

Inhalt

Vorwort — V

Formelzeichen — XIII

Einleitung — 1

1 Elektrolyse und Elektrolyte — 3

- 1.1 Einführung — 4
- 1.2 Das Faradaysche Gesetz — 8
- 1.3 Die Nernstsche Gleichung — 9
- 1.3.1 Wasserelektrolyse — 10
- 1.4 Die Überspannung — 12
- 1.5 Kathodische Metallabscheidung und Wasserstoffentwicklung — 14
- 1.6 Anodische Oxidation — 18
- 1.7 Passivierung — 19
- 1.8 Elektrodenmaterialien — 20
- 1.9 Der Zellwiderstand — 20
- 1.10 Temperaturabhängigkeit der Leitfähigkeit — 21
- 1.11 Die Leitfähigkeit — 22
- 1.12 Leitfähigkeitsberechnung — 25
- 1.12.1 Starke Elektrolyte — 25
- 1.12.2 Schwache Elektrolyte — 27
- 1.13 Der Aktivitätskoeffizient — 29
- 1.14 Löslichkeit von Salzen in Wasser — 30
- 1.15 Wanderungsgeschwindigkeiten — 30
- 1.16 Überföhrungszahlen von Ionen — 33
- 1.17 Die Dielektrizitätskonstante — 34

2 Geräte für die Elektrochemie — 40

- 2.1 Benötigte Geräte und Materialien für elektrochemische Experimente — 41
- 2.2 Messung von Redoxpotenzial und pH-Wert — 42
- 2.3 Konduktometer — 43
- 2.3.1 Spezifische Leitfähigkeiten von KCl-Lösungen in Abhängigkeit von Temperatur, Gerät und Konzentration — 45
- 2.4 Dichtebestimmungen von Lösungen — 49
- 2.5 Ionaustauscherharze zur Gehaltsbestimmung — 51
- 2.6 Herstellung von Elektroden — 52
- 2.7 Grundaufbau bei einer Elektrolyse — 53

- 2.8 Geräte für die Elektrogravimetrie — 56
- 2.9 Möglichkeiten der Gasbestimmung bei Elektrolysen — 58
- 2.10 Gasbestimmungen von Kleinstmengen — 59
- 2.11 Fotometer zur Gehaltsbestimmung — 60

- 3 Elektrogravimetrie, Diffusionsschicht — 64**
 - 3.1 Grundlagen der Elektrogravimetrie — 65
 - 3.2 Experimente zur Elektrogravimetrie — 67
 - 3.2.1 Benötigte Materialien und Geräte — 67
 - 3.2.2 Ausführung der Experimente — 67
 - 3.2.3 Auswertungen der Experimente — 68
 - 3.2.4 Zusammenfassung der Ergebnisse aus den Experimenten — 72
 - 3.3 Diffusion in der Elektrogravimetrie — 72
 - 3.3.1 Gerührte und ungerührte Elektrolyse — 73
 - 3.3.2 Diffusion an einer kleinen Elektrode — 73
 - 3.4 Gravimetrische Abscheidung an einer Wood-Elektrode — 79

- 4 Kontrolle der Reaktionen an Elektroden — 84**
 - 4.1 Benötigte Geräte und Materialien — 85
 - 4.2 Vorbereitungen der Lösungen — 85
 - 4.3 Elektrolyse der 0,1-M-KCl-Lösung — 86
 - 4.3.1 Platinanode und Platinkathode mit einer Vierkammernelektrolysezelle — 86
 - 4.3.2 Platinanode und Platinkathode mit einer Zweikammernelektrolysezelle — 89
 - 4.3.3 Grafitanode und Platinkathode mit einer Zweikammernelektrolysezelle — 89
 - 4.4 Elektrolyse der 0,2-M-1/2-Na₂SO₄-Lösung — 90
 - 4.4.1 Platinanode und Platinkathode mit einer Vierkammernelektrolysezelle — 90
 - 4.4.2 Platinanode und Platinkathode mit einer Zweikammernelektrolysezelle — 91
 - 4.5 Schlussfolgerungen zu den Versuchen — 91

- 5 Bestimmung des Kohlendioxidgehaltes der Luft — 93**
 - 5.1 Vorbemerkungen — 94
 - 5.2 Benötigte Geräte und Materialien — 94
 - 5.3 Die Einflüsse der Pumpe und des Sprudelsteins — 95
 - 5.4 Bestimmung des Luftdurchsatzes der Pumpe — 95
 - 5.5 Konduktometrische Eichung in Abhängigkeit von der Temperatur — 97
 - 5.6 Herstellung einer 0,02-M-NaOH-Lösung — 97
 - 5.7 Überlegungen zur Berechnung des Kohlendioxidgehaltes der Luft — 97

- 5.8 Berechnung der Hydroxidkonzentration in Abhängigkeit von der Karbonatkonzentration — **98**
- 5.9 Einfluss der Diffusion über die Oberfläche — **101**
- 5.9.1 Berechnung der Diffusion von Kohlendioxid der Luft in die Flüssigkeit — **102**
- 5.9.2 Berechnungen für den Versuch — **103**
- 5.10 Auswertung der Messergebnisse mit einem Tabellenkalkulationsprogramm — **105**
- 5.11 Bestimmung des Kohlendioxidgehaltes mit der Berechnungsvorschrift — **107**

- 6 Diffusion von Elektrolytlösungen — 110**
- 6.1 Zellkammern für Diffusionsexperimente, Versuchsvorbereitungen — **112**
- 6.2 Mathematische Grundlagen zur Diffusion — **113**
- 6.3 Versuche zur Diffusion — **116**
- 6.3.1 Versuche mit einer Vierkammern-Zelle — **116**
- 6.3.2 Versuche mit einer Zweikammernzelle, kleines Loch — **117**
- 6.3.3 Versuche mit einer Zweikammernzelle, eingesetztes Rohr — **118**
- 6.4 Bestimmung der Diffusionskoeffizienten — **118**
- 6.5 Strömung durch ein Rohr — **122**
- 6.6 Schlussfolgerungen — **123**

- 7 Bestimmung der Gasvolumina an Elektroden — 125**
- 7.1 Einleitung — **126**
- 7.2 Benötigte Geräte und Materialien — **126**
- 7.3 Versuchsvorbereitung und Versuchsdurchführung — **126**
- 7.4 Versuchsauswertung — **128**
- 7.5 Ergänzende Auswertungen zur Abhängigkeit der Stromstärke von der Elektrodenfläche der Anode — **130**

- 8 Messung des Zellwiderstandes mit einer Wheatstoneschen Brückenschaltung — 136**
- 8.1 Wheatstonesche Brückenschaltung — **137**
- 8.2 Widerstand einer 1-M-KCl-Lösung — **141**
- 8.3 Simulationssoftware — **144**

- 9 Bestimmung von Gasen bei einer Elektrolyse — 146**
- 9.1 Ermittlung von Gasvolumina und Gasdichten — **147**
- 9.2 Modell mit Berechnungsvorschriften zur Gasdichtemessung — **148**
- 9.3 Der Einfluss der Stromstärke und der Gastemperatur — **153**
- 9.4 Überprüfung des Modells durch Messungen — **153**

- 10 Prüfungen von Gasen, Stoffumsetzungen an Anoden — 156**
 - 10.1 Prüfung von Gasen — 157
 - 10.2 Stoffumsetzungen an der Nickelanode — 161
 - 10.2.1 Grundlegende Eigenschaften der passivierten Nickelanode — 162
 - 10.2.2 Elektrolysen mit Nickelanoden — 163
 - 10.3 Weitere Anodenmaterialien — 167

- 11 Die elektrolytische Oxidation von Natriumacetat — 172**
 - 11.1 Zur Geschichte der elektrolytischen Oxidation von Karbonsäuresalzen — 173
 - 11.2 Versuche zur Oxidation von Natriumacetat — 174
 - 11.2.1 Oxidation von Natriumacetat unter stark basischen Bedingungen, hohe Stromdichte — 174
 - 11.2.2 Oxidation von Natriumacetat bei hoher Stromdichte, schwach basisch — 175
 - 11.3 Zusammenfassung — 177

- 12 Leitfähigkeitstitrations von Salzen zur Gehaltsbestimmung — 178**
 - 12.1 Die Hydroxidfällung — 179
 - 12.2 Berechnungen zur konduktometrischen Titration — 180
 - 12.3 Ionenstärke, Aktivitätskoeffizient — 184

- 13 Oxidationen mit Kaliumpermanganat — 188**
 - 13.1 Die Oxidation von Oxalsäure — 189
 - 13.1.1 Versuch zur Oxidation von Oxalsäure — 189
 - 13.1.2 Auswertung der Versuchsergebnisse — 191
 - 13.1.3 Über die Kinetik der Oxalsäureoxidation — 192
 - 13.1.4 Über die Kinetik von Reaktionen zweiter Ordnung — 193
 - 13.1.5 Aktivierungsenergie der Oxidation mit Kaliumpermanganat — 194
 - 13.2 Die Oxidation von Ameisensäure mit Kaliumpermanganat — 196
 - 13.3 Die Oxidation von Methanol und Ethanol durch Kaliumpermanganat — 199
 - 13.4 Kaliumpermanganat auf Anionenaustauscherharz — 200
 - 13.5 Die Wirkung von Kaliumpermanganat auf Gase — 201

- 14 Löslichkeiten von Salzen bei unterschiedlichen Temperaturen — 203**
 - 14.1 Bestimmung der Löslichkeit durch die Konduktometrie am Beispiel einer gesättigten Natriumhydrogenkarbonatlösung — 204
 - 14.2 Bestimmung der Löslichkeiten von Salzen durch Berechnungen — 208
 - 14.3 Vorteile der Konduktometrie zur Bestimmung der Löslichkeiten von Salzen — 210

- 15 Messung der EMK — 211**
 - 15.1 Einleitende Vorbemerkungen — 212
 - 15.2 Herstellung einer Haber-Luggin-Kapillare — 212
 - 15.3 Bestimmung von Elektrodenpotenzialen — 220
 - 15.4 Zusammenhang von chemischer Arbeit und EMK — 221

- 16 Die Druckelektrolyse — 225**
 - 16.1 Vorteile der Druckelektrolyse — 226
 - 16.2 Besonderheiten von Druckelektrolysezellen — 226
 - 16.3 Versuch zur Druckelektrolyse mit Schwefelsäure — 229
 - 16.3.1 Versuchsvorbereitung und Durchführung — 229
 - 16.3.2 Auswertung der Messergebnisse — 230
 - 16.4 Versuch zur Druckelektrolyse von Essigsäure — 231
 - 16.4.1 Versuchsvorbereitung und Durchführung — 231
 - 16.4.2 Auswertung der Druckelektrolyse — 232
 - 16.5 Druckelektrolyse mit Kohlendioxid — 233
 - 16.5.1 Versuchsvorbereitung und Durchführung — 233
 - 16.5.2 Ergebnisse und Deutungen — 235
 - 16.6 Ausblick — 237

- 17 Redoxspeicher — 239**
 - 17.1 Das Chrom-Eisen-Redoxsystem — 240
 - 17.2 Versuch mit dem Chrom-Eisen-Redoxsystem — 242
 - 17.3 Versuchsauswertungen — 243
 - 17.4 Bestimmung des Sauerstoffgehaltes einer Gasprobe — 245
 - 17.5 Schlussfolgerungen — 246

- 18 Der Hochspannungsfunke — 247**
 - 18.1 Versuchsmaterialien für die Experimente — 248
 - 18.2 Hochspannungsfunken auf Gase — 250
 - 18.2.1 Versuchsdurchführung — 250
 - 18.2.2 Versuchsergebnis — 251
 - 18.3 Die Gasanalyse mit einem Eudiometer — 252

- 19 Elektrochemische Synthesen — 257**
 - 19.1 Literatur für elektrolytische Synthesen — 258
 - 19.2 Elektrochemische Präparate — 259
 - 19.2.1 Kaliumperoxodisulfat — 259
 - 19.2.2 Peroxokarbonat — 260
 - 19.2.3 Kaliumchlorat — 261
 - 19.2.4 Kaliumperchlorat — 262
 - 19.2.5 Titan(III)-sulfat — 263

19.2.6	Nitratbestimmung durch eine Elektrolyse —	265
19.2.7	Benzylalkohol —	266
19.2.8	Anilin —	266
19.2.9	Piperidin —	267
19.3	Die Schmelzflusselektrolyse —	267
19.3.1	Hinweise für die Durchführung von Experimenten —	267
19.3.2	Über Metallsalze —	269
19.3.3	Wichtige Metalle der Schmelzflusselektrolyse —	270
19.4	Elektrosynthese von anorganischen Stoffen —	271
19.5	Organische Elektrosynthesen —	275
19.6	Nachtrag: Vertrauen zur Wissenschaft —	281
A 1	Tabellen zur Berechnung der Äquivalentleitfähigkeiten —	287
A 2	Ausgewählte Normalpotenziale —	294
A 3	Physikalische Einheiten, Konstanten —	296
A 4	Tabellen für die Elektrolyse und Konduktometrie —	298
A 5	Materialien und Computerprogramme —	300
	Sachregister —	301