

Analytische Chemie

B. Sc. Chemieingenieurwesen

17. September 2020, 8 bis 11 Uhr

Dr. Stephanie Möller, Prof. Dr. Thomas Jüstel

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. Sofern bei einer Reaktion charakteristische Beobachtungen (Farbe, Niederschlag, Gasentwicklung, usw.) typisch sind, sollen diese kurz beschrieben werden. Bitte verwenden Sie für die Lösung nur diese Aufgabenblätter (notfalls auch die Rückseite)!

Dauer der Prüfung: 180 Minuten

Hilfsmittel: Periodensystem, nicht-grafikfähiger Taschenrechner, beiliegende Formelsammlung

Punkteverteilung

Aufgabe 1: 20 Punkte
Aufgabe 2: 20 Punkte
Aufgabe 3: 10 Punkte
Aufgabe 4: 20 Punkte
Aufgabe 5: 10 Punkte
Aufgabe 6: 10 Punkte
Aufgabe 7: 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) Stellen Sie die Reaktionsgleichung für das Lösungsgleichgewicht des schwerlöslichen Salzes A_4B_3 auf! Wie ist K_L in diesem Fall definiert (Gleichung und Einheit!)? Wie wird der pK_L -Wert berechnet? (4 Punkte)

b) In 75 ml Wasser lösen sich 0,102 μg Chrom(III)-hydroxid.

(1) Wie groß ist das Löslichkeitsprodukt K_L ? (4 Punkte)

(2) Welchen pH-Wert muss Trinkwasser mindestens aufweisen, damit die Chromkonzentration unterhalb des Grenzwerts der Trinkwasserverordnung mit 0,05 mg/l bleibt? (4 Punkte)

(3) Wegen der vergleichbaren Löslichkeit von Chrom(III)- und Aluminiumhydroxid erfolgt die Fällung im Trennungsgang in einer Gruppe. Wie können die beiden Elemente dann voneinander separiert werden? Erläutern Sie, wie diese Trennung durchgeführt wird und nehmen Sie dazu auch Formeln der jeweiligen Aluminium-Spezies zu Hilfe. (3 Punkte)

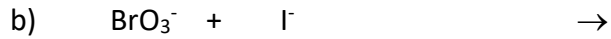
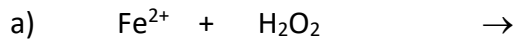
c) Vervollständigen Sie folgende Tabelle zur Löslichkeit von Salzen, indem Sie für jedes Salz (AlCl_3 , Al_2S_3 , PbCl_2 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ und PbS analog zum Beispiel $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ in das jeweilige Feld der Tabelle für schwerlösliche Verbindungen ein S und für leichtlösliche Verbindungen ein L eintragen! (5 Punkte)

	Al^{3+}	Pb^{2+}
Cl^-		
NO_3^-	L	
S^{2-}		

Aufgabe 2: Redoxreaktionen

20 Punkte

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



c) Peroxodisulfate als sehr starke Oxidationsmittel sind in der Lage, sowohl Mn^{2+} als auch Cr^{3+} in ihre jeweils höchsten Oxidationsstufen zu überführen. Stellen Sie die beiden entsprechenden Reaktionsgleichungen für die Umsetzung im Sauren auf!

(8 Punkte)

d) Ammoniumnitrat zerfällt beim Erhitzen explosionsartig in Distickstoffmonoxid und Wasserdampf. (4 Punkte)

- (1) Stellen Sie Reaktionsgleichung auf
- (2) Benennen Sie den genauen Reaktionstyp!
- (3) Welches Gasvolumen entsteht, wenn wie bei der Explosion im Hafen der libanesischen Hauptstadt Beirut 2750 t Ammoniumnitrat umgesetzt werden?

Aufgabe 3: pH-Wert-Berechnungen

10 Punkte

- a) Zeichnen Sie qualitativ die Titrationskurven inkl. Neutral- und Äquivalenzpunkt für die Titration einer sehr starken Base mit einer sehr starken Säure und für die Titration einer schwachen Base mit einer schwachen Säure. Warum ist erstere für die quantitative Analytik sehr gut geeignet, während letztere eher ungeeignet ist? Gehen Sie dabei auch auf die Indizierung des Titrationsendpunktes ein. (6 Punkte)
- b) Welche pOH-Werte besitzen eine 0,015 M HCl-Lösung und eine $6,5 \cdot 10^{-9}$ M Ca(OH)_2 -Lösung? (4 Punkte)

Aufgabe 4: Gravimetrie / Volumetrie

20 Punkte

Sie erhalten eine Nickel(II)-chloridlösung und sollen für diese eine quantitative Bestimmung sowohl für den Nickel- als auch den Chlorid-Gehalt durchführen.

- a) Beschreiben Sie Ihr Vorgehen für die Nickelbestimmung einschließlich der entsprechenden Reaktionsgleichungen inklusive Strukturformeln! Benennen Sie relevante Arbeitsschritte und begründen Sie die jeweils gewählten Reaktionsbedingungen wie pH-Wert oder Temperatur. (7 Punkte)
- b) Welche Vorteile bieten organische Fällungsreagenzien? (3 Punkte)

Aufgabe 4: Gravimetrie / Volumetrie

(Fortsetzung)

- c) Wie können Sie die quantitative Chloridbestimmung durchführen? Beschreiben Sie das Vorgehen für die Vorbereitung der Analyse (Herstellung der Maßlösung, Vorarbeiten vor der eigentlichen Analyse) und die Analyse selbst. Benennen Sie relevante Arbeitsschritte und Reaktionsbedingungen. Gehen Sie dabei auch auf mögliche Fehlerquellen ein.
(7 Punkte)
- d) Was ist bezüglich der Entsorgung der Reaktionsabfälle zu beachten? (3 Punkte)
(10 Punkte)

Aufgabe 5: Vorproben / Einzelnachweise

10 Punkte

- a) Eine der Vorarbeiten für eine qualitative Anionenanalyse kann die Herstellung eines Sodaauszugs sein. Welches Ziel wird damit verfolgt und wie führt man ihn durch?
(4 Punkte)
- b) Welche Schlussfolgerung können Sie aus den jeweiligen Befunden ziehen?
(je 1 Punkt)
- (1) Entfärbung von zugetropfter Jod-Stärke-Lösung
 - (2) Intensiv gelbe Flammenfärbung
 - (3) Grüne Boraxperle nach Behandlung in oxidierender und reduzierender Flamme
- c) Geben Sie für die folgenden Ionen an, wie diese eindeutig nachgewiesen werden können!
(je 1 Punkt)

Acetat-Anion

Barium-Kation

Borat-Anion

Aufgabe 6: Kationennachweise

10 Punkte

Eine Lösung enthält die Kationen Pb^{2+} , Cu^{2+} , Al^{3+} und Co^{2+} .

- 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 7: Bestimmung einer unbekannt Substanz

10 Punkte

a) Um welche Verbindung (Name und Formel) handelt es sich bei einer unbekannt Substanz, für welche die untenstehenden Befunde notiert wurden? (2 Punkte)

b) Geben Sie jeweils die Reaktionsgleichungen zur Erklärung der untenstehenden Befunde an! (je 2 Punkte)

Befunde:

1. Die grüne Substanz löst sich in Wasser auf. Nach Umsetzung mit Wasserstoffperoxid in der Hitze bildet sich unter Zugabe von konzentrierter Ammoniaklösung ein rotbrauner, flockiger Niederschlag.
2. Zur schwefelsauren Lösung der gesuchten Substanz wird Kaliumpermanganatlösung getropft, wobei eine Entfärbung beobachtet wird.
3. Wird ein Teil der mit Wasserstoffperoxid umgesetzten Lösung abgenommen, das Wasserstoffperoxid verkocht und die Lösung salzsauer gestellt, färbt diese sich nach Zugabe von Kaliumthiocyanatlösung tiefrot.
4. Wird die stark salzsaurer Lösung der gesuchten Substanz mit Bariumchloridlösung versetzt, bildet sich ein feinkörniger, weißer Niederschlag, der sich auch in konzentrierter Salzsäure nicht auflöst.