

Table of Contents

(Inhaltsverzeichnis s. S. IX)

	Page
1 Reactions of Ions in Solutions	1
1.1 General Properties of Ions	1
Review in English	1
1.1.1 Solvation	2
In Water (Hydration)	2
Hydration Number. Short Range Order	2
Ionic Activity Coefficients	4
Thermodynamic Data of Hydrated Ions	5
Partial Ionic Volume	7
Radii of Ions in Aqueous Solutions	7
Behavior in Liquid Ammonia	7
Behavior in Liquid Hydrogen Fluoride	8
Behavior in Acid Chlorides	8
Behavior in Fused Salts	8
Solvation in Organic Solvents	9
In Alcohols and Alcohol/Water Mixtures	9
In Other Organic Solvents	9
1.1.2 Diffusion	10
1.2 Hydrolysis	13
General Remarks in English	13
1.2.1 Scandium	14
1.2.2 Yttrium	16
1.2.3 Lanthanum and Trivalent Lanthanides	18
Comparative Data	18
Individual Data	20
1.2.4 Tetravalent Cerium	22
1.3 Precipitation Reactions	23
1.3.1 General Remarks in English	23
1.3.2 With Hydroxides	24
1.3.3 With Fluorides and Fluorosilicates	24
1.3.4 With Iodates	25
1.3.5 With Periodates	25
1.3.6 With Sulfides	25
1.3.7 With Alkali Metal Sulfates	26
1.3.8 With Thiosulfates	26
1.3.9 With Carbonates	26
1.3.10 With Phosphates	27

	Page
1.3.11 With Arsenites and Arsenates	29
1.3.12 With Vanadates	29
1.3.13 With Molybdates	29
1.3.14 With Tungstates	30
1.3.15 With $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$	30
1.3.16 Precipitation with Organic Compounds	31
Oxalic Acid and Oxalates	31
Other Aliphatic Compounds	31
Aromatic Compounds	32
Heterocyclic Compounds	34
Arsonic Acids	34
Arsinic Acids	34
1.4 Coprecipitation	35
General Remarks in English	35
1.4.1 With Hydroxides	36
Iron(III) Hydroxide	36
Other Hydroxides and Oxide Hydrates	37
1.4.2 Coprecipitation with Fluorides and Fluoroaluminates	38
1.4.3 With Iodates and Periodates	38
1.4.4 With Sulfates	39
Potassium Sulfate	39
Alkaline Earth Sulfates	39
1.4.5 With Phosphates	40
1.4.6 With Polyuranates	41
1.4.7 With Cyanoferrates	41
1.4.8 With Thiocyanatomercurates	41
1.4.9 With Oxalates	41
1.4.10 With Other Organic Compounds	43
1.5 Redox Reactions	43
1.5.1 General Remarks in English	43
1.5.2 Redox Reactions of Cerium Ions in Aqueous Solution	45
General Remarks in English	45
Electron Exchange $\text{Ce}^{\text{III}}-\text{Ce}^{\text{IV}}$	46
Oxidation of Ce^{III} to Ce^{IV}	47
By UV Radiation	47
By Ionizing Radiation	48
By Oxygen, Ozone, and O^- Radical Ion	49
By OH and HO_2 Radicals	50
By H_2O_2	51
By HNO_3 and NO_3 Radicals	51
By Halogen and Halogen Compounds	52

	Page
By Peroxodisulfate	54
By Heavy Metal Compounds	55
Reduction of Ce^{IV} to Ce^{III}	56
By Ultrasound	56
By UV Radiation	57
By Ionizing Radiation	58
General Comments	58
γ and X-Rays	60
Ce^{IV} in H_2SO_4 Solutions	60
Ce^{IV} in HNO_3 Solutions	64
Ce^{IV} in HClO_4 Solutions	65
Electron Beam or β -Radiation	65
α - and Other Corpuscular Radiation	66
By Atomic and Molecular Hydrogen	68
By Nitrogen, Iodine, and Phosphorus	69
By Metals	70
By HO_2 Radical	70
By H_2O	70
By H_2O_2	72
By HN_3	73
By N_2H_4	74
By NH_2OH	75
By HNO_2 , NO_2 , and NO_3^-	76
By Halide Ions	77
By Sulfur Compounds	78
By Tellurium(IV) Compounds	79
By Carbon Compounds	79
By Phosphorus Compounds	79
By Arsenic(III) Compounds	80
By Antimony(III) Compounds	83
By Heavy Metal Compounds	83
Mercury(I) Compounds	83
Thallium(I) Compounds	85
Tin(II) Compounds	88
Vanadium(II) and (IV) Compounds	89
$[\text{Ta}_6\text{Cl}_{12}]^{2+}$ Complex Ion	90
Chromium(III) Compounds	90
Molybdenum(III), (IV), and (V) Compounds	90
$[\text{W}(\text{CN})_8]^{4-}$ Complex Ion	90
Uranium(IV) Compounds	91
Manganese(II) Compounds	91
Iron(II) Compounds	92
Copper(I) Compounds	94
Silver(I) Compounds	94
Ruthenium(II), (III), (IV), and (VI) Compounds	94
Iridium(III) Compounds	95
Rhenium(-I), (III), (IV), (V), and (VI) Compounds	95
Neptunium(V), Plutonium(IV), Berkelium(III), and Nobelium(II) Compounds	95
By Organic Compounds	96
1.5.3 Redox Reactions of Cerium Ions in Nonaqueous Solutions	96
Oxidation of Ce^{III} to Ce^{IV}	96
Reduction of Ce^{IV} to Ce^{III}	96
1.5.4 Redox Reactions of Praseodymium Ions in Aqueous Solutions	96

	Page
Oxidation of Pr^{III} to Pr^{IV}	96
Reduction of Pr^{IV} to Pr^{III}	97
1.5.5 Redox Reactions of Sm Ions in Aqueous Solutions	98
Electron Exchange $\text{Sm}^{\text{II}}\text{-Sm}^{\text{III}}$	98
Oxidation of Sm^{II} to Sm^{III}	98
Reduction of Sm^{III} to Sm^{II}	100
1.5.6 Redox Reactions of Sm Ions in Nonaqueous Solutions	100
Oxidation of Sm^{II} to Sm^{III}	100
Reduction of Sm^{III} to Sm^{II}	101
1.5.7 Redox Reactions of Eu Ions in Aqueous Solutions	101
Electron Exchange $\text{Eu}^{\text{II}}\text{-Eu}^{\text{III}}$	101
Oxidation of Eu^{II} to Eu^{III}	101
By UV Radiation	101
By H^+ , O_2 , H_2O_2 , and OH Radical	102
By N_2O , NO_2^- , and NO_3^-	102
By Iodine and Halogen Compounds	103
By Heavy Metal Compounds	103
Vanadium(III) and (IV) Compounds	103
Chromium(III) Compounds	104
Uranium(VI) Compounds	104
Permanganates	104
Cobalt(III) Complexes	105
Iron(III) Compounds	106
Copper(II) Compounds	107
Ruthenium(III) Complexes	107
Reduction of Eu^{III} to Eu^{II}	108
By UV Radiation	108
By Pulsed Electron Radiation	108
By Metals and Amalgams	108
By Metal Compounds	109
1.5.8 Redox Reactions of Eu Ions in Nonaqueous Solutions	109
1.5.9 Redox Reactions of Tb Ions in Aqueous Solutions	109
Oxidation of Tb^{III} to Tb^{IV}	109
Reduction of Tb^{IV} to Tb^{III}	110
1.5.10 Oxidation of Ho^{II} to Ho^{III} in Aqueous Solutions	110
1.5.11 Redox Reactions of Tm Ions in Aqueous Solutions	110
Oxidation of Tm^{II} to Tm^{III}	110
Reduction of Tm^{III} to Tm^{II}	110
1.5.12 Reduction of Tm^{III} to Tm^{II} in Nonaqueous Solutions	111
1.5.13 Redox Reactions of Yb Ions in Aqueous Solutions	111
Electron Exchange $\text{Yb}^{\text{II}}\text{-Yb}^{\text{III}}$	111
Oxidation of Yb^{II} to Yb^{III}	111
Reduction of Yb^{III} to Yb^{II}	113
1.5.14 Redox Reactions of Yb Ions in Nonaqueous Solutions	113
Oxidation of Yb^{II} to Yb^{III}	113
Reduction of Yb^{III} to Yb^{II}	113

	Page
2 Electrochemical Behavior	114
2.1 Scandium	114
General Remarks in English	114
2.1.1 Standard Potential	114
2.1.2 Potentials	115
2.1.3 Ionic Mobility	115
2.1.4 Electrokinetic Behavior. Electrophoresis	115
2.1.5 Electrodeposition	115
2.1.6 Polarography	116
2.2 Yttrium	118
General Remarks in English	118
2.2.1 Standard Potential	119
2.2.2 Potentials	119
2.2.3 Ionic Mobility	120
2.2.4 Electrokinetic Behavior. Electrophoresis	120
2.2.5 Cathodic Behavior. Hydrogen Overvoltage	121
2.2.6 Anodic Behavior	122
2.2.7 Electrodeposition	123
2.2.8 Polarography	125
2.3 Lanthanum and Lanthanides	128
2.3.1 Standard Potentials and Standard Redox Potentials	128
General Remarks in English	128
$\text{Ln} \text{Ln}^{2+}, \text{Ln}^{3+}, \text{Ln}^{4+}$	128
$\text{Ln}^{\text{II}} \text{Ln}^{\text{III}}$	130
$\text{Ln}^{\text{III}} \text{Ln}^{\text{IV}}$	132
$\text{Ln}^{3+} = \text{Ln}^{4+} + \text{e}^-$	132
Other Electrode Reactions	135
2.3.2 Electromotive Force Series	136
2.3.3 Potentials	138
Potential-pH Diagrams	138
$\text{Ln} \text{LnX}_3$	138
In Aqueous Solution	138
In Nonaqueous Solution	139
In Melts	139
$\text{Ln}^{2+} \text{Ln}^{3+}$	141
In Aqueous Solution	141
In Nonaqueous Solution	142
In Melts	142

	Page
$\text{Ln}^{3+} \text{Ln}^{4+}$	143
In Aqueous Solution	143
In Nonaqueous Solution	145
Potential of Zero Charge	145
2.3.4 Ionic Mobility	146
2.3.5 Electrokinetic Behavior	147
2.3.6 Cathodic Behavior. Hydrogen Overvoltage	148
2.3.7 Anodic Behavior	151
In Solutions	151
Polarization Curves	151
Anodic Dissolution	152
Electrolytic Polishing	153
In Melts	153
Polarization	153
Anodic Dissolution	153
2.3.8 Electrodeposition	154
General in English	154
Deposition from Aqueous Solutions	156
On Solid Cathodes	156
On Hg or Amalgam Cathodes	157
Electrolytes without Complexforming Additives	157
Electrolytes with Complexforming Agents	157
General	157
Effects of Alkali Metals	159
Effect of Type of Complexforming Anions	159
Effect of Concentration of Complexforming Agent	159
Effect of Type and Concentration of the Lanthanide	161
Effect of pH of the Electrolyte	162
Effect of Cathodic Current Density	163
Effect of Duration of Electrolysis	164
Deposition on Other Liquid Cathodes	165
Deposition on Solid Anodes	166
Deposition from Nonaqueous Solutions	167
Review	167
Deposition from Alcoholic Solutions	167
Methanol	167
Ethanol	168
Other Alcohols	169
Deposition from Solutions in Liquid NH_3 , Dimethylformamide, and Amines	169
Deposition from Melts	171
Review	171
Deposition from Melts with Lanthanide Oxides	172
General Data	172
Deposition as Metal	172
Deposition as Alloy	174
Deposition from Melts with Lanthanide Fluorides	174
Deposition from Melts with Lanthanide Chlorides	175
General Data	175
Deposition as Metal	176
Deposition as Alloy	179
Deposition from Melts with Lanthanide Bromides	179

2.3.9 Behavior at the Dropping Mercury Electrode and at Other Inert Indicator Electrodes	180
Preliminary Remarks in English	180
Polarographic Studies in Aqueous Solutions	180
Review in English	180
Applicability of Polarographic Determination	181
Mechanism of Reduction	181
Half-wave Potentials	184
Behavior at Oscillopolarographic Studies	184
Data for Individual Elements	186
Lanthanum	186
Cerium	187
The Redox Reaction $\text{Ce}^{4+} + \text{e}^- = \text{Ce}^{3+}$	188
Acids as Supporting Electrolyte	188
Other Supporting Electrolytes	189
Reduction of Ce^{3+}	190
Praseodymium	191
Neodymium	192
Promethium	193
Samarium	193
Europium	196
Details on the Polarograms	197
Standard D.C. Polarography	197
Other Polarographic Methods	200
Reversibility of Eu^{3+} Reduction	202
Kinetics of the Redox Reaction $\text{Eu}^{3+} + \text{e}^- = \text{Eu}^{2+}$	203
Comparative Studies in Various Electrolytes	203
Additional Data for Individual Electrolytes	205
Effect of Additives	206
Oxidation of Eu^{2+} Ion	207
Gadolinium	209
Reduction of Gd^{3+}	209
Oxidation of Gd to Gd^{3+}	209
Terbium	210
Dysprosium	210
Holmium. Erbium. Thulium	211
Ytterbium	212
Details on the Polarograms	212
Standard D.C. Polarography	212
Other Polarographic Methods	214
Kinetics and Reaction Mechanism of the Reduction $\text{Yb}^{3+} + \text{e}^- \rightarrow \text{Yb}^{2+}$	215
Lutetium	217
Polarographic Studies in Nonaqueous Solutions	218
Comparative Studies in Various Solvents	218
In Liquid Ammonia	220
In Alcohols	221
Methanol	221
Ethanol	221
In Ether, Acetone, and Acetic Acid	224
In 1,2-Propanediol Carbonate and Propylene Carbonate	224
In Ethylenediamine	226
In Formamide, Dimethylformamide, and N, N-Dimethylacetamide	226

	Page
In Acetonitrile	230
In Hexamethylphosphoric Acid Triamide	233
In Dimethyl Sulfoxide	233
Polarographic Studies in Melts	235
In Nitrate Melts	235
In Halide Melts	236
In Other Melts	238
Table of Conversion Factors	239

Inhaltsverzeichnis

(Table of Contents see page I)

	Seite
1 Verhalten der Ionen in Lösung	1
1.1 Allgemeine Eigenschaften der Ionen	1
Allgemeines	1
1.1.1 Solvatation	2
In Wasser (Hydratation)	2
Hydratationszahl, Nahordnung	2
Ionenaktivität	4
Thermodynamische Daten der hydratisierten Ionen	5
Partielles Ionenvolumen	7
Radien der Ionen in wäßriger Lösung	7
Verhalten in flüssigem Ammoniak	7
Verhalten in flüssigem Fluorwasserstoff	8
Verhalten in Säurechloriden	8
Verhalten in Salzschnmelzen	8
Solvatation in organischen Lösungsmitteln	9
In Alkoholen und Wasser-Alkoholgemischen	9
In weiteren organischen Lösungsmitteln	9
1.1.2 Diffusion	10
1.2 Hydrolyse	13
Allgemeines	13
1.2.1 Scandium	14
1.2.2 Yttrium	16
1.2.3 Lanthan und 3wertige Lanthanide	18
Vergleichende Angaben	18
Einzelwerte	20
1.2.4 Vierwertiges Cer	22
1.3 Fällungsreaktionen	23
1.3.1 Allgemeines	24
1.3.2 Fällung durch Hydroxid	24
1.3.3 Fällung durch Fluorid und Fluorosilicat	24
1.3.4 Fällung durch Jodat	25
1.3.5 Fällung durch Perjodat	25
1.3.6 Fällung durch Sulfid	25
1.3.7 Fällung durch Alkalimetallsulfate	26
1.3.8 Fällung durch Thiosulfat	26
1.3.9 Fällung durch Carbonat	26
1.3.10 Fällung durch Phosphat	27

	Seite
1.3.11 Fällung durch Arsenit und Arsenat	29
1.3.12 Fällung durch Vanadat	29
1.3.13 Fällung durch Molybdat	29
1.3.14 Fällung durch Wolframat	30
1.3.15 Fällung durch Cyanoferrat (II)	30
1.3.16 Fällung durch organische Verbindungen	31
Oxalsäure und Oxalate	31
Weitere aliphatische Verbindungen	31
Aromatische Verbindungen	32
Heterocyclische Verbindungen	34
Arsensäuren	34
Arsinsäuren	34
1.4 Mitfällung	35
Allgemeines	35
1.4.1 Mit Hydroxiden	36
Eisen(III)-hydroxid	36
Weitere Hydroxide und Oxidhydrate	37
1.4.2 Mit Fluoriden und Fluoroaluminaten	38
1.4.3 Mit Jodaten und Perjodaten	38
1.4.4 Mit Sulfaten	39
Kaliumsulfat	39
Erdalkalisulfate	39
1.4.5 Mit Phosphaten	40
1.4.6 Mit Polyuranaten	41
1.4.7 Mit Cyanoferraten	41
1.4.8 Mit Thiocyanatomercuraten	41
1.4.9 Mit Oxalaten	41
1.4.10 Mit weiteren organischen Verbindungen	43
1.5 Redoxreaktionen	43
1.5.1 Allgemeines	44
1.5.2 Redoxreaktionen von Cer-Ionen in wäßriger Lösung	45
Allgemeines	46
Elektronenaustausch Ce^{III} - Ce^{IV}	46
Oxidation von Ce^{III} zu Ce^{IV}	47
Durch UV-Strahlung	47
Durch ionisierende Strahlung	48
Durch Sauerstoff, Ozon und O^- -Radikal-Ion	49
Durch OH^- und HO_2^- -Radikal	50
Durch H_2O_2	51
Durch HNO_3 und NO_3^- -Radikal	51
Durch Halogen und Halogenverbindungen	52

Durch Peroxodisulfat	54
Durch Schwermetallverbindungen	55
Reduktion von Ce^{IV} zu Ce^{III}	56
Durch Ultraschall	56
Durch UV-Strahlung	57
Durch ionisierende Strahlung	58
Allgemeine Angaben	58
γ - und Röntgenstrahlung	60
Ce^{IV} in H_2SO_4 -Lösungen	60
Ce^{IV} in HNO_3 -Lösungen	64
Ce^{IV} in HClO_4 -Lösungen	65
Elektronen- bzw. β -Strahlung	65
α - und andere Korpuskularstrahlung	66
Durch atomaren und molekularen Wasserstoff	68
Durch Stickstoff, Jod und Phosphor	69
Durch Metalle	70
Durch HO_2 -Radikal	70
Durch H_2O	70
Durch H_2O_2	72
Durch HN_3	73
Durch N_2H_4	74
Durch NH_2OH	75
Durch HNO_2 , NO_2 und NO_3^-	76
Durch Halogenid-Ionen	77
Durch Schwefelverbindungen	78
Durch Tellur(IV)-Verbindungen	79
Durch Kohlenstoffverbindungen	79
Durch Phosphorverbindungen	79
Durch Arsen(III)-Verbindungen	80
Durch Antimon(III)-Verbindungen	83
Durch Schwermetallverbindungen	83
Quecksilber(I)-Verbindungen	83
Thallium(I)-Verbindungen	85
Zinn(II)-Verbindungen	88
Vanadiumverbindungen (V^{II} und V^{IV})	89
$[\text{Ta}_6\text{Cl}_{12}]^{2+}$ -Komplex-Ion	90
Chrom(III)-Verbindungen	90
Molybdänverbindungen (Mo^{III} , Mo^{IV} und Mo^{V})	90
$[\text{W}(\text{CN})_8]^{4-}$ -Komplex-Ion	90
Uran(IV)-Verbindungen	91
Mangan(II)-Verbindungen	91
Eisen(II)-Verbindungen	92
Kupfer(I)-Verbindungen	94
Silber(I)-Verbindungen	94
Rutheniumverbindungen (Ru^{I} , Ru^{III} , Ru^{IV} und Ru^{VI})	94
Iridium(III)-Verbindungen	95
Rheniumverbindungen (Re^{I} , Re^{III} , Re^{IV} , Re^{V} und Re^{VI})	95
Neptunium(V)-, Plutonium(IV)-, Berkelium(III)- und Nobelium(II)-Verbindungen	95
Durch organische Verbindungen	96
1.5.3 Redoxreaktionen von Cer-Ionen in nichtwässriger Lösung	96
Oxidation von Ce^{III} zu Ce^{IV}	96
Reduktion von Ce^{IV} zu Ce^{III}	96
1.5.4 Redoxreaktionen von Praseodym-Ionen in wässriger Lösung	96

	Seite
Oxidation von Pr^{III} zu Pr^{IV}	96
Reduktion von Pr^{IV} zu Pr^{III}	97
1.5.5 Redoxreaktionen von Samarium-Ionen in wäßriger Lösung	98
Elektronenaustausch Sm^{II} - Sm^{III}	98
Oxidation von Sm^{II} zu Sm^{III}	98
Reduktion von Sm^{III} zu Sm^{II}	100
1.5.6 Redoxreaktionen von Samarium-Ionen in nichtwäßriger Lösung	100
Oxidation von Sm^{II} zu Sm^{III}	100
Reduktion von Sm^{III} zu Sm^{II}	101
1.5.7 Redoxreaktionen von Europium-Ionen in wäßriger Lösung	101
Elektronenaustausch Eu^{II} - Eu^{III}	101
Oxidation von Eu^{II} zu Eu^{III}	101
Durch UV-Strahlung	101
Durch H^+ -Ion, O_2 , H_2O_2 und OH-Radikal	102
Durch N_2O , NO_2^- und NO_3^-	102
Durch Jod und Halogenverbindungen	103
Durch Schwermetallverbindungen	103
Vanadiumverbindungen (V^{III} und V^{IV})	103
Chrom(III)-Verbindungen	104
Uran(VI)-Verbindungen	104
Permanganate	104
Kobalt(III)-Komplexe	105
Eisen(III)-Verbindungen	106
Kupfer(II)-Verbindungen	107
Ruthenium(III)-Komplexe	107
Reduktion von Eu^{III} zu Eu^{II}	108
Durch UV-Strahlung	108
Durch gepulste Elektronenstrahlung	108
Durch Metalle und Amalgame	108
Durch Metallverbindungen	109
1.5.8 Redoxreaktionen von Europium-Ionen in nichtwäßriger Lösung	109
1.5.9 Redoxreaktionen von Terbium-Ionen in wäßriger Lösung	109
Oxidation von Tb^{III} zu Tb^{IV}	109
Reduktion von Tb^{IV} zu Tb^{III}	110
1.5.10 Oxidation von Ho^{II} zu Ho^{III} in wäßriger Lösung	110
1.5.11 Redoxreaktionen von Thulium-Ionen in wäßriger Lösung	110
Oxidation von Tm^{II} zu Tm^{III}	110
Reduktion von Tm^{III} zu Tm^{II}	110
1.5.12 Reduktion von Tm^{III} zu Tm^{II} in nichtwäßriger Lösung	111
1.5.13 Redoxreaktionen von Ytterbium-Ionen in wäßriger Lösung	111
Elektronenaustausch Yb^{II} - Yb^{III}	111
Oxidation von Yb^{II} zu Yb^{III}	111
Reduktion von Yb^{III} zu Yb^{II}	113
1.5.14 Redoxreaktionen von Ytterbium-Ionen in nichtwäßriger Lösung	113
Oxidation von Yb^{II} zu Yb^{III}	113
Reduktion von Yb^{III} zu Yb^{II}	113

2 Elektrochemisches Verhalten	114
2.1 Scandium	114
Allgemeines	114
2.1.1 Normalpotential	114
2.1.2 Potentiale	115
2.1.3 Ionenbeweglichkeit	115
2.1.4 Elektrokinetisches Verhalten, Elektrophorese	115
2.1.5 Elektrolytische Abscheidung	115
2.1.6 Polarographie	116
2.2 Yttrium	118
Allgemeines	118
2.2.1 Normalpotential	119
2.2.2 Potentiale	119
2.2.3 Ionenbeweglichkeit	120
2.2.4 Elektrokinetisches Verhalten, Elektrophorese	120
2.2.5 Verhalten als Kathode, Überspannung von Wasserstoff	121
2.2.6 Verhalten als Anode	122
2.2.7 Elektrolytische Abscheidung	123
2.2.8 Polarographie	125
2.3 Lanthan und Lanthanide	128
2.3.1 Normalpotentiale und Standardredoxpotentiale	128
Vorbemerkung	128
Ln gegen Ln^{2+} , Ln^{3+} , Ln^{4+}	128
Ln^{II} gegen Ln^{III}	130
Ln^{III} gegen Ln^{IV}	132
$\text{Ln}^{3+} = \text{Ln}^{4+} + \text{e}^-$	132
Weitere Elektrodenreaktionen	135
2.3.2 Spannungsreihe	136
2.3.3 Potentiale	138
Potential-pH-Diagramme	138
Lanthanid gegen Lanthanidsalze	138
In wäßriger Lösung	138
In nichtwäßriger Lösung	139
In Schmelzen	139
Ln^{2+} gegen Ln^{3+}	141
In wäßriger Lösung	141
In nichtwäßriger Lösung	142
In Schmelzen	142

	Seite
Ln^{3+} gegen Ln^{4+}	143
Wäßrige Lösung	143
Nichtwäßrige Lösung	145
Potential der Null-Ladung	145
2.3.4 Ionenbeweglichkeit	146
2.3.5 Elektrokinetisches Verhalten	147
2.3.6 Verhalten als Kathode, Wasserstoffüberspannung	148
2.3.7 Verhalten als Anode	151
In Lösungen	151
Polarisationskurven	151
Anodische Auflösung	152
Elektrolytisches Polieren	153
In Schmelzen	153
Polarisation	153
Anodische Auflösung	153
2.3.8 Elektrolytische Abscheidung	154
Allgemeines.	155
Abscheidung aus wäßriger Lösung	156
An festen Kathoden	156
An Hg- oder Amalgamkathoden	157
Elektrolyte ohne komplexbildenden Zusatz	157
Elektrolyte mit Komplexbildnern	157
Allgemeines	157
Einfluß des Alkalimetalls	159
Einfluß der Art der komplexbildenden Anionen	159
Einfluß der Konzentration des Komplexbildners.	159
Einfluß der Art und Konzentration des Lanthanids	161
Einfluß des pH-Wertes des Elektrolyten	162
Einfluß der kathodischen Stromdichte	163
Einfluß der Dauer der Elektrolyse	164
Abscheidung an weiteren flüssigen Kathoden	165
Abscheidung an festen Anoden	166
Abscheidung aus nichtwäßriger Lösung	167
Überblick	167
Abscheidung aus Lösungen in Alkoholen	167
Methanol	167
Äthanol.	168
Weitere Alkohole	169
Abscheidung aus Lösungen in flüssigem NH_3 , Dimethylformamid und Aminen	169
Abscheidung aus Schmelzen	171
Überblick	171
Abscheidung aus Schmelzen mit Lanthanidoxiden	172
Allgemeine Angaben	172
Abscheidung als Metall	172
Abscheidung als Legierung	174
Abscheidung aus Schmelzen mit Lanthanidfluoriden	174
Abscheidung aus Schmelzen mit Lanthanidchloriden	175
Allgemeine Angaben	175
Abscheidung als Metall	176
Abscheidung als Legierung	179
Abscheidung aus Schmelzen mit Lanthanidbromiden	179

2.3.9 Verhalten an der Quecksilbertropfenelektrode und anderen inerten Indikatorelektroden	180
Vorbemerkung	180
Polarographische Untersuchungen in wäßrigen Lösungen	180
Überblick	181
Möglichkeit der polarographischen Bestimmung	181
Mechanismus der Reduktion	181
Halbwellenpotentiale	184
Verhalten bei oszillopolarographischen Untersuchungen	184
Angaben für die einzelnen Elemente	186
Lanthan	186
Cer	187
Die Redoxreaktion $Ce^{4+} + e^- = Ce^{3+}$	188
Säuren als Zusatzelektrolyt	188
Weitere Zusatzelektrolyte	189
Reduktion von Ce^{3+}	190
Praseodym	191
Neodym	192
Promethium	193
Samarium	193
Europium	196
Angaben zu den Polarogrammen	197
Gewöhnliche Gleichstrompolarographie	197
Weitere polarographische Methoden	200
Zur Reversibilität der Reduktion des Eu^{3+}	202
Kinetik der Redoxreaktion $Eu^{3+} + e^- = Eu^{2+}$	203
Vergleichende Untersuchungen in verschiedenen Elektrolyten	203
Weitere Angaben in einzelnen Elektrolyten	205
Einfluß von Zusätzen	206
Zur Oxidation des Eu^{2+} -Ions	207
Gadolinium	209
Reduktion von Gd^{3+}	209
Oxidation von Gd zu Gd^{3+}	209
Terbium	210
Dysprosium	210
Holmium, Erbium, Thulium	211
Ytterbium	212
Angaben zu den Polarogrammen	212
Gewöhnliche Gleichstrompolarographie	212
Weitere polarographische Methoden	214
Kinetik und Reaktionsmechanismus der Reduktion $Yb^{3+} + e^- \rightarrow Yb^{2+}$	215
Lutetium	217
Polarographische Untersuchungen in nichtwäßriger Lösung	218
Vergleichende Untersuchungen in verschiedenen Lösungsmitteln	218
In flüssigem Ammoniak	220
In Alkoholen	221
Methanol	221
Äthanol	221
In Äther, Aceton und Essigsäure	224
In 1,2-Propandiolcarbonat und Propylencarbonat	224
In Äthylendiamin	226
In Formamid, Dimethylformamid und N,N-Dimethylacetamid	226

	Seite
In Acetonitril	230
In Hexamethylphosphorsäuretriamid	233
In Dimethylsulfoxid	233
Polarographische Untersuchungen in Schmelzen	235
In Nitratschmelzen	235
In Halogenidschmelzen	236
In weiteren Schmelzen	238
Tabelle der Umrechnungsfaktoren	239