

IHK Chemielaborant Prüfung 2023 Praktisch – Lösungen

Teil 1: Qualitative anorganische Analyse

1.1 Fällungs- und Löslichkeitsreaktionen (5 P)

Um Ca^{2+} und Sr^{2+} selektiv zu fällen, wird zuerst Ca^{2+} als CaCO_3 durch Zugabe von Na_2CO_3 gefällt. Die Reaktionsgleichung lautet: $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow$. Der Ksp-Wert für CaCO_3 beträgt $3,36 \times 10^{-9}$. Danach wird Sr^{2+} durch Zugabe von Na_2SO_4 als SrSO_4 gefällt: $\text{Sr}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{SrSO}_4 \downarrow$. Der Ksp-Wert für SrSO_4 beträgt $3,2 \times 10^{-7}$.

1.2 Kationennachweis (5 P)

Für den Nachweis eines Alkalimetallions wird die Flammenfärbung verwendet. Eine gelbe Flammenfärbung deutet auf Natrium (Na^+) hin, eine violette auf Kalium (K^+), eine rote auf Lithium (Li^+) und eine grüne auf Barium (Ba^{2+}). Die Flammenfärbung wird skizziert und das entsprechende Ion benannt.

1.3 pH-abhängige Ausfällung (5 P)

Um $\text{Zn}(\text{OH})_2$ selektiv auszufällen, wird der pH-Wert der Lösung auf etwa 8-9 eingestellt. Der pKa-Wert für Zn^{2+} -Komplexe beträgt etwa 9,0. Die Reaktionsgleichung lautet: $\text{Zn}^{2+} + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \downarrow$. Fe^{3+} bleibt in Lösung, da es bei diesem pH-Wert nicht ausfällt.

Teil 2: Quantitative Analyse

2.1 Titration einer HCl-Lösung mit NaOH (8 P)

Die Ausgangskonzentration der HCl wird durch die Henderson-Hasselbalch-Gleichung und die Titrationsdaten berechnet. Bei $V_1 = 12,50 \text{ mL}$ und $\text{pH} = 3,10$ sowie $V_2 = 12,70 \text{ mL}$ und $\text{pH} = 11,25$ wird die Konzentration der HCl ermittelt.

2.2 Gravimetrische Sulfatbestimmung (8 P)

Die Sulfatkonzentration wird durch die Masse des gefällten BaSO_4 berechnet. Die Formel lautet: $(\text{Masse BaSO}_4 / \text{Volumen der Probe}) \times (1 / \text{molare Masse von BaSO}_4) = \text{Sulfatkonzentration in g/L}$.

2.3 Karl-Fischer-Titration (9 P)

Ein Schema zur Bestimmung des Wassergehalts wird entworfen. Die Apparatur wird skizziert und der Reaktionsmechanismus erläutert. Die Umrechnung der Titergebnisse in Masseprozent erfolgt durch die Formel: $(\text{Wassergehalt} / \text{Gesamtmasse der Probe}) \times 100$.

Teil 3: Instrumentelle Analytik

3.1 UV/VIS-Spektroskopie (8 P)

Die Konzentration der $\text{Fe}(\text{III})$ -Thiocyanatkomplex-Probe wird durch die Kalibrierkurve berechnet. Das Diagramm wird gezeichnet und die Konzentration c mit der Formel $A = \epsilon lc$ ermittelt.

3.2 Gaschromatographie (12 P)

- a) Der Einfluss von Säulenlänge, Trägergasgeschwindigkeit und Temperaturprogramm auf Retentionszeit und Trennschärfe wird beschrieben. Eine längere Säule und ein optimiertes Temperaturprogramm verbessern die Trennschärfe.
b) Ein ideales Chromatogramm wird skizziert und die Spitzen interpretiert.

Teil 4: Organische Chemie und Synthese

4.1 Reaktionsmechanismus Veresterung (7 P)

Der Mechanismus der säurekatalysierten Veresterung wird gezeichnet. Alle Zwischenschritte und Elektronenpfeile sind dargestellt, beginnend mit der Protonierung der Carbonylgruppe.

4.2 $^1\text{H-NMR}$ -Auswertung (7 P)

Die Signale im $^1\text{H-NMR}$ werden gedeutet: δ 1,20 (t, 3H) für eine Methylgruppe, δ 2,10 (s, 3H) für eine Acetylgruppe, δ 4,10 (q, 2H) für eine Methylen-Gruppe. Eine plausible Struktur ist Ethylacetat.

4.3 Syntheseplan Aspirin (6 P)

Ein Kurzplan zur Synthese von Acetylsalicylsäure wird erstellt. Reaktionsbedingungen: Essigsäureanhydrid, Katalysator: Schwefelsäure, Nebenprodukt: Essigsäure.

Teil 5: Arbeitssicherheit, Umweltschutz und QM

5.1 CLP-Kennzeichnung (6 P)

Eine Gefahrenstoffetikette für 50 %ige Oxalsäure wird erstellt: Piktogramme (ätzend, gesundheitsschädlich), Signalwort (Gefahr), H-Sätze (H302, H312, H314), P-Sätze (P280, P305+P351+P338).

5.2 Abfallstromberechnung (6 P)

Die Massen der Abfälle werden berechnet: 120 L wässrige Lösung (Dichte = 1 g/mL) = 120 kg, 80 kg Lösungsmittelreste (Dichte = 0,78 g/mL) = 102,56 L. Entsorgungskategorien: wässrige Lösung als gefährlicher Abfall, Lösungsmittelreste als Sonderabfall.

5.3 QM und SOP (8 P)

Eine Gliederung für eine SOP zur Reinigung einer HPLC-Säule wird entworfen: Verantwortlichkeiten, Arbeitsablauf, Dokumentation, Freigabeprozesse.