

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Aufbau und Durchführung des Praktikums	1
Unfallverhütung im Praktikum	3
Allgemeine Chemie	4
1. Empfindlichkeit chemischer Reaktionen; Chemisches Gleichgewicht	4
1.1. Literatur	4
1.2. Theoretische Grundlagen	4
1.2.1. Empfindlichkeit chemischer Reaktionen	4
1.2.2. Chemisches Gleichgewicht (Prinzip von LE CHATELIER; Massenwirkungsgesetz; NERNSTScher Verteilungssatz)	6
1.3. Aufgaben	10
1.3.1. Empfindlichkeit chemischer Reaktionen	10
1.3.2. Chemisches Gleichgewicht (Verschiebungen der Gleichgewichtslage; Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von Konzentration und Temperatur; Katalyse; Verteilung eines Stoffes zwischen zwei nicht mischbaren Flüssigkeiten.)	11
1.4. Übungsaufgaben und Seminarthemen	14
2. Elektrolyte I	15
2.1. Literatur	15
2.2. Theoretische Grundlagen	16
2.2.1. Säuren, Basen, Salze	16
2.2.2. Elektrolytische Dissoziation	18
2.2.3. Neutralisation	20
2.2.4. Ionenprodukt des Wassers; pH-Wert	20
2.2.5. Berechnen von pH-Werten und ihre Messung mit Indikatoren	22
2.3. Aufgaben	24
2.3.1. Bestimmung des Dissoziationsgrades aus der Gefrierpunktserniedrigung einer wäßrigen Lösung	24
2.3.2. Aufnahme einer Neutralisationskurve	26
2.3.3. Bestimmung der Dissoziationskonstanten einer schwachen Säure	26
2.3.4. Messen und Berechnen von pH-Werten	27
2.4. Übungsaufgaben und Seminarthemen	27
3. Elektrolyte II	28
3.1. Literatur	28

3.2.	Theoretische Grundlagen	28
3.2.1.	Hydrolyse und Berechnung der pH-Werte von Salzlösungen	28
3.2.2.	Pufferlösungen und Berechnung ihrer pH-Werte	31
3.2.3.	Löslichkeitsprodukt	32
3.3.	Aufgaben	33
3.3.1.	Hydrolyse	33
3.3.2.	Pufferlösungen (Wirkung, Herstellung, Kapazität)	34
3.3.3.	Titrationskurve von Essigsäure mit Natronlauge	36
3.3.4.	Löslichkeitsprodukt	36
3.4.	Übungsaufgaben und Seminarthemen	37
4.	Oxidation und Reduktion	38
4.1.	Literatur	38
4.2.	Theoretische Grundlagen	38
4.2.1.	Redox-Vorgänge (allgemeine Grundlagen)	38
4.2.2.	Formulierung von Redox-Reaktionen	39
4.2.3.	Elektrochemische Spannungsreihe und Konzentrationsabhängigkeit von Redoxpotentialen	41
4.2.4.	Redoxamphotere Stoffe und Redox-Disproportionierung	44
4.2.5.	Redoxäquivalentgewicht	45
4.3.	Aufgaben	45
4.3.1.	Einfache Aufgaben zur elektrochemischen Spannungsreihe	45
4.3.2.	Einfluß der Konzentrationsverhältnisse auf den Ablauf von Redox-Reaktionen; Anwendung der NERNSTSchen Gleichung	47
4.3.3.	Redoxamphotere Wirkung von Wasserstoffperoxid	48
4.4.	Übungsaufgaben und Seminarthemen	48
5.	Thermochemie	50
5.1.	Literatur	50
5.2.	Theoretische Grundlagen	50
5.2.1.	Exotherme und endotherme Reaktionen	50
5.2.2.	HESSscher Satz und seine Anwendung	51
5.2.3.	Wärmetönungen bei einigen ausgewählten Umsetzungen	52
5.2.3.1.	Lösungsenthalpie von Salzen	52
5.2.3.2.	Neutralisationsenthalpie	53
5.2.4.	Kalorimetrische Messung von Reaktionswärmen	53
5.2.4.1.	Allgemeine Grundlagen	53
5.2.4.2.	Bestimmung des Wasserwertes eines Kalorimeters	54
5.3.	Aufgaben	54
5.3.1.	Qualitative Untersuchung der Lösungsenthalpien von Salzen	54
5.3.2.	Allgemeine Grundlagen zu den Kap. 5.3.2.1. und 5.3.2.2.	55
5.3.2.1.	Neutralisationsenthalpie	56
5.3.2.2.	Bildungsenthalpie von Magnesiumoxid	57
5.4.	Übungsaufgaben und Seminarthemen	58

Reaktionen der Elemente und ihrer Verbindungen	60
6. Allgemeine theoretische Grundlagen zum 7. – 11. Arbeitstag	60
6.1. Literatur	60
6.2. Aufbauprinzip des Periodensystems der chemischen Elemente	61
6.3. Zusammenhänge im PSE.	64
6.4. Grundlagen der chemischen Bindung	67
6.4.1. Heteropolare Bindung	67
6.4.2. Homöopolare Bindung	68
6.4.3. Metallische Bindung	72
6.4.4. Übergänge zwischen den Bindungsarten	74
6.5. Seminar- und Übungsthemen	76
7. Sechste und siebente Hauptgruppe des PSE	78
7.1. Literatur	78
7.2. Theoretische Grundlagen	78
7.2.1. Siebente Hauptgruppe des PSE (Halogene)	78
7.2.2. Sechste Hauptgruppe des PSE (Chalkogene)	81
7.3. Aufgaben	83
7.3.1. Siebente Hauptgruppe des PSE	83
7.3.1.1. Oxidationswirkung von Halogenen bzw. Reduktionswirkung ihrer Anionen	83
7.3.1.2. Oxidationswirkung von Halogensauerstoffsäuren	84
7.3.1.3. Darstellung der Halogene, Halogenwasserstoffe und Halogensauerstoffverbindungen	85
7.3.1.4. Weitere charakteristische Reaktionen und Nachweise für elementare Halogene und ihre Anionen	87
7.3.2. Sechste Hauptgruppe des PSE (1. Teil)	89
7.3.2.1. Oxidationswirkung von Chalkogenen bzw. reduzierende Eigenschaften ihrer Anionen	89
7.3.2.2. Säurecharakter von Chalkogenwasserstoffen	89
7.3.2.3. Nachweis von Sulfidionen	90
7.4. Seminar- und Übungsthemen	91
8. Fünfte Hauptgruppe des PSE	91
8.1. Literatur	91
8.2. Theoretische Grundlagen	91
8.3. Aufgaben	93
8.3.1. Sechste Hauptgruppe des PSE (Fortsetzung)	94
8.3.1.1. Oxidierende bzw. reduzierende Wirkung von Chalkogensauerstoffsäuren	94
8.3.1.2. Nachweis von Sulfationen	95
8.3.1.3. Eigenschaften des analytisch und praktisch wichtigen Thiosulfat($S_2O_3^{2-}$)-Ions	95
8.3.2. Fünfte Hauptgruppe des PSE	96
8.3.2.1. Oxidations- bzw. Reduktionswirkung von Sauerstoffsäuren der Elemente der 5. HG.	96

8.3.2.2. Säure- bzw. Basecharakter der Oxide von Elementen der 5. HG	98
8.3.2.3. Stabilität von AsH_3 bzw. SbH_3	99
8.3.2.4. Weitere charakteristische Reaktionen und Nachweise	100
8.4. Seminar- und Übungsthemen	103
9. Erste, zweite, dritte und vierte Hauptgruppe des PSE	104
9.1. Literatur	104
9.2. Theoretische Grundlagen	104
9.2.1. Vierte Hauptgruppe des PSE	104
9.2.2. Dritte Hauptgruppe des PSE	106
9.2.3. Erste und zweite Hauptgruppe des PSE	107
9.3. Aufgaben	109
9.3.1. Vierte Hauptgruppe des PSE	109
9.3.1.1. Oxidations- bzw. Reduktionswirkung von Verbindungen der 4. HG	109
9.3.1.2. Saurer bzw. basischer Charakter der Hydroxid-Verbindungen	110
9.3.1.3. Weitere charakteristische Reaktionen und Nachweise	111
9.3.2. Erste, zweite und dritte Hauptgruppe des PSE	114
9.3.2.1. Redoxreaktionen des Thalliums	114
9.3.2.2. Saurer bzw. basischer Charakter der Hydroxid-Verbindungen	115
9.3.2.3. Weitere charakteristische Reaktionen und Nachweise	116
9.4. Seminar- und Übungsthemen	118
10. Übergangselemente I	119
10.1. Literatur	119
10.2. Theoretische Grundlagen zum 10. und 11. Arbeitstag	119
10.3. Aufgaben	125
10.3.1. Redoxreaktionen	125
10.3.1.1. Reduktion von Ti(IV) zu Ti(III)	125
10.3.1.2. Reduktion von Vanadin(V)	126
10.3.1.3. Redoxreaktionen der Chromverbindungen	126
10.3.1.4. Redoxreaktionen der Manganverbindungen	127
10.3.2. Reaktionen mit Natronlauge, Ammoniak- und Ammoniumsulfid-Lösung	128
10.3.2.1. Reaktionen des Ti(IV)	128
10.3.2.2. Reaktionen des Vanadin(V)	129
10.3.2.3. Reaktionen des Chrom(III)	129
10.3.2.4. Reaktionen des Mangan(II)	130
10.3.3. Bildung von Isopolyanionen	130
10.3.4. Weitere charakteristische Reaktionen und Nachweise	131
10.4. Seminar- und Übungsthemen	133
11. Übergangselemente II	133
11.1. Literatur	133

11.2.	Theoretische Grundlagen	133
11.3.	Aufgaben	133
11.3.1.	Elemente der 8. Nebengruppe (Fe, Co, Ni)	134
11.3.1.1.	Redoxreaktionen	134
11.3.1.2.	Reaktionen mit Natronlauge, Ammoniak- und $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ -Lösung	134
11.3.1.3.	Komplexbildungsreaktionen und Eigenschaften der Komplexe	137
11.3.1.4.	Weitere charakteristische Reaktionen und Nachweise	138
11.3.2.	Elemente der 1. Nebengruppe (Cu, Ag)	139
11.3.2.1.	Redoxreaktionen des Cu(II)	139
11.3.2.2.	Reaktionen von Cu(II) und Ag(I) mit Natronlauge, Ammoniak- und H_2S -Lösung	140
11.3.2.3.	Komplexbildungsreaktionen und Eigenschaften der Komplexe	141
11.3.2.4.	Weitere charakteristische Reaktionen und Nachweise	142
11.3.3.	Elemente der 2. Nebengruppe (Zn, Cd, Hg)	142
11.3.3.1.	Redoxreaktionen des Quecksilbers	142
11.3.3.2.	Reaktionen mit Natronlauge, Ammoniaklösung und S^{2-} -Ionen	143
11.3.3.3.	Weitere charakteristische Reaktionen und Nachweise	145
11.3.4.	Elemente der 3. Nebengruppe (Lanthan)	145
11.3.4.1.	Reaktionen mit Natronlauge und Ammoniaklösung	145
11.3.4.2.	Weitere charakteristische Reaktionen und Nachweise	145
11.4.	Seminar- und Übungsthemen	146
Quantitative und qualitative Analysen		147
Einführung zum analytischen Teil des Praktikums		147
12.	Maßanalytische Bestimmungsmethoden I (Neutralisations-, Fällungs- und Komplexbildungsreaktionen)	148
12.1.	Literatur	148
12.2.	Allgemeine Grundlagen zur Maßanalyse	149
12.2.1.	Handhabung der Geräte	149
12.2.2.	Fehlerquellen bei der Maßanalyse	150
12.2.3.	Berechnung von maßanalytischen Analysenergebnissen	151
12.3.	Theoretische Grundlagen zu den Neutralisations-, Fällungs- und Komplexbildungstitrationen	152
12.3.1.	Neutralisationsverfahren	152
12.3.2.	Fällungsverfahren	153
12.3.3.	Komplexbildungsverfahren	154
12.4.	Aufgaben	156
12.4.1.	Neutralisationstitrationen	156
12.4.1.1.	Titration von Salzsäure mit 0,1n Natronlauge	156
12.4.1.2.	Titration von Essigsäure mit 0,1n Natronlauge	156
12.4.2.	Fällungstitration (Chlorid-Best. nach MOHR)	157

12.5.	12.4.3. Komplexbildungstitration (Best. von Zn(II)-Ionen)	157
12.5.	Seminarthemen	157
13.	Maßanalytische Bestimmungsmethoden II (Oxidations- und Reduktionstitrationen)	158
13.1.	Literatur	158
13.2.	Theoretische Grundlagen	158
13.2.1.	Manganometrie	158
13.2.2.	Cerimetrie	159
13.2.3.	Bromatometrie	160
13.2.4.	Jodometrie	161
13.3.	Aufgaben	161
	13.3.1. Manganometrische Titration von Fe(II)-Ionen nach REINHARDT-ZIMMERMANN	161
	13.3.2. Cerimetrische Titration von Fe(II)-Ionen	163
	13.3.3. Bromatometrische Titration von Sb(III)-Lösung	163
	13.3.4. Jodometrische Titration einer Cu(II)-Salzlösung	163
13.4.	Seminarthemen	164
14.	Maßanalytische Bestimmungsmethoden III (Elektrochemische Verfahren: Konduktometrie, Potentiometrie)	164
14.1.	Literatur	164
14.2.	Theoretische Grundlagen	164
14.2.1.	Konduktometrie	165
14.2.1.1.	Allgemeine Grundlagen	165
14.2.1.2.	Meßmethodik	166
14.2.2.	Potentiometrie	170
14.2.2.1.	Allgemeine Grundlagen	170
14.2.2.2.	Meßmethodik	171
14.3.	Aufgaben	174
	14.3.1. Konduktometrie	174
	14.3.1.1. Titration von Schwefelsäure mit Natronlauge	174
	14.3.1.2. Titration von Essigsäure mit Natronlauge	174
	14.3.1.3. Titration eines Gemisches aus Essig- und Schwefelsäure mit Natronlauge	174
	14.3.1.4. Titrationskurven bei konduktometrischen Fällungstitrationen	175
	14.3.2. Potentiometrie	175
	14.3.2.1. Fällungstitration von Chloridionen mit Silbernitratlösung	175
	14.3.2.2. Redoxtitration von Sn(II)-Ionen mit $K_2Cr_2O_7$ -Lösung	175
	14.3.2.3. pH-Messung mit Hilfe einer Glaselektrode	176
14.4.	Seminarthemen	176
15.	Gravimetrie (einschließlich Elektrogravimetrie)	177
15.1.	Literatur	177

15.2.	Theoretische Grundlagen	177
15.2.1.	Allgemeine Grundlagen der Gravimetrie	177
15.2.1.1.	Fällung des Niederschlages	178
15.2.1.2.	Abtrennung des Niederschlages	181
15.2.1.3.	Nachbehandlung des Niederschlages	182
15.2.2.	Allgemeine Grundlagen der Elektrogravimetrie	183
15.2.2.1.	FARADAYSche Gesetze der Elektrolyse	183
15.2.2.2.	Zersetzungsspannung	183
15.2.2.3.	Elektrolytische Abscheidung von Lösungsbestandteilen	184
15.2.2.4.	Anwendung der Elektrolyse in der quantitativen Analytik (Elektrogravimetrie)	185
15.3.	Aufgaben	186
15.3.1.	Gravimetrische Bestimmung von Fe(III)- bzw. Chloridionen	186
15.3.2.	Elektrogravimetrische Bestimmung von Kupfer	188
15.3.3.	Elektrogravimetrische Bestimmung von Blei als PbO ₂	190
15.4.	Seminarthemen	190
16.	Kolorimetrie und Photometrie	191
16.1.	Literatur	191
16.2.	Theoretische Grundlagen	191
16.2.1.	Allgemeine Grundlagen	192
16.2.2.	Meßtechniken und erzielbare Genauigkeiten	194
16.3.	Aufgaben	197
16.3.1.	Untersuchung einer Cu(II)-Sulfatlösung durch visuellen Vergleich mit einer Verdünnungsreihe	198
16.3.2.	Kolorimetrische bzw. photometrische Untersuchung einer Cu(II)-Sulfatlösung	199
16.3.2.1.	Herstellung der Verdünnungsreihe zur Ermittlung der Eichkurve	199
16.3.2.2.	Untersuchung der Cu(II)-Sulfatlösung mit dem Tauchstabkolorimeter nach DUBOSQ	199
16.3.2.3.	Untersuchung der Cu(II)-Sulfatlösung mit einem lichtelektrischen Photometer	200
16.3.3.	Bestimmung des Eisengehaltes einer Magnesiumlegierung durch visuellen Vergleich mit einer Verdünnungsreihe	200
16.4.	Seminarthemen	201
17.	Quantitative Trennungen, insbesondere durch Ionenaustausch .	201
17.1.	Literatur	201
17.2.	Theoretische Grundlagen	201
17.2.1.	Trennverfahren	201
17.2.2.	Ionenaustauschverfahren	205
17.2.2.1.	Aufbau von Ionenaustauschern	206

17.2.2.2. Wirkungsweise von Ionenaustauschern	206
17.2.2.3. Durchführung von Trennungen mit dem Ionenaustauscher	207
17.3. Aufgaben	208
17.3.1. Quantitative Trennung von Kupfer und Arsen mit Hilfe eines Kationenaustauschers	208
17.3.2. Quantitative Bestimmung der getrennten Metalle	209
17.3.3. Benutzung eines Anionenaustauschers zur Trennung von Eisen und Nickel	209
17.4. Seminarthemen	210
18. Qualitative Analyse (18. – 20. Arbeitstag)	210
18.1. Literatur	210
18.2. Theoretische Grundlagen	211
18.2.1. Systematischer Gang der qualitativen Analyse	211
18.2.2. Vorproben	211
18.2.2.1. Flammenfärbungen	212
18.2.2.2. Phosphorsalz- bzw. Boraxperle	213
18.2.2.3. Erhitzen im Glühröhrchen	214
18.2.2.4. Erhitzen mit verd. und konz. Schwefelsäure	215
18.2.2.5. Weitere Vorproben	215
18.2.3. Lösen der Analysensubstanz	216
18.2.3.1. Löseversuche in Säuren	216
18.2.3.2. Aufschlußverfahren	216
18.2.4. Prüfung auf Anionen	218
18.2.5. Trennungsgang der Kationen	219
18.2.5.1. Arbeitstechnik beim Kationentrennungsgang	219
18.2.5.2. Trennungsgang der Kationen der 1. (HCl^-)-Gruppe	220
18.2.5.3. Trennungsgang der Kationen der 2. (H_2S^-)-Gruppe	221
18.2.5.4. Trennungsgang der Kationen der 3. ($(\text{NH}_4)_2\text{S}^-$)-Gruppe	227
18.2.5.5. Trennungsgang der Kationen der 4. ($(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3^-$)-Gruppe	231
18.3. Arbeitsplan für den 18. – 20. Arbeitstag	234
19. Anhang	235
19.1. Normal-Redoxpotentiale	235
19.2. Komplex-Dissoziationskonstanten	246
19.3. Säure-Dissoziationskonstanten	246
19.4. Löslichkeitsprodukte	248
19.5. Namen der Elemente des Periodensystems	249
19.6. Übliche Konzentrationen einiger Säuren und Basen	251
19.7. Periodensystem der Elemente (befindet sich als Ausschlagtafel am Schluß des Bandes)	