

Analytische Chemie

B. Sc. Chemieingenieurwesen

6. Februar 2018, 8.30 bis 11.30 Uhr

Dr. Stephanie Möller und 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: beiliegendes Periodensystem, nicht-programmierbarer Taschenrechner, beiliegende Formelsammlung

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) Die Gleichung $K_L = c^2 (A^{n+}) \cdot c^3 (A^{m-})$ beschreibt das Lösungsgleichgewicht für ein Salz welcher Zusammensetzung? Welche Einheit hat K_L in diesem Fall? Wie wird der pK_L -Wert berechnet? (3 Punkte)
- b) Bei 20 °C benötigt man zum Lösen von 1 mg Magnesiumphosphat 386,4 ml Wasser.
(1) Berechnen Sie aus diesen Angaben den Wert von K_L ! (3 Punkte)
(2) Magnesiumhydroxid weist einen pK_L -Wert von 11 auf. Welche der beiden Magnesiumverbindungen ist schwerer löslich? Begründen Sie! (2 Punkte)
(3) Welchen pH-Wert müssen Sie mindestens einstellen, damit aus einer gesättigten Magnesiumphosphatlösung Magnesiumhydroxid gefällt wird? (3 Punkte)
- c) Vervollständigen Sie folgende Tabelle zur Löslichkeit von Salzen, indem Sie für jedes Salz ($BaCl_2$, $BaCrO_4$, $Pb(NO_3)_2$, $PbCl_2$ und $PbCrO_4$ analog zum Beispiel $Ba(NO_3)_2$ in das jeweilige Feld der Tabelle für schwerlösliche Verbindungen ein S und für leichtlösliche Verbindungen ein L eintragen! (5 Punkte)

	NO_3^-	Cl^-	CrO_4^{2-}
Ba^{2+}	L		
Pb^{2+}			

- d) Eine organische Verbindung mit einer Molmasse von 140,19 g/mol ergibt bei der Elementaranalyse die tabellierten Werte. Ermitteln Sie die Summenformel der Verbindung! (4 Punkte)

Element	C	H	N
Massenanteil (%)	51,40	8,63	39,97

Kommentar [s1]: Hier bin ich mir nicht sicher, ob die Aufgabe so überhaupt zu rechnen geht. Was ist mit dem HPO_4^{2-}/PO_4^{3-} -Gleichgewicht? Sollte ich den Hinweis geben, dass es nicht zu berücksichtigen ist?

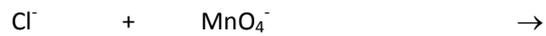
Aufgabe 2: Redoxreaktionen

20 Punkte

Vervollständigen Sie die folgenden Redoxgleichungen!

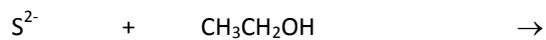
(1) (sauer)

(4 Punkte)



(2) (sauer)

(4 Punkte)

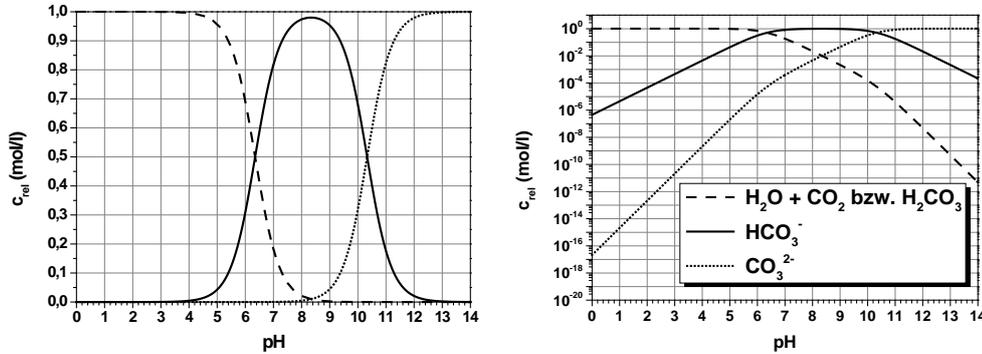


- (3) Sie haben zwei klare, leicht grünliche Lösungen vor sich und als Reagenz zur Unterscheidung eine alkalische Wasserstoffperoxidlösung angesetzt. Nach Zugabe dieser beobachten Sie in einem Fall einen rostbraunen Niederschlag, der sich beim Ansäuern mit Salzsäure wieder auflöst. Im anderen Fall entsteht eine klare, gelbe Lösung, die nach Zugabe von Salzsäure klar bleibt, aber orange wird. Erläutern Sie Befunde und nehmen dazu auch alle entsprechenden Reaktionsgleichungen zur Hand. (12 Punkte)

Aufgabe 3: pH-Wert-Berechnungen

10 Punkte

Dissoziationsdiagramm von Kohlensäure



Kohlensäure als zweiprotonige Säure dissoziiert in zwei Stufen. Die obigen Abbildungen zeigen das Hägg-Diagramm (auch: Dissoziationsdiagramm, Speziierungsdiagramm), also die relativen Konzentrationsverhältnisse der jeweiligen konjugierten Säure-Base-Paare als Funktion des pH-Wertes (links: einfach-logarithmische Auftragung, rechts: doppelt-logarithmische Auftragung; Legende in rechter Abbildung gilt auf für linke Darstellung)

- Formulieren Sie die Reaktionsgleichungen für die stufenweise Dissoziation der Kohlensäure und benennen Sie die beiden dabei entstehenden Säurerestionen der Kohlensäure! (4 Punkte)
- Wie lauten die Henderson-Hasselbalch-Gleichungen für die beiden Dissoziationsstufen? Erläutern Sie, wie Sie mit deren Hilfe aus den Diagrammen die beiden pK_S -Werte der Kohlensäure ermitteln können, und geben Sie diese an. (4 Punkte)
- Sie führen den Sodauszug durch und kochen ihre aufgeschlämmte Probe mit einem deutlichen Überschuss an Na_2CO_3 . In welchem Bereich wird der pH-Wert für eine solche Suspension erwartungsgemäß liegen? Begründen Sie unter Zuhilfenahme entsprechender Reaktionsgleichungen! (2 Punkte)

Aufgabe 4: Komplexometrie

10 Punkte

- a) Zeichnen Sie die Strukturformel von Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA)!
(2 Punkte)
- b) Erläutern Sie die besonderen Eigenschaften von EDTA im Hinblick auf ihre Anwendung in komplexometrischen Titrationsen!
(3 Punkte)
- c) Beschreiben Sie anhand der im Praktikum von Ihnen durchgeführten quantitativen Bestimmung von Aluminium mit EDTA das Prinzip der Rücktitration!
(5 Punkte)

Aufgabe 5: Volumetrie

10 Punkte

Borsäure gehört mit einem pK_s -Wert von 9,25 zu den schwachen Säuren. Durch Umsetzung mit mehrwertigen Alkoholen in einer Veresterungsreaktion kann die Säurestärke deutlich abgesenkt werden, wie zum Beispiel durch die Veresterung mit Mannitol auf einen pK_s -Wert von ungefähr 5.

- a) Schreiben Sie die Reaktionsgleichung für die diese Umsetzung auf! (3 Punkte)
- b) Skizzieren Sie die Titrationskurven einer Säure-Base-Titration mit sehr starker Base für die Bestimmung von Borsäure und Borsäure-Mannitol-Ester in einem gemeinsamen Diagramm und kennzeichnen sowie erläutern Sie die Begriffe Neutralpunkt und Äquivalenzpunkt. (4 Punkte)
- c) Welchem Zweck dient die Veresterung? Beziehen Sie sich in ihrer Erläuterung auf die Titrationskurven aus b) und gehen Sie auch auf die Indizierung des Umschlagpunktes ein! (3 Punkte)

Aufgabe 6: Einzelnachweise

10 Punkte

Geben Sie die vollständigen Nachweisreaktionen für die folgenden Ionen an!

(jeweils 2 Punkte)



Aufgabe 7: Kationennachweise

10 Punkte

Eine Lösung enthält die Kationen Ag^+ , Pb^{2+} , Zn^{2+} 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 8: Bestimmung einer unbekanntes Substanz

10 Punkte

a) Um welche Verbindung (Name und Formel) 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. Eine Probe der erhaltenen, violetten Substanz ist in Wasser löslich. Es entsteht eine violette Lösung, in der sich nach Zugabe einer schwefelsauren Lösung von Kaliumsulfat ein weißer, nadelförmiger Niederschlag bildet.
2. Das abgetrennte, gewaschene und mit Salzsäure aufgenommene weiße Fällungsprodukt färbt die Flamme des Bunsenbrenners ziegelrot.
3. Wird das schwefelsaure Filtrat mit Natronlauge neutralisiert und dann mit alkalischer Wasserstoffperoxidlösung versetzt, entstehen ein braun-schwarzer Niederschlag sowie ein farbloses Gas.
4. Für das in Abschnitt 3 dieser Aufgabe entstehende Gas ist die Glimmspanprobe positiv.