

Analytische Chemie

B. Sc. Chemieingenieurwesen

9. September 2015, 13.30 – 16.30 Uhr

Prof. Dr. Thomas 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) Stellen Sie die Gleichung für das Lösungsgleichgewicht des schwerlöslichen Salzes AB_3 auf! Wie ist K_L in diesem Fall definiert (Gleichung und Einheit!)? Wie wird der pK_L -Wert berechnet? (4 Punkte)
- b) In 40 ml lösen sich $0,42 \cdot 10^{-4}$ g Aluminiumhydroxid ($Al(OH)_3$).
- (1) Wie groß ist das Löslichkeitsprodukt K_L ? (4 Punkte)
 - (2) Die geringe Löslichkeit von Aluminiumionen 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. (3 Punkte)
 - (3) Der pK_L -Wert von $Fe(OH)_3$ liegt bei 37,8. Welche maximale Konzentration an Fe^{3+} (aq) können Sie in einer gesättigten Lösung von Aluminiumhydroxid erwarten? Wäre diese Konzentration an Fe^{3+} (aq) nachweisbar, wenn die Nachweisgrenze bei $3 \mu g Fe^{3+}$ (aq) in 5 ml Lösung liegt? (4 Punkte)
- c) Vervollständigen Sie folgende Tabelle zur Löslichkeit von Salzen, indem Sie für jedes Salz ($MgCl_2$, MgS , $CuCl_2$, $CuSO_4$ und CuS analog zum Beispiel $MgSO_4$ in das jeweilige Feld der Tabelle für schwerlösliche Verbindungen ein S und für leichtlösliche Verbindungen ein L eintragen! (5 Punkte)

	Mg^{2+}	Cu^{2+}
Cl^-		
SO_4^{2-}	L	
S^{2-}		

Aufgabe 2: Redoxreaktionen

20 Punkte

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



- c) Auf der Laborbank steht ein Gefäß mit Wasserstoffperoxid-Lösung, bei dem allerdings der pH-Wert nicht angegeben ist. Erläutern Sie (Reaktionsgleichungen und Beobachtungen), wie Sie mit Hilfe von Kaliumpermanganat herausfinden können, ob die Wasserstoffperoxid-Lösung sauer oder basisch ist. (8 Punkte)
- d) Ammoniumnitrit (NH_4NO_2) zerfällt beim Erhitzen explosionsartig in Stickstoff und Wasserdampf. (4 Punkte)
- (1) Stellen Sie Reaktionsgleichung auf
 - (2) Benennen Sie den genauen Reaktionstyp!
 - (3) Welches Gasvolumen entsteht, wenn 1 kg Ammoniumnitrit erhitzt wird?

Aufgabe 3: pH-Wert-Berechnungen

10 Punkte

- a) Sie erhalten drei Lösungen, von denen eine sauer, eine neutral und eine basisch ist. In jeder der Lösungen ist genau ein Salz gelöst. Welche Schlussfolgerungen können Sie aus den pH-Werten ziehen? Nennen Sie für jede Lösung ein mögliches Salz und begründen Sie Ihre Antworten mithilfe der entsprechenden Reaktionsgleichungen. (6 Punkte)
- b) Welche pOH-Werte besitzen eine 0,25 M HCl-Lösung und eine $2 \cdot 10^{-8}$ M $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Lösung? (4 Punkte)

Aufgabe 4: Gravimetrie

10 Punkte

- a) Welche Vorteile bieten organische gegenüber anorganischen Fällungsreagenzien? (3 Punkte)
- b) 0,6293 g eines eisenhaltigen Pigments werden gelöst und auf 250 ml verdünnt. Aus jeweils 50 ml dieser verdünnten Lösung wird das Eisen in einer Vierfachbestimmung als $\text{Fe}(\text{OH})_3$ gefällt und durch eine thermische Behandlung zu Fe_2O_3 umgesetzt. Die Auswaagen an Fe_2O_3 betragen 121,1 mg, 120,8 mg, 121,0 mg und 116,7 mg. Wie groß ist der Massenanteil des Eisens ($w(\text{Fe})$) in % des Pigments? (5 Punkte)
- c) Im Zuge einer gravimetrischen Analyse frisch gefälltes Cadmiumsulfid (CdS) muss vor dem Trocknen und Auswiegen gewaschen werden. Zur Verfügung stehen demineralisiertes Wasser und 0,05 M Na_2S -Lösung. Wofür entscheiden Sie sich? Begründen Sie Ihre Wahl! (2 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)	$[MgInd]^- + Y^{4-} \rightarrow [MgY]^{2-} + Ind^{3-}$ (rot) (farblos) (farblos) (blau) ÄP: Umschlag von rot zu blau
Säure-Base-Titration		
	Chlorid nach Mohr	
	Manganometrie von Oxalsäure (Praktikum)	

- b) Skizzieren Sie die Titrationskurve für die Titration einer schwachen einbasigen Säure ($pK_s = 5$) 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: nach faulen Eiern
 - (2) Körperfarbe: blau
 - (3) Leuchtprobe: positiv, blaue Lumineszenz ist sichtbar
- c) Insbesondere Alkali- und Erdalkalimetalle zeigen charakteristische Flammenfärbungen. Nennen Sie drei Elemente aus der löslichen Gruppe (Kation und Färbung), die per Flammenfärbung gut identifiziert werden können. (3 Punkte)

Aufgabe 7: Kationennachweise

10 Punkte

Eine Lösung enthält die Kationen Hg^{2+} , Cd^{2+} , Fe^{3+} und Cr^{3+} .

- 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 grüne 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. Wird die Lösung aus (1) ammoniakalisch gestellt und anschließend mit Ammoniumsulfid versetzt, bildet sich ein grau-schwarzer Niederschlag.
4. Stellt man einen Teil der in (1) erhaltenen Lösung mit Ammoniak alkalisch und gibt Dimethylglyoxim hinzu, bildet sich ein himbeerfarbener Niederschlag.