

Analytische Chemie

B. Sc. Chemieingenieurwesen

9. Juli 2014, 10.30 – 13.30 Uhr

Prof. Dr. T. Jüstel, Stephanie Möller M.Sc.

Name: _____

Matrikelnummer: _____

Geburtsdatum: _____

Denken Sie an eine korrekte Angabe des Lösungsweges und der Endergebnisse. Versehen Sie alle Größen mit SI-Einheiten. Bei Grafiken sind die Achsen ordnungsgemäß zu beschriften. Richten Sie alle Reaktionsgleichungen vollständig mit ganzzahligen Koeffizienten ein. Bitte verwenden Sie für die Lösung nur diese Aufgabenblätter (notfalls auch die Rückseite)!

Dauer der Prüfung: 180 Minuten

Hilfsmittel: Periodensystem, Taschenrechner, mathematische/chemische Formelsammlungen

Punkteverteilung

Aufgabe 1: 20 Punkte
Aufgabe 2: 20 Punkte
Aufgabe 3: 10 Punkte
Aufgabe 4: 10 Punkte
Aufgabe 5: 10 Punkte
Aufgabe 6: 10 Punkte
Aufgabe 7: 10 Punkte
Aufgabe 8: 10 Punkte

Notenskala

| | |
|-----|-----------------|
| 1,0 | 95 – 100 Punkte |
| 1,3 | 90 – 94 Punkte |
| 1,7 | 85 – 89 Punkte |
| 2,0 | 80 – 84 Punkte |
| 2,3 | 75 – 79 Punkte |
| 2,7 | 70 – 74 Punkte |
| 3,0 | 65 – 69 Punkte |
| 3,3 | 60 – 64 Punkte |
| 3,7 | 55 – 59 Punkte |
| 4,0 | 50 – 54 Punkte |
| 5,0 | 0 – 49 Punkte |

Viel Erfolg!

Aufgabe 1: Löslichkeit, Löslichkeitsprodukt und Stöchiometrie**20 Punkte**

- a) Wie ist K_L für ein Salz der Zusammensetzung A_4B_3 definiert (Gleichung und Einheit!)? Wie wird der pK_L -Wert berechnet? (3 Punkte)
- b) In 100 ml lösen sich $1 \cdot 10^{-4}$ g Aluminiumhydroxid ($Al(OH)_3$).
- (1) Wie groß ist das Löslichkeitsprodukt K_L ? (4 Punkte)
 - (2) Die geringe Löslichkeit von Aluminium in wässrigen Lösungen ist auf pH-Werte um den Neutralpunkt begrenzt. Sowohl im stark alkalischen als auch im stark sauren wässrigen Medium ist Aluminium gut löslich. Erläutern Sie dies und nehmen Sie dazu auch Formeln der jeweiligen Aluminium-Spezies zu Hilfe. (4 Punkte)
- c) Vervollständigen Sie folgende Tabelle zur Löslichkeit von Salzen, indem Sie für jedes Salz ($BaCl_2$, $Ba(NO_3)_2$, $PbCl_2$, $PbSO_4$ und $Pb(NO_3)_2$) analog zum Beispiel $BaSO_4$ in das jeweilige Feld der Tabelle für schwerlösliche Verbindungen ein S und für leichtlösliche Verbindungen ein L eintragen! (5 Punkte)

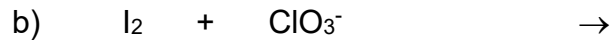
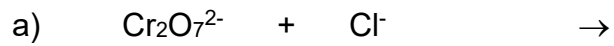
| | Ba^{2+} | Pb^{2+} |
|-------------|-----------|-----------|
| Cl^- | | |
| SO_4^{2-} | S | |
| NO_3^- | | |

- d) Eine anorganische Verbindung mit einer Molmasse von 60 g/mol ergibt bei der Elementaranalyse die tabellierten Werte. Ermitteln Sie die Summenformel der Verbindung und benennen Sie eine mögliche Verbindung! (4 Punkte)

| Element | C | O | H |
|------------------|----|------|-----|
| Massenanteil (%) | 40 | 53,3 | 6,7 |

Aufgabe 2: Redoxreaktionen**20 Punkte**

Vervollständigen Sie die folgenden Redoxgleichungen im Sauren, die in der qualitativen Analyse von Bedeutung sind! (je 4 Punkte)



- e) Ammoniumnitrit (NH_4NO_2) zerfällt beim Erhitzen explosionsartig in Stickstoff und Wasser. Stellen Sie Reaktionsgleichung auf und benennen Sie den Reaktionstyp! Um welchen Sonderfall dieses Reaktionstyps handelt es sich? (4 Punkte)

Aufgabe 3: pH-Wert-Berechnungen

10 Punkte

- a) Wie verhalten sich wässrige Lösungen von Blei(II)-acetat, Ammoniumsulfat und Strontiumnitrat: Neutral, sauer oder alkalisch? Begründen Sie Ihre Antwort mithilfe der entsprechenden Reaktionsgleichungen. (6 Punkte)
- b) Welche pH-Werte besitzen eine 0,45 M KOH-Lösung und eine $4 \cdot 10^{-9}$ M HI-Lösung? (4 Punkte)

Aufgabe 4: Gravimetrie

10 Punkte

- a) Was bedeuten die Begriffe Fällungsform und Wägeform? Warum sind die Begriffe in der Gravimetrie von Bedeutung? (3 Punkte)
- b) 0,8562 g eines eisenhaltigen Pigments werden gelöst und auf 250 ml verdünnt. Aus 50 ml dieser verdünnten Lösung wird das Eisen als $\text{Fe}(\text{OH})_3$ gefällt und durch eine thermische Behandlung zu Fe_2O_3 umgesetzt. Die Auswaage an Fe_2O_3 beträgt 164.7 mg. Wie groß ist der Massenanteil des Eisens ($w(\text{Fe})$) in % des Pigments? (4 Punkte)
- c) Im Zuge einer gravimetrischen Analyse frisch gefälltes Calciumsulfat (CaSO_4) muss vor dem Trocken und Auswiegen gewaschen werden. Zur Verfügung stehen demineralisiertes Wasser und 0,05 M H_2SO_4 . Wofür entscheiden Sie sich? Begründen Sie Ihre Wahl! (3 Punkte)

Aufgabe 5: Volumetrie**10 Punkte**

- a) Vervollständigen Sie die folgende Tabelle zu volumetrischen Analyseverfahren! (6 Punkte)

| Analyseverfahren | Beispiel | Wesentliche Reaktionsgleichung(en) einschließlich Indikation des Äquivalenzpunktes (ÄP) |
|-----------------------------|--|--|
| Komplexometrische Titration | Mg ²⁺ mit EDTA (H ₄ Y) | [MgInd] ⁻ + Y ⁴⁻ → [MgY] ²⁻ + Ind ³⁻ (rot) (farblos) (farblos) (blau) |
| Säure-Base-Titration | | |
| | | vor ÄP: Ag ⁺ + Cl ⁻ + CrO ₄ ²⁻ → AgCl ↓ + Cl ⁻ + CrO ₄ ²⁻ am ÄP: Ag ⁺ + Cl ⁻ + CrO ₄ ²⁻ → AgCl ↓ + CrO ₄ ²⁻ nach ÄP: Ag ⁺ + Cl ⁻ + CrO ₄ ²⁻ → AgCl ↓ + Ag ₂ CrO ₄ ²⁻ ↓ + CrO ₄ ²⁻ (weiß) (rotbraun) |
| | Manganometrie von Oxalsäure (Praktikum) | |

- b) Skizzieren Sie die Titrationskurve für die Titration einer schwachen einbasigen Säure (pK_s = 4,5) mit einer sehr starken einsäurigen Base und markieren Sie den Äquivalenzpunkt und den Neutralpunkt in der Grafik! (4 Punkte)

Aufgabe 6: Vorproben

10 Punkte

- a) In einer qualitativen Analyse stehen vor dem eigentlichen Trennungsgang die Vorproben. Was versteht man unter Vorproben und welche Aussagekraft haben diese? Nennen Sie zwei Arten von Vorproben! (4 Punkte)
- b) Welche Schlussfolgerung können Sie aus den jeweiligen Befunden ziehen? (jeweils 1 Punkt)
- (1) Geruch: Essigartig
 - (2) Körperfarbe: Blau
 - (3) Lösungsversuch: Gasentwicklung bei Zugabe von verdünnter Salzsäure
- c) Insbesondere Alkali- und Erdalkalimetalle zeigen charakteristische Flammenfärbungen. Nennen Sie drei Elemente aus der ersten oder zweiten Hauptgruppe des Periodensystems (Kation und Färbung), die per Flammenfärbung gut identifiziert werden können. (3 Punkte)

Aufgabe 7: Kationennachweise

10 Punkte

Eine Lösung enthält die Kationen Bi^{3+} , Cr^{3+} , Al^{3+} und K^{+} .

- a) Erläutern Sie, wie diese Ionen voneinander getrennt werden können!
(6 Punkte)
- b) Geben Sie für alle vier Kationen jeweils eine Nachweisreaktion mit der entsprechenden Reaktionsgleichung an. (4 Punkte)

Aufgabe 8: Bestimmung einer unbekanntes Substanz

10 Punkte

- a) Um welche Verbindung handelt es sich bei einer unbekanntes Substanz, für welche die unten stehenden Befunde notiert wurden? (2 Punkte)
- b) Geben Sie jeweils die Reaktionsgleichungen zur Erklärung der unten bestehenden Befunde an! (je 2 Punkte)

Befunde:

1. Die schwach rosafarbene Substanz reagiert auf Zugabe von verdünnter Salzsäure mit der Freisetzung eines farblosen, geruchlosen Gases.
2. Wird das entstehende Gas in Barytwasser eingeleitet, fällt ein weißer Niederschlag aus, der sich beim Ansäuern unter Gasentwicklung wieder auflöst.
3. Versetzt man einen Teil der in (1) erhaltenen Lösung mit konz. HNO_3 und PbO_2 , färbt sich die Lösung nach längerem Aufkochen tiefviolett.
4. Wird ein Teil der in (1) erhaltenen Lösung in alkalische Wasserstoffperoxid-Lösung ($\text{H}_2\text{O}_2/\text{NaOH}$) gegossen, fällt ein dunkelbrauner Niederschlag aus.