

Kurzübersicht

0	Der analytische Prozess	1
1	Chemische Messungen	17
2	Handwerkszeug des Analytikers	35
3	Experimenteller Fehler	63
4	Statistik	81
5	Qualitätssicherung und Kalibrationsmethoden	115
6	Das chemische Gleichgewicht	137
7	Aktivität und systematische Behandlung von Gleichgewichten	165
8	Einprotonige Säure-Base-Gleichgewichte	187
9	Mehrprotonige Säure-Base-Gleichgewichte	215
10	Säure-Base-Titrationen	237
11	Komplexometrische Titrationen	271
12	Gleichgewichtsprobleme für Fortgeschrittene	295
13	Grundlagen der Elektrochemie	319
14	Elektroden und Potentiometrie	351
15	Redox titrationen	385
16	Elektroanalytische Methoden	407
17	Grundlagen der Spektralphotometrie	443
18	Anwendungen der Spektralphotometrie	473
19	Spektralphotometer	501
20	Atomspektroskopie	541
21	Massenspektrometrie	569
22	Einführung in Analytische Trennverfahren	609
23	Gaschromatographie	639
24	Hochleistungsflüssigkeitschromatographie	671
25	Chromatographische Methoden und Kapillarelektrophorese	715
26	Gravimetrische Analyse, Fällungstitrationen und Verbrennungsanalyse	759
27	Probenvorbereitung	787
	Farbtafeln	
	Anmerkungen und Literaturangaben	809
	Glossar	843
	Anhang A	881
	Anhang B	883
	Anhang C	885
	Anhang D	887
	Anhang E	891
	Anhang F	893
	Anhang G	897
	Anhang H	907
	Anhang I	919
	Anhang J	923
	Anhang K	925
	Lösungen der Übungen	929
	Sachverzeichnis	933

Inhaltsverzeichnis

0	Der analytische Prozess	1
0.1	Charles David Keeling und die Messung des atmosphärischen CO ₂	2
0.2	Was der analytische Chemiker macht	7
0.3	Allgemeine Schritte in einer chemischen Analyse	13
1	Chemische Messungen	17
1.1	SI-Einheiten	18
1.2	Chemische Konzentrationen	21
1.3	Herstellung von Lösungen	25
1.4	Stöchiometrische Berechnungen für die gravimetrische Analyse	27
1.5	Einführung in die Titration	28
1.6	Berechnungen zu Titrationen	30
2	Handwerkszeug des Analytikers	35
2.1	Sicherer und verantwortungsbewusster Umgang mit Chemikalien und Rückständen	36
2.2	Das Laborbuch	39
2.3	Die analytische Waage	39
2.4	Büretten	45
2.5	Messkolben	47
2.6	Pipetten und Dosierspritzen	48
2.7	Filtration	51
2.8	Trocknung	52
2.9	Kalibrierung volumetrischer Glasgeräte	53
2.10	Einführung in Microsoft Excel®	55
2.11	Die Verwendung von Diagrammen mit Microsoft Excel	58
3	Experimenteller Fehler	63
3.1	Signifikante Ziffern	64
3.2	Signifikante Ziffern in der Arithmetik	65
3.3	Fehlerarten	67
3.4	Fortpflanzung der Messunsicherheit des Zufallsfehlers	70
3.5	Fortpflanzung der Unsicherheit durch systematische Fehler	77
4	Statistik	81
4.1	Gauß-Verteilung	82
4.2	Vertrauensintervalle	87
4.3	Vergleich von Mittelwerten mit Students t-Test	91
4.4	Vergleich von Standardabweichungen mit dem F-Test	97
4.5	t-Tests mit Tabellenkalkulation	98
4.6	Grubbs-Test auf einen Ausreißer	99
4.7	Die Methode der kleinsten Quadrate	100
4.8	Kalibrationskurven	105
4.9	Arbeitsblatt für kleinste Quadrate	108
5	Qualitätssicherung und Kalibrationsmethoden	115
5.1	Grundlagen der Qualitätssicherung	116
5.2	Methodenvalidierung	121
5.3	Standardzusatz	127
5.4	Innere Standards	131
5.5	Effektivität der Versuchsplanung	133
6	Das chemische Gleichgewicht	137
6.1	Die Gleichgewichtskonstante	138
6.2	Gleichgewicht und Thermodynamik	139
6.3	Löslichkeitsprodukt	142
6.4	Komplexbildung	145
6.5	Protonensäuren und Basen	148
6.6	pH-Wert	151
6.7	Die Stärke von Säuren und Basen	153
7	Aktivität und systematische Behandlung von Gleichgewichten	165
7.1	Der Einfluss der Ionenstärke auf die Löslichkeit von Salzen	166
7.2	Aktivitätskoeffizienten	168
7.3	pH, noch einmal	173
7.4	Die systematische Behandlung des Gleichgewichts	174
7.5	Anwendungen der systematischen Gleichgewichtsbehandlung	178
8	Einprotonige Säure-Base-Gleichgewichte	187
8.1	Starke Säuren und Basen	188
8.2	Schwache Säuren und Basen	191
8.3	Die Gleichgewichte schwacher Säuren	193
8.4	Die Gleichgewichte schwacher Basen	197
8.5	Puffer	199
9	Mehrprotonige Säure-Base-Gleichgewichte	215
9.1	Zweiprotonige Säuren und Basen	216
9.2	Zweiprotonige Puffer	225
9.3	Mehrprotonige Säuren und Basen	227
9.4	Welche ist die hauptsächliche Spezies?	228

9.5	Gleichungen für die Berechnung der Anteile einzelner Formen	230	14.7	Die Anwendung ionenselektiver Elektroden	376
9.6	Isoelektrischer und isoionischer pH	232	14.8	Chemische Festkörpersensoren	378
10	Säure-Base-Titrationsen	237	15	Redox titrationen	385
10.1	Titration einer starken Säure mit einer starken Base	238	15.1	Die Form der Redox titrationskurve	386
10.2	Titration einer schwachen Säure mit einer starken Base	241	15.2	Bestimmung des Endpunkts	392
10.3	Die Titration einer schwachen Base mit einer starken Säure	245	15.3	Einstellung des Oxidationszustands des Analyten	395
10.4	Titrationsen in zweiprotonigen Systemen	246	15.4	Oxidation mit Kaliumpermanganat	396
10.5	Ermittlung des Endpunkts mit einer pH-Elektrode	249	15.5	Oxidation mit Ce^{4+}	398
10.6	Endpunktsbestimmung mit Indikatoren	254	15.6	Oxidation mit Kaliumdichromat	399
10.7	Praktische Hinweise	259	15.7	Methoden unter Verwendung von Iod	401
10.8	Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl	259	16	Elektroanalytische Methoden	407
10.9	Der Nivellierungseffekt	262	16.1	Grundlagen der Elektrolyse	408
10.10	Berechnung von Titrationskurven mit Hilfe der Tabellenkalkulation	263	16.2	Elektrogravimetrische Analyse	414
11	Komplexometrische Titrationsen	271	16.3	Coulometrie	416
11.1	Metall-Chelatkomplexe	272	16.4	Amperometrie	419
11.2	Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA)	275	16.5	Voltammetrie	425
11.3	Titrationskurven mit EDTA	280	16.6	Karl-Fischer-Titration von Wasser	436
11.4	Versuchen Sie es mit einer Tabellenkalkulation	282	17	Grundlagen der Spektralphotometrie	443
11.5	Hilfskomplexbildner	284	17.1	Eigenschaften des Lichts	444
11.6	Metallindikatoren	287	17.2	Lichtabsorption	446
11.7	Titrationsmethoden mit EDTA	290	17.3	Messung der Absorption	450
12	Gleichgewichtsprobleme für Fortgeschrittene	295	17.4	Das Lambert-Beersche Gesetz in der Chemischen Analyse	452
12.1	Allgemeiner Umgang mit Säure-Base-Systemen	296	17.5	Spektralphotometrische Titrationsen	455
12.2	Aktivitätskoeffizienten	300	17.6	Vorgänge bei der Lichtabsorption	456
12.3	Abhängigkeit der Löslichkeit vom pH	304	17.7	Lumineszenz	461
12.4	Analyse von Säure-Base-Titrationsen mit Differenz-Plots	311	18	Anwendungen der Spektralphotometrie	473
13	Grundlagen der Elektrochemie	319	18.1	Analyse einer Mischung	474
13.1	Grundkonzepte	320	18.2	Bestimmung von Gleichgewichtskonstanten: Der Scatchard-Plot	479
13.2	Galvanische Zellen	325	18.3	Methode der kontinuierlichen Variation	481
13.3	Standardpotentiale	328	18.4	Fließinjektionsanalyse und Sequenzielle Injektionsanalyse	483
13.4	Die Nernstsche Gleichung	330	18.5	Immunoassays und Aptamere	488
13.5	E^0 und die Gleichgewichtskonstante	336	18.6	Sensoren auf der Basis von Fluoreszenzlösung	490
13.6	Galvanische Zellen als chemische Sonden	338	19	Spektralphotometer	501
13.7	Biochemiker verwenden E^0	341	19.1	Lichtquellen: Lampen und Laser	504
14	Elektroden und Potentiometrie	351	19.2	Monochromatoren	507
14.1	Bezugselektroden	352	19.3	Detektoren	512
14.2	Indikatorelektroden	354	19.4	Optische Sensoren	520
14.3	Was ist ein Diffusionspotential?	357	19.5	Fourier-Transformations-Infrarotspektroskopie (FT-IR Spektroskopie)	528
14.4	Wie arbeiten ionenselektive Elektroden?	358	19.6	Rauschen	534
14.5	pH-Messung mit einer Glaselektrode	361	20	Atomspektroskopie	541
14.6	Ionenselektive Elektroden (ISE)	368	20.1	Überblick	542
			20.2	Atomisierung: Flammen, Öfen und Plasmen	545
			20.3	Der Einfluss der Temperatur in der Atom-spektroskopie	551

20.4	Apparatur	552	26.3	Beispiele für gravimetrische Berechnungen	767
20.5	Interferenz	558	26.4	Verbrennungsanalyse	770
20.6	Induktiv gekoppeltes Plasma – Massenspektrometrie (ICP-MS)	562	26.5	Fällungstitrationskurven	773
21	Massenspektrometrie	569	26.6	Titration eines Gemischs	778
21.1	Was ist Massenspektrometrie?	570	26.7	Berechnung von Titrationskurven mit einem Tabellenkalkulationsprogramm	779
21.2	Oh, Massenspektrum, sprich zu mir!	575	26.8	Endpunktbestimmung	781
21.3	Arten der Massenspektrometer	582	27	Probenvorbereitung	787
21.4	Chromatographie – Massenspektrometrie	590	27.1	Statistik der Probenahme	789
21.5	Open-Air-Probenahme für die Massenspektrometrie	602	27.2	Auflösung der Proben für die Analyse	794
27.3	Techniken zur Probenvorbereitung	801			
22	Einführung in Analytische Trennverfahren	609		Farbtafeln	
22.1	Lösungsmittlextraktion	610		Anmerkungen und Literaturangaben	809
22.2	Was ist Chromatographie?	615		Glossar	843
22.3	Chromatographie aus der Sicht eines Rohrlegers	618		Anhang A	881
22.4	Effizienz einer Trennung	622		Logarithmen und Exponenten	881
22.5	Warum Banden breiter werden	629		Anhang B	883
23	Gaschromatographie	639		Graphische Darstellung von Geraden	883
23.1	Der Trennprozess in der Gaschromatographie	640		Anhang C	885
23.2	Probeninjektion	652		Fortpflanzung der Messunsicherheit	885
23.3	Detektoren	656		Anhang D	887
23.4	Probenvorbereitung	663		Oxidationszahlen und Ausgleich von Redoxreaktionen	887
23.5	Methodenentwicklungen in der Gaschromatographie	665		Anhang E	891
24	Hochleistungsflüssigkeitschromatographie	671		Äquivalentkonzentration	891
24.1	Der chromatographische Prozess	672		Anhang F	893
24.2	Injektion und Detektion in der HPLC	690		Löslichkeitsprodukte*	893
24.3	Methodenentwicklung für Trennungen an Umkehrphasen	697		Anhang G	897
24.4	Trennungen mit Gradienten	704		Säure(dissoziations)konstanten	897
24.5	Hier hilft uns der Computer	708		Anhang H	907
25	Chromatographische Methoden und Kapillarelektrophorese	715		Standardreduktionspotentiale	907
25.1	Ionenaustausch-Chromatographie	716		Anhang I	919
25.2	Ionenchromatographie	724		Komplexstabilitätskonstanten	919
25.3	Molekülausschluss-Chromatographie	730		Anhang J	923
25.4	Affinitätschromatographie	733		Logarithmen der Komplexbildungskonstanten für die Reaktion $M(aq) + L(aq) \rightleftharpoons ML(aq)$	923
25.5	Hydrophobe Wechselwirkungschromatographie	734		Anhang K	925
25.6	Grundlagen der Kapillarelektrophorese	734		Analytische Standards	925
25.7	Durchführung der Kapillarelektrophorese	743		Lösungen der Übungen	929
25.8	Lab on a chip: Erforschung der Chemie des Gehirns	754		Sachverzeichnis	933
26	Gravimetrische Analyse, Fällungstitrationen und Verbrennungsanalyse	759			
26.1	Beispiele für gravimetrische Analysen	760			
26.2	Fällung	762			