anion besitzt die höchste Konzentration im Magensaft?

d) In welchem Bereich liegt der pH-Wert des Sekrets der Bauchspeicheldrüse (Pankreas)?

Auswahl: 1. $\text{pH} < 7$ 2. $\text{pH} \approx 7$ 3. $\text{pH} > 7$

e) Welches anorganische Anion besitzt die höchste Konzentration im Pankreassekret?

f) Welche Elemente bilden die Zentralionen in folgenden Protein-Komplexen?

Myoglobin
Hämoglobin
Vitamin B₁₂
Chlorophyll

g) Welches Kation bzw. welches Anion weist die höchste Konzentration im Blutserum auf?

Antworten zum 3. Komplex

1. Frage

Ion	a)	b)	c)	d)	entstehendes Gas
K ⁺		x			
Na ⁺	x	x			
NH ₄ ⁺	x			x	NH₃
Ca ²⁺		x			
Cu ²⁺		x	x		
Mg ²⁺					
Fe ³⁺			x		
Cl ⁻					
I ⁻					
NO ₃ ⁻	x		x		
CO ₃ ²⁻				x	CO₂
SO ₄ ²⁻					
PO ₄ ³⁻					

2. Frage

Calcium	ziegelrot
Kalium	rotviolett (durch Kobaltglas betrachtet)
Kupfer	grün
Natrium	gelb

3. Frage

e)

4. Frage

- a) $\text{BaCO}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{CO}_3$ $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- b) **2,38 x 10⁻³ g/l**
- c) **1,02 x 10⁻⁵ mol/l**
- d) **1,04 x 10⁻¹⁰ mol²/l²**

e) $2,00 \times 10^{-9} \text{ mol BaSO}_4/\text{l}$

f) f1) $0,03 \mu\text{g Ba}/100 \text{ ml}$

f2) $30 \text{ ng Ba}/100 \text{ ml}$

Berechnungen

b) $M_r(\text{BaSO}_4) = 233$ Anteil an Ba in BaSO_4 : $137 : 233 \times 100 = 58,80 \%$

$$140 \mu\text{g Ba}/100 \text{ ml} = 1,40 \text{ mg Ba/l} = 1,40 \times 10^{-3} \text{ g Ba/l}$$

$$1,40 \times 10^{-3} \text{ g Ba/l} : 0,588 = 2,38 \times 10^{-3} \text{ g BaSO}_4/\text{l} = 0,0024 \text{ g BaSO}_4/\text{l}$$

c) $L_m = 2,38 \times 10^{-3} \text{ g/l} : 233 \text{ g/mol} = 1,02 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$

$$\begin{aligned} \text{d) } LP(\text{BaSO}_4) &= c(\text{Ba}^{2+}) \times c(\text{SO}_4^{2-}) = L_m(\text{BaSO}_4)^2 \\ &= (1,02 \times 10^{-5} \text{ mol/l})^2 = 1,04 \times 10^{-10} \text{ mol}^2/\text{l}^2 \end{aligned}$$

e) $c(\text{SO}_4^{2-}) = 0,05 \text{ mol/l}$

$$LP(\text{BaSO}_4) = c(\text{Ba}^{2+}) \times 5,00 \times 10^{-2} = 1,04 \times 10^{-10} \text{ mol}^2/\text{l}^2$$

$$c(\text{Ba}^{2+}) = 1,04 \times 10^{-10} : 5,00 \times 10^{-2} = 2,08 \times 10^{-9} \text{ mol/l}$$

f) $2,08 \times 10^{-9} \text{ mol/l} \times 137 \text{ g Ba/mol} = 2,85 \times 10^{-7} \text{ g Ba/l}$

$$= 0,285 \times 10^{-6} \text{ g/l} = 0,285 \mu\text{g/l} = 0,0285 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$$

$$\approx 0,03 \mu\text{g}/100 \text{ ml} = 30 \text{ ng}/100 \text{ ml}$$

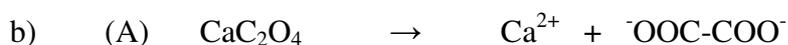
5. Frage

a) Calciumoxalat (A) CaC_2O_4 oder $\text{Ca}(\text{COO})_2$
Calciumphosphat (B) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

b) Faktor: **10,4**

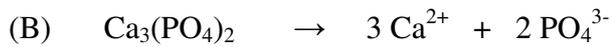
c) c1) **6,5 mg Calciumoxalat/l** c2) **1,5 mg Calciumphosphat/l**

Berechnungen



$$LP(\text{A}) = c(\text{Ca}^{2+}) \times c(\text{C}_2\text{O}_4^{2-}) = c(\text{Ca}^{2+})^2 = [L_m(\text{A})]^2$$

$$L_m(\text{A}) = \sqrt{LP(\text{A})} = \sqrt{2,6 \times 10^{-9} \text{ mol}^2/\text{l}^2} = 5,1 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$$



$$\text{LP(B)} = c(\text{Ca}^{2+})^3 \times c(\text{PO}_4^{3-})^2 = [3 L_m(\text{B})]^3 \times [2 L_m(\text{B})]^2$$

$$= 9 [L_m(\text{B})]^3 \times 4 [L_m(\text{B})]^2 = 36 [L_m(\text{B})]^5$$

$$L_m(\text{B}) = \sqrt[5]{[\text{LP(B)} : 36]} = \sqrt[5]{(1,0 \times 10^{-25} \text{ mol}^5/\text{l}^5 : 36)}$$

$$= \sqrt[5]{(2,78 \times 10^{-27} \text{ mol}^5/\text{l}^5)} = 4,9 \times 10^{-6} \text{ mol/l}$$

$$L_m(\text{A})/L_m(\text{B}) = 5,1 \times 10^{-5} \text{ mol/l} : 4,9 \times 10^{-6} \text{ mol/l} = 10,4$$

c) (A) $M_r(\text{CaC}_2\text{O}_4) = 128$

$$5,1 \times 10^{-5} \text{ mol/l} \times 128 \text{ g/mol} = 6,5 \times 10^{-3} \text{ g/l} = 6,5 \text{ mg/l}$$

(B) $M_r[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2] = 310$

$$4,9 \times 10^{-6} \text{ mol/l} \times 310 \text{ g/mol} = 1,5 \times 10^{-3} \text{ g/l} = 1,5 \text{ mg/l}$$

6. Frage

a) Kation: Ca^{2+} Anion: PO_4^{3-}

b) $\text{pH} < 7$

c) Cl^-

d) $\text{pH} > 7$

e) HCO_3^-

f)	Myoglobin	Fe
	Hämoglobin	Fe
	Vitamin B ₁₂	Co
	Chlorophyll	Mg

g) Kation: Na^+ Anion: Cl^-