

IHK Chemikant Prüfung 2024 Praktisch – Lösungen

Teil A – Sicherheit und Arbeitsschutz (20 Punkte)

A1 Sicherheitsdatenblatt auswerten (5 P)

a) Physikalisch-chemische Gefahreneigenschaften von Schwefelsäure 98 %:

1. Stark ätzend
2. Reagiert heftig mit Wasser
3. Hohe Dichte

b) Schutzmaßnahmen:

1. Tragen von geeigneter Schutzausrüstung (Schutzhandschuhe, Schutzbrille, Schutzkleidung)
2. Arbeiten in gut belüfteten Bereichen oder unter Abzug

A2 Risikoanalyse Leckage (5 P)

a) Gefährdungen:

1. Verätzungen der Haut und Atemwege des Personals
2. Umweltschäden durch Kontamination von Boden und Wasser

b) Risikomatrix:

- Wahrscheinlichkeit: Hoch
- Auswirkung: Schwerwiegend
- Risiko: Kritisch

A3 Auswahl persönlicher Schutzausrüstung (5 P)

- Schutzhandschuhe: Chemikalienbeständige Handschuhe (z.B. aus Nitril)
- Schutzbrille: Vollsichtschutzbrille
- Atemschutz: Halbmaske mit Filter für alkalische Dämpfe
- Schutzkleidung: Chemikalienschutzanzug

A4 Brandschutzkonzept (5 P)

a) Bauliche Maßnahmen:

1. Feuerbeständige Wände und Türen
2. Explosionsgeschützte Beleuchtung

b) Organisatorische Maßnahmen:

1. Regelmäßige Brandschutzübungen
2. Zugangsbeschränkungen für unbefugte Personen

c) Löschmittelwahl:

- Einsatz von Schaum- oder Pulverlöschern

Teil B – Prozessleittechnik und Anlagenführung (25 Punkte)

B1 Regelkreise beschreiben (6 P)

- Blockdiagramm: Messumformer, Regler, Stellglied, Regelstrecke
- Beschreibung: Der Messumformer erfasst die Ist-Temperatur, der Regler vergleicht diese mit dem Sollwert und steuert das Stellglied, welches die Energiezufuhr zur Regelstrecke anpasst.

B2 PID-Regler einstellen (6 P)

a) Auswirkungen:

- P-Anteil: Erhöht Reaktionsgeschwindigkeit, kann zu Überschwängern führen
- I-Anteil: Beseitigt bleibende Regelabweichung, kann Trägheit erhöhen
- D-Anteil: Dämpft Überschwinger, verbessert Stabilität

b) Einstellprozedur:

- Ziegler-Nichols-Methode: Bestimmen der kritischen Schwingungsperiode und Verstärkung, dann Parameter nach Tabelle einstellen

B3 Füllstandsmessung im Vakuum (7 P)

a) Radarmessung:

- Vorteile: Unabhängig von Druck und Dichte, berührungslos
- Nachteile: Teuer, komplexe Installation
- Hydrostatischer Druckaufnehmer:
 - Vorteile: Kostengünstig, einfach zu installieren
 - Nachteile: Druckabhängig, ungenau im Vakuum
- b) Empfehlung: Radarmessung, da sie im Vakuum präzise arbeitet und keine Dichteabhängigkeit aufweist

B4 Verfahrensablaufschemata interpretieren (6 P)

a) Apparate:

- Destillationsturm: Trennung von Stoffgemischen
- Kondensator: Verflüssigung der Dämpfe
- Rücklauf: Rückführung eines Teils des Kondensats
- Bodenprodukt: Abführung des schwerflüchtigen Anteils

b) Markierung: Produktstrom und Rücklaufstrom im Schema kennzeichnen

Teil C – Chemische Grundlagen und Reaktionsberechnungen (20 Punkte)

C1 Stöchiometrie (6 P)

a) Theoretischer Ethanol-Massenstrom:

- Berechnung: $100 \text{ kg C}_2\text{H}_4 \cdot (46 \text{ g/mol C}_2\text{H}_5\text{OH} / 28 \text{ g/mol C}_2\text{H}_4) = 164,29 \text{ kg}$
- Realer Massenstrom: $164,29 \text{ kg} \cdot 0,95 = 156,08 \text{ kg}$

C2 Konzentrationsberechnung und pH (6 P)

- Berechnung:

- HCl: $0,1 \text{ M} \cdot 0,5 \text{ L} = 0,05 \text{ mol}$
- NaOH: $0,05 \text{ M} \cdot 0,5 \text{ L} = 0,025 \text{ mol}$
- Überschuss HCl: $0,05 \text{ mol} - 0,025 \text{ mol} = 0,025 \text{ mol}$
- pH-Wert: $-\log(0,025 \text{ mol} / 1 \text{ L}) = 1,60$

C3 Gleichgewichtsreaktion (8 P)

a) Zusammenhang: $K_p = (p_{\text{NH}_3})^2 / (p_{\text{N}_2} \cdot (p_{\text{H}_2})^3)$

b) Berechnung:

- Startdrücke: $p_{\text{N}_2} = 100 \text{ bar}$, $p_{\text{H}_2} = 300 \text{ bar}$
- Gleichgewicht: $p_{\text{NH}_3} = \sqrt{K_p \cdot p_{\text{N}_2} \cdot (p_{\text{H}_2})^3} = 0,16 \text{ bar}$
- p_{N_2} und p_{H_2} entsprechend anpassen

Teil D – Technische Mathematik (15 Punkte)

D1 Volumen und Fläche (5 P)

- Volumen: $V = \pi \cdot (d/2)^2 \cdot h = \pi \cdot (1 \text{ m})^2 \cdot 4 \text{ m} = 12,57 \text{ m}^3$
- Mantelfläche: $A = 2 \cdot \pi \cdot (d/2) \cdot h = 2 \cdot \pi \cdot 1 \text{ m} \cdot 4 \text{ m} = 25,13 \text{ m}^2$

D2 Druckverlust in Rohrleitung (5 P)

- Berechnung: $\Delta p = \lambda \cdot (L/D) \cdot (\rho \cdot v^2 / 2)$
- $v = Q / A = 10 \text{ m}^3/\text{h} / (\pi \cdot (0,065 \text{ m}/2)^2) = 0,84 \text{ m/s}$
- $\Delta p = 0,02 \cdot (50 \text{ m} / 0,065 \text{ m}) \cdot (998 \text{ kg/m}^3 \cdot (0,84 \text{ m/s})^2 / 2) = 1,36 \text{ bar}$

D3 Wärmeaustausch (5 P)

- Berechnung: $Q = k \cdot A \cdot \Delta T_{\text{lm}}$
- $k = Q / (A \cdot \Delta T_{\text{lm}}) = 500 \text{ kW} / (25 \text{ m}^2 \cdot 20 \text{ K}) = 1 \text{ kW/m}^2\text{K}$

Teil E – Qualitätssicherung und Umweltschutz (20 Punkte)

E1 Probenahme und Analysenplan (5 P)

- Probentiefe: 1 m unter Oberfläche
- Behälter: Glasflasche
- Konservierung: Kühlung bei 4 °C
- Häufigkeit: Alle 4 Stunden
- Legende/Instruktion: Probenahmeprotokoll führen, Proben beschriften

E2 Interpretationsdiagramm (5 P)

- Diagramm: pH-Eigenspannungs-Diagramm für Eisen zeichnen
- Regionen:
 - Korrosionsfrei: Hohe pH-Werte
 - Passivierung: Mittlere pH-Werte
 - Korrosion: Niedrige pH-Werte

E3 Abfallbeseitigung nach BImSchG (5 P)

- Entsorgungsweg: Sammlung in zugelassenen Behältern, Transport zu Entsorgungsanlage
- Dokumentation: Nachweisführung gemäß Kreislaufwirtschaftsgesetz, BImSchG

E4 Emissionsberechnung CO₂ (5 P)

- Berechnung:
 - $100 \text{ Nm}^3/\text{h CH}_4 \cdot 44 \text{ g/mol CO}_2 / 22,4 \text{ L/mol} = 196,43 \text{ kg/h CO}_2$
 - Jährliche Emission: $196,43 \text{ kg/h} \cdot 7 \cdot 200 \text{ h/a} = 1 \cdot 414 \cdot 296 \text{ kg/a CO}_2$