

# Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 7. Auflage	V
Vorbemerkung	VI
1. Grundlagen	1
1.1. Konzentrationsangaben	1
1.2. Chemische Grundgesetze	6
1.3. Mischungen von Stoffen	9
1.3.1. Die Mischungsregel	9
1.3.2. Das Dreiecksdiagramm	11
1.3.3. Prozentuale Zusammensetzung von Stoffgemischen	11
1.4. Die chemische Reaktion	13
1.4.1. Das chemische Gleichgewicht	14
1.5. Elektrolyte	15
1.5.1. Definition	15
1.5.2. Das Gleichgewicht der elektrolytischen Dissoziation	16
1.5.2.1. Die stöchiometrische Dissoziationskonstante	16
1.5.2.2. Die thermodynamische Dissoziationskonstante	18
2. Neutralisationsanalyse	22
2.1. Die Dissoziation des Wassers	22
2.2. Säuren und Basen, Protolyte	24
2.3. Die Autoprotolyse des Wassers	25
2.4. Die Autoprotolyse anderer Lösungsmittel	25
2.5. Die quantitative Behandlung der Protolyse von Säuren und Basen und die Stärke von Säuren und Basen	27
2.5.1. Die Dissoziationskonstanten	27
2.5.2. Die Wasserstoffionenkonzentration in Säure-, Base- und Salzlösungen	36
2.5.2.1. Starke Säuren	36
2.5.2.2. Starke Basen	37
2.5.2.3. Mehrere starke Säuren bzw. mehrere starke Basen nebeneinander	37
2.5.2.4. Schwache Säuren	37
2.5.2.5. Starke und schwache Säuren nebeneinander	39
2.5.2.6. Mehrere schwache Säuren nebeneinander	41
2.5.2.7. Salze, die bei der Dissoziation als Kation eine Säure liefern, während das Anion nicht protolysiert	42
2.5.2.8. Schwache Basen	42
2.5.2.9. Starke und schwache Basen nebeneinander	43
2.5.2.10. Mehrere schwache Basen nebeneinander	44
2.5.2.11. Salze, die bei der Dissoziation als Anion eine Base liefern, während das Kation nicht protolysiert	45
2.5.2.12. Salze, die bei der Dissoziation als Kation eine schwache Säure und als Anion eine schwache Base liefern	46
2.6. Der pH-Wert	46
2.7. Die Titration einer starken Säure mit einer starken Base und umgekehrt	50
2.7.1. Der Äquivalenzpunkt	50

2.7.2.	Die Neutralisationskurven . . . . .	50
2.7.3.	Die Ermittlung des Äquivalenzpunktes mit Hilfe von Indikatoren . . . . .	53
2.8.	Die Titration einer schwachen Säure mit einer starken Base und umgekehrt . . . . .	53
2.8.1.	Die rechnerische Ermittlung des Äquivalenzpunktes und der $pH$ -Werte, die im Verlaufe der Titration einer schwachen Säure auftreten . . . . .	53
2.8.2.	Die rechnerische Ermittlung des Äquivalenzpunktes und der $pH$ -Werte, die im Verlaufe der Titration einer schwachen Base auftreten . . . . .	55
2.8.3.	Die Neutralisationskurven . . . . .	55
2.8.4.	Die graphische Ermittlung der Konzentrationen der einzelnen Komponenten im Protolysesystem . . . . .	57
2.8.5.	Die Ermittlung des Äquivalenzpunktes und die Genauigkeit der Titration . . . . .	61
2.9.	Die Titration einer schwachen Säure mit einer schwachen Base und umgekehrt . . . . .	64
2.10.	Die Titration von mehrwertigen Säuren und Basen . . . . .	65
2.10.1.	Die Dissoziationskonstanten . . . . .	65
2.10.2.	Die Neutralisationskurve . . . . .	66
2.10.3.	Die graphische Ermittlung der Konzentrationen der einzelnen Komponenten in dem Protolysesystem . . . . .	73
2.10.4.	Der $pH$ -Wert bei den Äquivalenzpunkten . . . . .	74
2.10.5.	Der isoelektrische Punkt . . . . .	76
2.11.	Die Titration von zwei Säuren verschiedener Stärke nebeneinander . . . . .	77
2.12.	Pufferlösungen . . . . .	79
2.12.1.	Die Herstellung und der $pH$ -Wert von Pufferlösungen . . . . .	79
2.12.2.	Die Pufferkapazität . . . . .	81
2.13.	Herstellung von Standardlösungen (Normallösungen) für die Neutralisationsanalyse . . . . .	82
2.14.	Tafel zur Berechnung von $pH$ -Werten . . . . .	86
3.	Fällungsanalyse . . . . .	90
3.1.	Löslichkeit fester Stoffe (Salze) . . . . .	91
3.2.	Das Löslichkeitsprodukt . . . . .	93
3.2.1.	Der schwerlösliche Stoff ist kein Protolyt . . . . .	93
3.2.2.	Der schwerlösliche Stoff ist ein Protolyt . . . . .	97
3.2.2.1.	Schwerlösliche Säuren und Basen . . . . .	97
3.2.2.2.	Schwerlösliche Stoffe, deren Kation oder Anion eine Säure oder Base darstellt . . . . .	99
3.2.3.	Der schwerlösliche Stoff oder eines seiner Ionen bildet Komplexe . . . . .	105
3.2.4.	Die Abhängigkeit der Löslichkeit von der Ionenstärke . . . . .	116
3.3.	Der Verlauf einer Fällungsreaktion . . . . .	117
3.4.	Fraktionierte Fällung . . . . .	120
3.5.	Praktische Anwendung von Fällungsreaktionen . . . . .	122
3.6.	Wägung . . . . .	126
3.6.1.	Masse, Schwerkraft . . . . .	126
3.6.2.	Wägefehler . . . . .	127
3.7.	Tafel zur Berechnung der Löslichkeit schwerlöslicher Salze . . . . .	129
4.	Komplexometrische Analyse . . . . .	130
4.1.	Die Komplexe . . . . .	130

4.1.1.	Die Struktur der Komplexe	130
4.1.2.	Die Komplexe	133
4.2.	Titrationenarten der Komplexometrie	137
4.2.1.	Die direkte Titration	137
4.2.1.1.	Die Metallionenkonzentration im Verlauf der Titration und am Äquivalenzpunkt	139
4.2.2.	Die Umsetzung mit Komplexonüberschuß und die Rücktitration	140
4.2.3.	Die Substitutionstitration	140
4.2.4.	Die Umsetzung mit Komplexonüberschuß und die Titration der in Freiheit gesetzten Wasserstoffionen	142
4.3.	Kryptatbildner	142
5.	Oxidations- und Reduktionsanalyse	145
5.1.	Die Begriffe von Oxidation und Reduktion	145
5.2.	Die Redoxpotentiale	146
5.2.1.	Die reduzierte Form des Redoxsystems ist ein Metall	146
5.2.1.1.	Die Galvanispannung	146
5.2.1.2.	Die galvanische Kette	148
5.2.2.	Die reduzierte Form des Redoxsystems ist Wasserstoff	149
5.2.3.	Die oxidierte Form des Redoxsystems ist Sauerstoff	152
5.2.4.	Reduzierte und oxidierte Form eines Redoxsystems sind Ionen	153
5.2.5.	Der Einfluß der Wasserstoffionenkonzentration auf die Galvanispannung	154
5.2.6.	Normalpotentiale von Redoxsystemen	155
5.3.	Redoxgleichgewichte	157
5.4.	Der Äquivalenzpunkt	160
5.4.1.	Die Konzentrationsverhältnisse der Redoxpartner am Äquivalenzpunkt	160
5.4.2.	Das Elektrodenpotential am Äquivalenzpunkt	161
5.5.	Die Titrationskurve	162
5.6.	Praktische Anwendung von Redox titrationen	164
5.6.1.	Titrationen, bei denen der Titrator in der oxidierten Form vorliegt	164
5.6.2.	Titrationen, bei denen der Titrator in der reduzierten Form vorliegt	167
5.7.	Der $pH$ -Wert	167
5.8.	Die Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit von Redoxreaktionen	168
5.9.	Die Überspannung	169
6.	Elektroanalyse	170
6.1.	Die Elektrolyse	170
6.1.1.	Kathodische Reduktion und anodische Oxidation	170
6.1.2.	Die Faradayschen Gesetze	171
6.2.	Die Zersetzungsspannung	171
6.3.	Die elektrolytische Trennung	174
6.4.	Die innere Elektrolyse	176
7.	Die Methoden zur Bestimmung von Titrationsendpunkten	177
7.1.	Endpunktsbestimmung mit Hilfe von Indikatoren	177
7.1.1.	Indikatoren für die Neutralisationsanalyse	177
7.1.1.1.	Das Umschlagsintervall	177
7.1.1.2.	Mischindikatoren	181
7.1.1.3.	Indikatorfehler	182

7.1.2.	Indikatoren für die Fällungsanalyse . . . . .	183
7.1.2.1.	Indizierung durch Auftreten bzw. Verschwinden eines Niederschlages . . . . .	183
7.1.2.2.	Indizierung durch Auftreten eines gefärbten Niederschlages bei Zusatz eines Indikators . . . . .	183
7.1.2.3.	Indizierung durch Farbänderung, die ein Niederschlag in Anwesenheit eines Indikators am Äquivalenzpunkt erfährt . . . . .	184
7.1.2.4.	Indizierung durch Farbänderung der Lösung am Äquivalenzpunkt . . . . .	185
7.1.3.	Indikatoren der komplexometrischen Analyse . . . . .	186
7.1.4.	Indikatoren der Oxidations- und Reduktionsanalyse . . . . .	189
7.1.4.1.	Indizierung durch Auftreten oder Verschwinden der Farbe des Oxidations- bzw. des Reduktionsmittels . . . . .	189
7.1.4.2.	Indizierung mit Hilfe eines reversiblen Redoxindikators . . . . .	189
7.2.	Endpunktsbestimmung mit Hilfe physikalischer Methoden . . . . .	191
7.2.1.	Potentiometrische Endpunktsbestimmung . . . . .	191
7.2.1.1.	Methodik der potentiometrischen Titration . . . . .	192
7.2.1.2.	Die Anwendung der Potentiometrie auf die Neutralisationsanalyse . . . . .	195
7.2.1.3.	Die Anwendung der Potentiometrie auf die Fällungsanalyse . . . . .	197
7.2.1.4.	Die Anwendung der Potentiometrie auf die Oxidations- und Reduktions- analyse . . . . .	197
7.2.2.	Konduktometrische Endpunktsbestimmung . . . . .	198
7.2.2.1.	Konduktometrische Endpunktsbestimmung bei der Neutralisations- analyse . . . . .	199
7.2.2.2.	Konduktometrische Endpunktsbestimmung bei der Fällungsanalyse . . . . .	201
8.	Kolorimetrie und Nephelometrie . . . . .	203
8.1.	Gesetze . . . . .	203
8.2.	Kolorimetrische Bestimmungen . . . . .	206
9.	Gasanalyse . . . . .	211
9.1.	Das Boyle-Mariottesche Gesetz . . . . .	211
9.2.	Das Gay-Lussacsche Gesetz . . . . .	211
9.3.	Die Avogadrosche Theorie . . . . .	213
9.4.	Das allgemeine Gasgesetz . . . . .	213
9.5.	Die Anwendung des Gasgesetzes auf Gasmischungen . . . . .	214
9.6.	Volumetrische Gasanalyse . . . . .	215
10.	Radiochemie . . . . .	217
10.1.	Masse und Ladung von Atomkernen . . . . .	217
10.2.	Radioaktivität . . . . .	220
10.3.	Zerfallsgeschwindigkeit . . . . .	222
10.4.	Radioaktives Gleichgewicht . . . . .	229
10.5.	Strahlungseinheiten . . . . .	230
11.	Internationales Einheitensystem (SI-Einheiten), Konstanten, Umrech- nungstabelle . . . . .	233
12.	Anhang – Aufgaben und Lösungen . . . . .	241
	Periodensystem der Elemente mit Angabe der Atomgewichte . . . . .	280
	Sachregister . . . . .	281