

1 Einführung

1.1	Klassifizierung der analytischen Methoden	1
1.2	Die Kategorien instrumenteller Methoden	2
1.3	Analysengeräte	3
1.4	Die Auswahl einer Analysenmethode	5
	Fragen und Aufgaben	10

2 Operationsverstärker in chemischen Meßinstrumenten

2.1	Eigenschaften von Operationsverstärkern	11
2.2	Einsatz von Operationsverstärkern in Schaltkreisen	14
2.3	Verstärkung und Messung der Signale von Meßwertwandlern	16
2.4	Verwendung von Operationsverstärkern zur Kontrolle von Spannung und Strom	21
2.5	Mathematische Anwendungen von Operationsverstärkern	22
2.6	Anwendung von Operationsverstärkern in Schaltungen	25
	Fragen und Aufgaben	27

3 Digital-Elektronik, Mikroprozessoren und Computer

3.1	Analoge und digitale Signale	30
3.2	Zählen und Arithmetik binärer Zahlen	31
3.3	Grundlegende Komponenten der digitalen Schaltung	32
3.4	Mikroprozessoren und Mikrocomputer	38
3.5	Bestandteile eines Rechners	41
3.6	Computerprogrammierung	43
3.7	Computeranwendungen	44
3.8	Computernetzwerke	46

4 Signale und Rauschen

4.1	Signal/Rausch-Verhältnis	49
4.2	Ursachen für das Rauschen in der instrumentellen Analyse	50
4.3	Erhöhung des Signal/Rausch- Verhältnisses	53
	Fragen und Aufgaben	61

5 Eigenschaften elektromagnetischer Strahlung

5.1	Überblick	62
5.2	Elektromagnetische Strahlung als Welle	64
5.3	Quantenmechanische Eigenschaften von Strahlung	75
	Fragen und Aufgaben	84

6 Geräte für die optische Spektroskopie

6.1	Die Komponenten eines optischen Geräts	86
6.2	Strahlungsquellen	87
6.3	Wellenlängenselektoren	96
6.4	Probenbehälter	107
6.5	Strahlungsdetektoren	108
6.6	Signalprozessoren und Ausgabegeräte . .	118
6.7	Faseroptik	118
6.8	Gerätemodelle	120
	Fragen und Aufgaben	132

7 Eine Einführung in die molekulare Ultraviolett/ sichtbare (UV/VIS) und Nahinfrarot(NIR) - Absorptionsspektroskopie

7.1	In der Absorptionsspektroskopie verwendete Begriffe	134
7.2	Quantitative Aspekte der Absorptionsmessungen	137

7.3	Geräte zur Absorptionsmessung in der ultravioletten, der sichtbaren und der Infrarot-Region	149
	Fragen und Aufgaben	161

8 Anwendungen der Molekülabsorptionsspektroskopie im UV/sichtbaren Bereich (UV/VIS)

8.1	Die Größe des molaren Extinktionskoeffizienten	163
8.2	Absorbierende Spezies	163
8.3	Einsatz der Absorptionsmessung in der qualitativen Analyse	173
8.4	Quantitative Analyse durch Absorptionsmessungen	174
8.5	Photometrische Titrationsen	181
8.6	Photoakustische Spektroskopie (PAS)	183
	Fragen und Aufgaben	186

9 Molekülfluoreszenz-, Phosphoreszenz- und Chemilumineszenzspektroskopie

9.1	Theorie der Fluoreszenz und Phosphoreszenz	190
9.2	Geräte zur Messung von Fluoreszenz und Phosphoreszenz	199
9.3	Anwendungen und Photolumineszenzmethoden	204
9.4	Chemilumineszenz	207
	Fragen und Aufgaben	210

10 Atomspektroskopie auf Basis thermischer und elektrothermischer Atomisierung

10.1	Probenatomisierung	213
10.2	Arten und Quellen atomarer Spektren	214
10.3	Flammenatomisierung	222
10.4	Atomabsorptionsspektroskopie (AAS)	229
10.5	Flammenemissionsspektroskopie (AES)	242
10.6	Atomfluoreszenzspektroskopie (AFS)	248
	Fragen und Aufgaben	250

11 Emissionsspektroskopie auf Basis von Plasma-, Bogen- und Funkenatomisierung

11.1	Spektren energiereicherer Quellen	254
11.2	Emissionsspektroskopie auf Basis von Plasmaquellen	254

11.3	Emissionsspektroskopie auf Basis von Bogen- und Funkenquellen	265
	Fragen und Aufgaben	273
12 Infrarot(IR)-Absorptionsspektroskopie		
12.1	Theorie der Infrarot-Absorption	275
12.2	Infrarot-Quellen und -Detektoren	283
12.3	Infrarot-Geräte	287
12.4	Techniken der Probenhandhabung	297
12.5	Qualitative Anwendungen der Mittinfrarot(MIR)-Absorption	300
12.6	Quantitative Anwendungen	307
12.7	Totalreflexions-Infrarot-Spektroskopie	311
12.8	Photoakustische Infrarot-Spektroskopie .	312
12.9	Nahinfrarot(NIR)-Spektroskopie	312
12.10	Ferninfrarot(FIR)-Spektroskopie	315
12.11	Infrarot-Emissionsspektroskopie	315
	Fragen und Aufgaben	316
13 Raman-Spektroskopie		
13.1	Theorie der Raman-Spektroskopie	321
13.2	Instrumentelle Ausrüstung	327
13.3	Anwendungen der Raman-Spektroskopie	330
13.4	Anwendungen anderer Arten der Raman-Spektroskopie	332
	Fragen und Aufgaben	334
14 Kernresonanzspektroskopie (NMR)		
14.1	Theorie der Kernresonanz	336
14.2	Einfluß der chemischen Umgebung auf NMR-Spektren	348
14.3	NMR-Spektrometer	361
14.4	Anwendungen der ^1H -NMR- Spektroskopie	367
14.5	^{13}C -NMR-Spektroskopie	371
14.6	Einsatz der Kernresonanz bei anderen Kernen	376
14.7	Zweidimensionale Fourier-Transform- Kernresonanz	378
	Fragen und Aufgaben	380
15 Röntgenspektroskopie (XRS)		
15.1	Grundlagen	387
15.2	Gerätebauteile	394
15.3	Röntgenfluoreszenzmethoden	403
15.4	Röntgenabsorptionsmethoden	410

15.5	Röntgenbeugungsmethoden	410
15.6	Die Elektronenmikrosonde	412
	Fragen und Aufgaben	413
16 Oberflächenanalyse mit Elektronenstrahlen		
16.1	Elektronenspektroskopie	415
16.2	Rasterelektronenmikroskop und Elektronenmikrosonde	427
	Fragen und Aufgaben	433
17 Radiochemische Methoden		
17.1	Radioaktive Isotope	434
17.2	Geräteausstattung	441
17.3	Neutronenaktivierungsmethoden	443
17.4	Isotopenverdünnungsmethoden	449
	Fragen und Aufgaben	451
18 Massenspektrometrie (MS)		
18.1	Massenspektrometer	455
18.2	Molekülspektren von verschiedenen Ionenquellen	472
18.3	Identifizierung reiner Substanzen mit Hilfe der Massenspektrometrie	482
18.4	Analyse von Mischungen mit Hilfe kombinierter MS-Methoden	486
18.5	Quantitative Anwendungen der Massenspektrometrie	489
18.6	Oberflächenanalyse mit der Massenspektrometrie	494
	Fragen und Aufgaben	496
19 Einführung in die elektroanalytische Chemie		
19.1	Elektrochemische Zellen	498
19.2	Zellpotentiale	502
19.3	Elektrodenpotentiale	503
19.4	Die Berechnung von Zellpotentialen aus Elektrodenpotentialen	513
19.5	Der Stromfluß in einer elektrochemischen Zelle	516
19.6	Elektroanalytische Methoden	524
	Fragen und Aufgaben	525
20 Potentiometrische Methoden		
20.1	Bezugselektroden	528
20.2	Metallelektroden	531

20.3	Membranelektroden	533
20.4	Molekülselektive Elektrodensysteme . . .	543
20.5	Geräte zur Messung von Zell- potentialen	546
20.6	Direktpotentiometrische Messungen . .	548
20.7	Potentiometrische Titrationsen	555
	Fragen und Aufgaben	556

21 Coulometrische Methoden

21.1	Stromstärke-Spannungs-Verlauf während der Elektrolyse	558
21.2	Einführung in coulometrische Analysen- methoden	563
21.3	Potentiostatische Coulometrie	565
21.4	Coulometrische Titrationsen (Amperostatische Coulometrie)	568
	Fragen und Aufgaben	573

22 Voltammetrie

22.1	Signalformen der Abscheidopotentiale in der Voltammetrie	577
22.2	Lineare Voltammetrie	577
22.3	Gepulste polarographische und voltammetrische Methoden	597
22.4	Stripping-Voltammetrie	603
22.5	Voltammetrie mit miniaturisierten Elektroden	606
22.6	Zyklische Voltammetrie	606
	Fragen und Aufgaben	609

23 Thermische Methoden

23.1	Thermogravimetrische Methoden	611
23.2	Differentialthermoanalyse (DTA)	615
23.3	Dynamische Differentialkalorimetrie (DSC)	619
	Fragen und Aufgaben	622

24 Einführung in chromatographische Trennmethode

24.1	Allgemeine Beschreibung der Chromatographie	623
24.2	Die Wanderungsgeschwindigkeiten der gelösten Substanzen	627
24.3	Die Bandenverbreiterung und die Effizienz einer Säule	629
24.4	Optimierung der Leistungsfähigkeit einer Säule	637

24.5	Zusammenfassung wichtiger Beziehungen in der Chromatographie	644
24.6	Anwendungen der Chromatographie . .	645
	Fragen und Aufgaben	648
25	Gaschromatographie (GC)	
25.1	Grundlagen der Gaschromatographie an flüssigen Phasen	650
25.2	Geräte für die Gaschromatographie . . .	652
25.3	Gaschromatographische Säulen und stationäre Phasen	660
25.4	Anwendung der Gaschromatographie an flüssigen Phasen (glc)	666
25.5	Gaschromatographie an festen Phasen (gsc)	671
	Fragen und Aufgaben	673
26	Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC)	
26.1	Der Einsatzbereich der HPLC	675
26.2	Die Effizienz der Flüssigkeitschromato- graphie	676
26.3	Geräte für die Flüssigkeitschromato- graphie	678
26.4	Verteilungschromatographie	691
26.5	Adsorptionschromatographie	702
26.6	Ionenchromatographie	704
26.7	Ausschlußchromatographie (SEC)	710
26.8	Dünnschichtchromatographie (TLC) . .	714
	Fragen und Aufgaben	720
27	Andere Trennmethoden	
27.1	Überkritische Fluidchromato- graphie (SFC)	722
27.2	Kapillarelektrophorese (CE)	728
	Fragen und Aufgaben	734
28	Automatisierte Methoden der Analyse	
28.1	Überblick über automatische Geräte und Automatisierung	735
28.2	Fließinjektionsanalyse (FIA)	737
28.3	Diskrete automatische Systeme	747
28.4	Automatische Analysen auf Basis der Mehrschichtfilmtechnik	752
	Fragen und Aufgaben	756

Anhang 1	
Auswertung analytischer Daten	757
A 1.1 Wiederholgenauigkeit und Meßgenauigkeit	757
A 1.2 Statistische Behandlung von Zufallsfehlern	762
A 1.3 Methode der kleinsten Quadrate	773
Fragen und Aufgaben	776
Anhang 2	
Einige elektrische Schaltkreise und ihre Bauteile	780
A 2.1 Gleichstromschaltkreise und -Messungen	780
A 2.2 Wechselstromschaltkreise	786
Fragen und Aufgaben	797
Anhang 3	
Einige elektronische Schaltkreise und ihre Bauteile	800
A 3.1 Halbleiter und Halbleiter-Bauteile	800
A 3.2 Stromversorgung und Regler	806
A 3.3 Ausgabegeräte	808
Anhang 4	
Aktivitätskoeffizienten	812
A 4.1 Eigenschaften von Aktivitätskoeffizienten	812
A 4.2 Experimentelle Ermittlung von Aktivitätskoeffizienten	813
A 4.3 Die Debye-Hückel-Gleichung	813
Anhang 5	
Einige Standard- und formale Elektrodenpotentiale	815
Anhang 6	
Empfohlene Verbindungen zur Herstellung von Standardlösungen einiger gebräuchlicher Elemente	819
Lösungen zu ausgewählten Aufgaben	821
Index	839
Fachwortverzeichnis Englisch-Deutsch	867