

IHK Chemielaborant Prüfung 2022 Praktisch – Lösungen

Teil 1: Analytische Chemie (25 Punkte)

1.1 Kalibrierung UV/Vis (6 P)

- Die Kalibrierpunkte sollten in ein Koordinatensystem mit der Konzentration auf der x-Achse und der Absorption auf der y-Achse eingetragen werden. Die Kalibriergerade wird durch die Punkte gezogen.
- Die Formel der Geraden wird durch lineare Regression berechnet: $y = mx + b$, wobei m die Steigung und b der y-Achsenabschnitt ist.
- Die Konzentration der unbekannt Probe wird durch Einsetzen der Absorption in die Geradengleichung berechnet.
- Das Nachweislimit (LOD) wird geschätzt, indem die Standardabweichung der Blindprobe mit einem Faktor (z.B. 3) multipliziert wird.

1.2 Säure-Base-Titration (6 P)

- Die Titrationskurve wird gezeichnet, indem der pH-Wert gegen das Volumen der zugegebenen NaOH-Lösung aufgetragen wird.
- Das Äquivalenzvolumen wird am steilsten Punkt der Kurve bestimmt. Die Konzentration der HCl-Lösung wird mit der Formel $c_1V_1 = c_2V_2$ berechnet.
- Der pH-Wert am Halbäquivalenzpunkt entspricht dem pKa-Wert der Säure.

1.3 Ionenchromatographie (7 P)

- Probenvorbereitung: Filtration und ggf. Verdünnung der Wasserprobe.
- Säulenwahl: Anionenaustauschersäule.
- Eluent: Geeignetes Pufferlösung.
- Justierung: Kalibrierung mit Standardlösungen.
- Detektion: Leitfähigkeitsdetektor.
- Lineare Auswertung: Kalibriergerade erstellen.
- Mögliche Störfaktoren: Matrixeffekte, andere Anionen.

1.4 Gravimetrische Sulfatbestimmung (6 P)

- Berechnung der benötigten Masse $Ba(NO_3)_2$: $n = c \cdot V$, $m = n \cdot M$.
- Berechnung der Masse $BaSO_4$ bei 95 % Ausbeute: $m = \text{theoretische Masse} \cdot 0,95$.
- Filter- und Waschprotokoll: Fällung, Filtration, Waschen mit destilliertem Wasser, Trocknen.

Teil 2: Anorganische und Organische Chemie (25 Punkte)

2.1 Sulfonierung von Benzol (10 P)

- Reaktionsgleichung: $C_6H_6 + H_2SO_4 \rightarrow C_6H_5SO_3H + H_2O$.
- Mechanismus: Elektrophile Substitution mit Zwischenstufen.
- Katalysator: Schwefelsäure, Reaktionsbedingungen: moderate Temperatur, konzentrierte Schwefelsäure.

2.2 Nitration von Toluol (8 P)

- Berechnung der theoretischen Gesamtmasse: $m = n \cdot M$, wobei n die Stoffmenge der Nitrogruppen ist.
- Prozentuale Gesamtausbeute: $(\text{isolierte Masse} / \text{theoretische Masse}) \cdot 100 \%$.

2.3 Fe^{3+} -EDTA-Komplex (7 P)

- Gleichgewichtsreaktion: $Fe^{3+} + EDTA^{4-} \rightleftharpoons FeEDTA^-$, Massenwirkungsausdruck: $K = [FeEDTA^-] / ([Fe^{3+}] \cdot [EDTA^{4-}])$.
- Konzentrationen im Gleichgewicht berechnen unter Verwendung der Anfangskonzentrationen und des Komplexbildungskonstanten.

Teil 3: Verfahrenstechnik (20 Punkte)

3.1 Fraktionierende Destillation (8 P)

- Skizze einer Fraktionierkolonne mit allen Komponenten.
- Trennprinzip: Nutzung des Dampf-Flüssig-Gleichgewichts, theoretische Böden.
- Typisches Rücklaufverhältnis: 1:1 bis 1:5, um die Trennschärfe zu erhöhen.

3.2 Thermische Zersetzung von $CaCO_3$ (6 P)

- Berechnung der theoretischen Masse CaO: $m = (\text{molar mass CaO} / \text{molar mass CaCO}_3) \cdot \text{gegebene Masse}$.
- Volumen CO_2 : $V = n \cdot 22,4 \text{ L/mol}$.

3.3 Druckverlust in Rohrleitung (6 P)

- Berechnung des Druckverlusts: $\Delta p = \lambda \cdot (L/d) \cdot (\rho \cdot v^2/2)$, wobei $v = Q / (\pi \cdot (d/2)^2)$.

Teil 4: Arbeitssicherheit und Umweltschutz (15 Punkte)

4.1 Gefährdungsbeurteilung Chloroform (5 P)

- Gefährdungen: Inhalation, Hautkontakt, Augenkontakt, Karzinogenität, Umweltgefahr.
- Schutzmaßnahmen: Abzugshaube, Schutzhandschuhe, Schutzbrille, Belüftung, geschlossene Systeme.

4.2 Abluftreinigung (5 P)

- Funktionsprinzip Aktivkohlefilter: Adsorption von Schadstoffen an der Oberfläche der Aktivkohle.
- Abscheideleistung: $((200 - 10) / 200) \cdot 100 \%$.

4.3 Entsorgung Lösungsmittelgemisch (5 P)

- Entsorgungsweg: Spezielle Entsorgungsunternehmen, Kennzeichnung: Gefahrstoffetiketten gemäß GHS.

Teil 5: Qualitätsmanagement & Dokumentation (15 Punkte)

5.1 SOP pH-Messung (5 P)

- Gliederung: Geltungsbereich, Verantwortlichkeiten, Material, Kalibrierung, Messung, Dokumentation, Häufigkeit.

5.2 Messunsicherheit pH (5 P)

- Stichprobenstandardabweichung: $\sqrt{(\sum(x_i - \bar{x})^2) / (n - 1)}$.
- Kombinierte Standardunsicherheit: $\sqrt{(\text{Kalibrierunsicherheit}^2 + \text{Temperatureffekt}^2 + \text{Stichprobenvarianz})}$.

5.3 LIMS-Auswertung (5 P)

- Interpretation: Prozess außerhalb der Kontrolle, mögliche Ursachen analysieren.
- Maßnahmen: Kalibrierung überprüfen, Wiederholungsmessungen durchführen.