

Inhaltsverzeichnis

(Table of Contents see page XI)

	Seite		Seite
Das Element Blei		Abtrennung von ^{210}Pb aus dem langsam zerfallenden aktiven Niederschlag des Ra	15
1 Stellung im Periodensystem.		Allgemeines. Gewinnung des aktiven Niederschlags	15
Oxydationsstufen	1	Abtrennung auf elektrochemischem Wege	16
2 Isotopenhäufigkeit. Atomgewicht	1	Abtrennung durch Fällung	18
2.1 Relative Isotopenhäufigkeit	1	Abtrennung durch Extraktionsmethoden	18
2.1.1 Allgemeines	1	Abtrennung durch Ionenaustausch	19
2.1.2 Gewöhnliches Blei	2	Abtrennung durch Papierchromatographie	19
2.2 Atomgewicht	3	Abtrennung durch Papierelektrophorese	20
2.2.1 Physikalische Methoden	3	Abtrennung durch weitere Methoden	20
2.2.2 Chemische Methoden	3	Abtrennung von ^{210}Pb aus Ra-Salzen	21
Blei aus nicht radioaktiven Mineralien	3	4.4.3 Isolierung des in der Th-Zerfallsreihe auftretenden Isotops ^{212}Pb	22
Gewichtsverhältnis $\text{PbCl}_2:2\text{Ag}$	3	Allgemeines	22
Gewichtsverhältnis $\text{PbCl}_2:2\text{AgCl}$	5	Abtrennung von ^{212}Pb über den aktiven Niederschlag des Th	23
Gewichtsverhältnis $\text{PbBr}_2:2\text{Ag}$	5	Gewinnung des aktiven Niederschlags des Th	23
Gewichtsverhältnis $\text{PbBr}_2:2\text{AgBr}$	6	Abtrennung durch Verdampfen von ^{212}Pb	24
Weitere chemische Methoden	6	Abtrennung durch elektrochemische Abscheidung von ^{212}Bi	24
Blei aus radioaktiven Mineralien	6	Abtrennung durch Abscheidung von ^{212}Bi durch innere Elektrolyse	25
Uraninite, Thorianite	6	Abtrennung durch elektrolytische Abscheidung von ^{212}Pb und/oder ^{212}Bi	25
Weitere Mineralien	8	Abtrennung durch Fällungsmethoden	25
3 Darstellung des Metalls	9	Abtrennung durch Extraktion und Extraktionschromatographie	25
4 Darstellung, Anreicherung und Abtrennung von Pb-Isotopen	9	Abtrennung durch Ionenaustauschermethoden	26
4.1 Allgemeines	9	Abtrennung durch Elektrochromatographie	26
4.2 Handhabung, Strahlenschutz	10	Abtrennung durch Papierchromatographie und Papierelektrophorese	27
4.3 Trennung und Anreicherung der stabilen Pb-Isotope	10	Abtrennung von ^{212}Pb aus Th-Salzen	27
4.3.1 Elektromagnetische Trennung	10	4.4.4 Isolierung des in der Ac-Zerfallsreihe auftretenden Isotops ^{211}Pb	29
4.3.2 Anreicherung durch Ionenwanderung im elektrischen Feld	11	Abtrennung von ^{211}Pb über den aktiven Niederschlag des Ac	29
4.3.3 Anreicherung aus natürlichem Vorkommen durch Auslaugen oder Sublimation	12	Abtrennung von ^{211}Pb aus ^{227}Ac -Salzen	30
4.4 Darstellung, Abtrennung und Anreicherung der instabilen Pb-Isotope	12	4.4.5 Abtrennung von Pb-Isotopen aus Fallout und radioaktiven Abflüssen	31
4.4.1 Gewinnung aus Mineralien und Gestein	12		
4.4.2 Isolierung der in der U-Zerfallsreihe auftretenden Isotope ^{210}Pb und ^{214}Pb	13		
Allgemeines	13		
Abtrennung von ^{214}Pb aus dem rasch zerfallenden aktiven Niederschlag des Ra	15		

	Seite		Seite
4.4.6 Darstellung und Abtrennung aus einzelnen Elementen	31	6.1.3 Bogenspektrum (Pb I)	65
Aus Wolfram	31	Wellenlängen	65
Aus Thallium	31	Analyse des Bogenspektrums	66
Darstellung	31	Einfluß der Anregungsbedingungen	69
Mit Protonen	32	Verbotene Linien	71
Mit Deuteronen	32	Linienintensitäten	71
Mit α -Teilchen	33	Reines Pb im Bogen	72
Abtrennung	34	Einfluß von Fremdstoffen auf die Linienintensität	73
Fällungsmethoden	34	Einfluß der Anregungsbedingungen	74
Ionenaustauschermethoden	35	Oszillatorenstärken, Übergangswahrscheinlichkeiten	75
Papierchromatographische Methoden	35	Linienbreiten	77
Elektromagnetische Methoden	35	Linienaufspaltungen und Linienverschiebungen	77
Aus Blei	36	Absorptionsquerschnitte	80
Darstellung	36	6.1.4 Röntgenspektrum	81
Mit γ -Strahlen	36	Überblick	81
Mit Neutronen	36	Symbole und Einheiten	81
Mit Protonen	37	Niveaufwerte	81
Mit Deuteronen	38	Niveaubreiten	82
Mit α -Teilchen	39	In Emission	82
Abtrennung und Identifizierung	40	K-Reihe	82
Fällungsmethoden	40	Diagrammlinien	82
Ionenaustauschermethoden	41	Strahlungsausbeute	84
Weitere Methoden	42	Anregung der Linien	85
Aus Wismut	42	L-Reihe	85
Aus Radium	43	Diagrammlinien	85
Aus Thorium	44	Satellitenlinien	86
Aus Uran	44	Intensitäten	87
Bildungsreaktionen	44	Linienbreite	88
Abtrennung	44	Strahlungsausbeute	88
Abtrennung von weiteren Elementen	46	Anregung der Linien	89
5 Eigenschaften der Nuklide	47	M-Reihe	89
5.1 Nuklidmassen	47	Diagrammlinien	89
5.2 Kernmomente	48	Satellitenlinien	90
5.2.1 Kernspin	48	Strahlungsausbeute	90
5.2.2 Magnetisches Moment	49	Anregung der Linien	90
5.3 Anregung	49	N-Reihe	90
5.4 Zerfall	50	O-Reihe	91
6 Eigenschaften des Atoms und der Atomionen	55	In Absorption	91
6.1 Pb-Atom	55	Überblick	91
6.1.1 Atomfeld, Wellenfunktionen	55	K-Absorptionskante	92
6.1.2 Elektronenkonfigurationen und optische Terme	58	L-Absorptionskanten	92
Notation	58	M-Absorptionskanten	94
Termenergien	59	N-Absorptionskanten, O-Absorptionskanten	94
Grundterm	59	Kontinuierliche Absorption	94
Anregungsterme	59	Massenschwächungskoeffizient für Röntgenstrahlen	94
Termaufspaltungen	62	Dosis-build-up-Faktor	97
Lebensdauer angeregter Zustände	65	Massenenergieübertragungskoeffizient	98
		Photoabsorptionskoeffizient	98

	Seite		Seite
6.1.5 Wechselwirkung mit Elektronen	99	Emission	117
Ionisierung	99	Temperaturabhängigkeit	117
Elektronenstreuung	100	Lebensdauer	118
6.1.6 Elektronegativität	100	Polarisationsgrad	119
6.1.7 Atomradius, Atomvolumen	101	Druckeinfluß	119
6.1.8 Atomsuszeptibilität	102	Einfluß von Gitterfehlern	119
6.1.9 Atomrefraktion	102	Einfluß der Vorbehandlung	120
6.2 Freie Pb-Ionen	102	Pb-Aggregate	120
6.2.1 Atomfeld und Wellenfunktionen	102	Sonstige Emissionsbanden	121
6.2.2 Elektronenkonfigurationen und		Absorption	121
optische Terme	102	Überblick	121
Übersicht	102	A-Bande	121
Pb ⁺ -Ion	103	C-Bande	124
Termenergien	103	B-Bande	125
Termaufspaltungen	104	Weitere Absorptionsbanden	126
Pb ²⁺ -Ion	105	In Verbindungen von Elementen der	
Termenergien	105	2. Haupt- und Nebengruppe	126
Termaufspaltungen	106	In Ca- und Cd-Halogeniden	126
Pb ³⁺ -Ion	107	In CaO und CaS	127
Termenergien	107	In ZnS	128
Termaufspaltungen	108	In BaSO ₄	128
Pb ⁴⁺ -Ion	108	In Sr-Boraten	128
6.2.3 Funkenspektren	109	In CaCO ₃	129
Erstes Funkenspektrum (Pb II)	109	In Silicaten	129
Wellenlänge	109	In Phosphaten	129
Linienintensitäten	110	In weiteren Stoffen	130
Oszillatorenstärken, Übergangswahr-		6.3.2 Pb ³⁺ in Kristallen	130
scheinlichkeiten	111	In II-VI-Verbindungen	130
Linienaufspaltungen	111	In KCl	131
Zweites Funkenspektrum (Pb III)	112	In Calcit	131
Wellenlängen	112	In CaWO ₄	131
Linienintensitäten	113	In ThO ₂	132
Oszillatorenstärken, Übergangswahr-		6.3.3 Pb ²⁺ in Lösungen	132
scheinlichkeiten	113	In wäßrigen Bleisalzlösungen	132
Linienaufspaltungen	113	In Säuren	132
Drittes Funkenspektrum (Pb IV)	114	In Kalilauge	134
Wellenlängen	114	In wäßrigen Alkalihalogenidlösungen	134
Linienintensitäten	114	In wäßrigen Erdalkalihalogenidlösungen	135
Oszillatorenstärken	114	In LiCl-KCl-Schmelze	135
Linienaufspaltungen	114	In organischen Lösungsmitteln	136
Viertes Funkenspektrum (Pb V)	115	In Gläsern	136
Wellenlängen	115	6.3.4 Pb ⁴⁺ in Lösung	136
Linienintensitäten und Übergangs-		6.3.5 Ionenradius, Ionenvolumen	136
wahrscheinlichkeiten	115	6.3.6 Ionenssuszeptibilität	137
Fünftes Funkenspektrum (Pb VI)	115	6.3.7 Atom- und Ionen-Refraktion	138
6.2.4 Wechselwirkung mit Elektronen	115	6.3.8 Faraday-Effekt	138
Ionisierung	115	7 Eigenschaften des Moleküls	138
Elektronenstreuung	116	7.1 Bildung, Terme	138
6.3 Pb-Ionen in Kristallen und		7.2 Bandenspektrum	139
Lösungen	116	7.3 Dissoziationsenergie	139
6.3.1 Pb ²⁺ in Kristallen	116	8 Kristallographische Eigenschaften	140
In Alkalihalogeniden	116	8.1 Polymorphie	140
Allgemeines	116		

	Seite		Seite
8.2 Kristallisation	142	8.5.7 Verfestigung	179
8.2.1 Habitus, Kristallform	142	8.5.8 Ermüdung, Bruchverhalten	180
8.2.2 Keimbildung, Kristallisations- geschwindigkeit	142	8.5.9 Spaltbarkeit	182
8.2.3 Wachstumsrichtung	144	8.5.10 Spannungsverteilung bei Verformung	182
8.2.4 Kristallwachstumserscheinungen	146	8.5.11 Auswirkung der Verformung auf Beugungsdiagramme	183
Kristallisation aus der Schmelze	146	8.5.12 Verformungsstruktur	184
Elektrokristallisation	148	8.5.13 Verformungstexturen	184
Kugelwachstum	150	8.6 Entfestigung	185
Dendritenwachstum	151	8.6.1 Erholung	185
Bleibaum	153	8.6.2 Rekristallisation	186
Whisker	154	Überblick	186
Dünne Schichten	154	Rekristallisationstemperatur	187
Wachstum unter verschiedenen Bedingungen	154	Rekristallisationsgeschwindigkeit	189
Strukturänderung beim Erhitzen	155	Korngröße	190
Epitaxie	156	Kornwachstum, Korngrenzen- verschiebung	191
Metallschwarz	157	Korngrenzengleitung	194
Zwillingsbildung	157	Sinter-Rekristallisation, Pulver-Frittung	195
8.3 Gitterstruktur	158	Rekristallisation während des Kriechens	195
8.3.1 Gittertyp	158	Rekristallisationstextur	196
8.3.2 Gitterkonstante	159	Rekristallisationsdiagramm	196
8.3.3 Atomformfaktoren	160	8.7 Gitterschwingungen	196
8.3.4 Gitterenergetische Daten	160	8.7.1 Dispersionskurven	196
Bindungsenergie	160	8.7.2 Frequenzverteilungsfunktion	199
Kopplungen	161	8.7.3 Schwingungsamplitude	200
Inneres Potential	162	8.8 Struktur der Schmelze	200
Oberflächenenergie	162	8.8.1 Modellvorstellungen	200
Korngrenzenenergie	162	8.8.2 Packungsdichte, interatomare Ab- stände und Koordinationszahl	202
8.3.5 Oberflächenstruktur	163	8.8.3 Hohlräume	206
8.4 Gitterstörungen	164	8.8.4 Energetische Daten	206
8.4.1 Allgemeine Angaben	164	8.8.5 Bindung	207
8.4.2 Punktdefekte	164	8.8.6 Atomformfaktor und Strukturfaktor	207
Zwischengitteratome	164	8.9 Selbstdiffusion	208
Leerstellen	164	8.9.1 Festes Blei	208
8.4.3 Liniendefekte	166	8.9.2 Flüssiges Blei	211
Versetzungen	166	9 Mechanische und thermische Eigenschaften	212
Bildung	166	9.1 Zustandsgleichung	212
Dichte	167	9.2 Dichte	214
Anordnung	168	9.2.1 Festes Blei	214
Bewegung	168	9.2.2 Flüssiges und gasförmiges Blei	215
Verhalten	169	9.3 Thermische Ausdehnung	217
Versetzungen und innere Reibung	171	9.3.1 Festes Blei	217
Stapelfehler	173	9.3.2 Flüssiges Blei	218
8.5 Verformung	174		
8.5.1 Verformungsmechanismus	174		
8.5.2 Verformungswiderstand	175		
8.5.3 Verformungsenergie	175		
8.5.4 Fließen und Kriechen	176		
8.5.5 Extrusion	179		
8.5.6 Torsionsverformung	179		

	Seite		Seite
9.4 Elastische Konstanten	219	9.18 Schmelzwärme. Schmelzentropie	241
9.5 Elastizitätsmodul. Schubmodul.		9.19 Thermodynamische Funktionen .	242
Poissonsche Zahl	220	9.19.1 Festes Blei	242
9.6 Kompressibilität	222	9.19.2 Flüssiges Blei	244
9.6.1 Festes Blei	222	9.19.3 Bleidampf	245
9.6.2 Flüssiges Blei	223	9.20 Charakteristische Temperatur ..	246
9.7 Schallgeschwindigkeit	223	9.21 Wärmeleitfähigkeit	248
9.7.1 Festes Blei	223	9.21.1 Festes Blei	248
9.7.2 Flüssiges Blei	224	9.21.2 Flüssiges Blei	250
9.8 Innere Reibung. Ultraschall-		9.22 Temperaturleitfähigkeit	251
dämpfung	224	9.23 Chemische Konstante	251
9.8.1 Im supraleitenden Zustand	224	10 Elektrische und magnetische	
9.8.2 Im Zwischenzustand	226	Eigenschaften	251
9.8.3 Im normalleitenden Zustand	227	10.1 Energiebandstruktur	251
9.8.4 Im flüssigen Zustand	228	10.1.1 Reine spannungsfreie Proben	251
9.9 Brinellhärte. Vickershärte. Mikro-		10.1.2 Einfluß von hydrostatischem Druck .	255
härte	228	10.1.3 Einfluß von Verunreinigungen	255
9.9.1 Richtwerte	228	10.1.4 Zyklotronresonanz	255
9.9.2 Temperaturabhängigkeit	229	10.2 Plasmaschwingungen	256
9.9.3 Abhängigkeit von der Korngröße und		10.3 Kernmagnetische Resonanz und	
Vorbehandlung	229	Relaxation	257
9.9.4 Einfluß von Fremdstoffen	230	10.3.1 Festes normalleitendes Blei	257
9.10 Plastizität. Kriechen	230	10.3.2 Supraleitendes Blei	258
9.11 Viskosität der Schmelze	232	10.3.3 Flüssiges Blei	258
9.12 Oberflächenspannung. Grenz-		10.4 Magnetische Suszeptibilität	258
flächenspannung. Benetzung	234	10.4.1 Meßwerte für reines Pb bei	
9.12.1 Festes Blei	234	Raumtemperatur	258
9.12.2 Flüssiges Blei	234	10.4.2 Einfluß von Verunreinigungen	259
9.12.3 Flüssiges Blei festes Blei	236	10.4.3 Temperaturabhängigkeit	259
9.12.4 Flüssiges Blei feste Stoffe	236	10.4.4 Theoretische Werte	259
9.13 Verdampfung und Kondensation	237	10.4.5 Feldabhängigkeit (de Haas-van	
9.13.1 Konstitution des Dampfes	237	Alphen-Effekt)	260
9.13.2 Verdampfung	237	10.5 Leitungsmechanismus	260
9.13.3 Kondensation	237	10.5.1 Festes Blei	260
9.13.4 Dampfdruck	237	10.5.2 Flüssiges Blei	262
Festes Blei	237	10.6 Elektrische Leitfähigkeit	262
Flüssiges Blei	238	10.6.1 Kompakte Proben	262
9.14 Normaler Siedepunkt	239	Allgemeines	262
9.15 Kritische Konstanten	239	Standardwerte	263
9.16 Schmelzpunkt	239	Temperaturabhängigkeit	263
9.16.1 Normaler Schmelzpunkt	239	Überblick	263
9.16.2 Unterkühlung	240	Meßwerte	263
9.16.3 Einfluß von Beimengungen	240	Temperaturkoeffizient	265
9.16.4 Druckabhängigkeit	240	Druckabhängigkeit	266
9.17 Verdampfungswärme.		Einfluß von Verformung	267
Sublimationswärme	241		

	Seite		Seite
10.6.2 Oberflächenleitfähigkeit, anomaler Skin-Effekt	267	10.9 Thermoelektrische Effekte	290
10.6.3 Dünne Schichten	269	10.9.1 Thermokraft	290
Einfluß der Unterlage	229	Kompaktes Blei	290
Abhängigkeit von der Schichtdicke	269	Absolute Thermokraft	290
Anderung mit der Temperatur	270	Druckabhängigkeit	291
Einfluß adsorbierter Gase	271	Einfluß von Verformung	292
10.6.4 Flüssiges Blei	271	Einfluß von Zusätzen	292
Werte am Schmelzpunkt	271	Thermoelemente	292
Temperaturabhängigkeit	271	Dünne Schichten	293
10.7 Supraleitfähigkeit	272	Flüssiges Blei	293
10.7.1 Notation und Überblick	272	10.9.2 Peltier-Effekt	294
10.7.2 Theoretische Vorbemerkungen	273	10.9.3 Thomson-Effekt	295
10.7.3 Reine, spannungsfreie kompakte Proben	274	10.10 Thermomagnetische Effekte	296
Sprungtemperatur	274	10.11 Elektronenemission	296
Kritische Feldstärke	274	10.11.1 Austrittsarbeit	296
Isotopeneffekt	274	10.11.2 Lichtelektrische Elektronen-emission	297
Oberflächennukleationsfeld	274	10.11.3 Röntgen- und Gamma-Photoeffekt	298
Ginzburg-Landau-Parameter	275	11 Optische Eigenschaften	300
Eindringtiefe. Kohärenzlänge	275	11.1 Optische Konstanten	300
Supraleitungsenergielücke	275	11.1.1 Festes, normalleitendes Blei	300
Zustandsdichte	277	11.1.2 Supraleitendes Blei	304
10.7.4 Druck- und Volumenabhängigkeit	277	11.1.3 Flüssiges Blei	305
10.7.5 Einfluß von elastischer Dehnung	278	11.2 Wärmestrahlung	307
10.7.6 Einfluß von Gitterstörungen	278	12 Elektrochemisches Verhalten	307
Überblick	278	13 Chemisches Verhalten des Metalls	307
Durch plastische Deformation	278	13.1 Allgemeines	307
Durch Bestrahlung	279	13.2 Verhalten gegen Sauerstoff (Luft)	308
Durch Fremdsubstanzen	279	13.2.1 Allgemeines	308
10.7.7 Dünne Schichten	280	13.2.2 Festes Blei	309
10.7.8 Magnetische Struktur, Untersuchungen des Zwischenzustandes	282	Aussehen und Anlauffarben	309
Allgemeines	282	Angriff in verschiedenen Atmosphären (Langzeitversuche)	309
Untersuchungsmethoden	282	Fein verteiltes und verformtes Pb	310
Einfluß von Defekten	283	Pb-Filme oder -Überzüge	311
10.7.9 Überhitzung, Unterkühlung	283	Einfluß von Verunreinigungen oder Zusätzen	311
10.7.10 Magnetostriktion	284	Oxydationsprodukte	312
10.7.11 Verhalten in elektromagnetischen Wechselfeldern	284	13.2.3 Flüssiges Blei	312
10.7.12 Nachbarschaftseffekt (Kontaktwirkung)	284	13.2.4 Verschiedene Untersuchungsmethoden	314
10.7.13 Elektronentunnelung. Josephson-Effekt	285	13.3 Verhalten gegen Wasser	314
10.7.14 Gyromagnetischer Effekt	286	13.3.1 Allgemeines	314
10.8 Galvanomagnetische Effekte	286	13.3.2 Kinetik und Reaktionsprodukte	315
10.8.1 Hall-Konstante	286	13.3.3 Löslichkeit von Pb in H ₂ O	316
Kompaktes Blei	286	13.3.4 Einfluß von im H ₂ O gelösten Stoffen	317
Dünne Schichten	288		
Flüssiges Blei	288		
10.8.2 Widerstandsänderung im Magnetfeld	289		

	Seite
13.4 Verhalten gegen Nichtmetalle . .	318
13.4.1 Edelgase	318
13.4.2 Wasserstoff	318
13.4.3 Sauerstoff	318
13.4.4 Stickstoff	318
13.4.5 Halogene	318
13.4.6 Schwefel	320
13.4.7 Selen, Tellur und Polonium	321
13.4.8 Bor	321
13.4.9 Kohlenstoff	321
13.4.10 Phosphor	321
13.5 Verhalten gegen Metalle	321
13.6 Verhalten gegen Nichtmetall- verbindungen	321
13.6.1 Wasser	321
13.6.2 H_2O_2	321
13.6.3 Stickstoffverbindungen	322
13.6.4 Halogenverbindungen	322
13.6.5 Schwefelverbindungen	322
13.6.6 Selen- und Tellurverbindungen	324
13.6.7 Borverbindungen	324
13.6.8 Kohlenstoffverbindungen	324
13.6.9 Siliciumverbindungen	324
13.6.10 Phosphorverbindungen	324
13.6.11 Arsen-, Antimon- und Wismut- verbindungen	325
13.7 Verhalten gegen Metallverbindungen	325
13.7.1 Im festen Zustand und in der Schmelze	325
Hydride	325
Oxide	325
Hydroxide	326
Nitride, Amide, Nitrite, Nitrate	326
Halogenide, Jodate	326
Sulfide	328
Sulfate, Peroxodisulfate	328
Telluride, Arsenide, Boride, Carbide, Silicide	328
Silicate	329
13.7.2 In Lösungen	329
Allgemeines	329
Einfluß von Konzentration und pH	329
Metallamide in flüssigem Ammoniak	330
Hydroxide	330
Nitrite, Nitrate	331
Fluoride	332
Chlorhaltige Verbindungen	332
Bromide, Jodide	333

	Seite
Sulfide, Sulfite	333
Sulfate	333
Thiosulfate, Peroxodisulfate, Sulfamate	334
Borate	334
Carbonate, Cyanide	335
Phosphate	335
Molybdate, Chromate	335
13.8 Verhalten gegen Säuren	335
13.8.1 Allgemeines	335
Angaben über Kinetik	335
Angaben über Stärke des Angriffs	336
Wirkung von Zusätzen	337
13.8.2 Salpetersäure	337
Gewichtsverluste	337
Kinetik	339
Wirkung von Zusätzen	339
13.8.3 Fluorwasserstoffsäure (und H_2SiF_6)	339
13.8.4 Chlorwasserstoffsäure	340
Wirkung von Verunreinigungen oder Zusätzen im Pb	340
Einfluß von Kontakt mit anderen Stoffen	341
Kinetik des Angriffs. Abhängigkeit von Konzentration und Temperatur	341
Wirkung von Zusätzen zum HCl	341
Angriff nichtwäßriger HCl-Lösungen	342
13.8.5 Brom- und Jodwasserstoffsäure	342
13.8.6 Schwefelsäure	342
Allgemeines	342
Verhalten von reinem Blei	343
Wirkung von Zusätzen zum Pb	343
Schutzschichtbildung	345
Wirkung von Zusätzen zum H_2SO_4	346
Einfluß der Temperatur	347
Angriffsstärke und Konzentration der Säure	348
13.8.7 Phosphorsäure	349
13.8.8 Verschiedene anorganische Säuren	349
13.8.9 Organische Säuren	350
Allgemeines	350
Ameisensäure. Essigsäure. Halogen- essigsäure	351
Buttersäure	351
Ölsäure. Stearinsäure. Laurinsäure	351
Nichtwäßrige Lösungen organischer Säuren	352
13.9 Verhalten gegen organische Stoffe	353
14 Chemisches Verhalten der Blei- Ionen in Lösung	354

	Seite		Seite
14.1 Pb⁴⁺-Ion	354	15 Redoxreaktionen	375
14.2 Pb²⁺-Ion	354	15.1 Reduktion von Pb^{II} zu Pb	375
14.2.1 Solvatation	354	15.2 Reduktion von Pb^{II} zu Pb^I	376
In Wasser	354	15.3 Oxydation von Pb^{II} zu Pb^{IV}	376
Hydratationszahl	355	16 Nachweis und Bestimmung	377
Thermodynamische Daten	356	16.1 Nachweis	377
Standardbildungsgrößen	356	16.1.1 Übersicht über die empfindlichsten	
Hydratationsenthalpie	356	Bleireaktionen	378
Freie Hydratationsenthalpie	357	16.1.2 Nachweis auf trockenem Wege	379
Hydratationsentropie	357	16.1.3 Nachweis auf nassem Wege	379
In Ammoniak	358	Arbeitsvorschrift	379
In organischen Lösungsmitteln	358	Mit anorganischen Reagenzien	380
14.2.2 Ionenaktivität	358	Mit organischen Reagenzien	381
14.2.3 Hydrolyse	359	16.1.4 Mikroskopischer Nachweis	383
14.2.4 Verhalten gegen anorganische		Mit anorganischen Reagenzien	383
Verbindungen	361	Mit organischen Reagenzien	383
Allgemeines	361	16.1.5 Spektralanalytischer Nachweis	384
Gegen Wasserstoffperoxid	361	Emissionsspektralanalyse	384
Gegen Hydroxide	361	Absorptionsspektralanalyse	385
Gegen Stickstoffverbindungen	362	16.1.6 Chromatographischer Nachweis ...	385
Gegen Halogenide	363	Säulenchromatographisch	385
Gegen Schwefelverbindungen	364	Papierchromatographisch	386
Gegen Selen- und Tellurverbindungen .	365	Dünnschichtchromatographisch	388
Gegen Borverbindungen	365	Ionophoretisch oder elektrochromato-	
Gegen Kohlenstoffverbindungen	366	graphisch	389
Gegen Siliciumverbindungen	367	Weitere chromatographische Methoden .	389
Gegen Phosphorverbindungen	367	16.1.7 Weitere Nachweismethoden	389
Gegen Arsenverbindungen	368	16.1.8 Spezielle Nachweismethoden	390
Gegen Zinnverbindungen	368	In Nichtmetallen	390
Gegen Blei (IV)-Verbindungen	368	In Metallen	390
Gegen Vanadiumverbindungen	368	In Legierungen	391
Gegen Niob- und Tantalverbindungen .	368	In Gesteinen	392
Gegen Chromverbindungen	368	In Erzen, Erzkonzentraten und -rück-	
Gegen Molybdän- und Wolfram-		ständen	392
verbindungen	369	In Mineralien	393
Gegen Eisenverbindungen	369	In Aerosolen	393
Gegen weitere Metallverbindungen	369	In Wasser	394
14.2.5 Verhalten gegen organische		In anorganischen Verbindungen	395
Verbindungen	370	In verschiedenen anorganischen	
14.2.6 Austauschreaktionen	370	Materialien	395
14.2.7 Sorption und Verhalten an		In Arzneimitteln	396
Ionenaustauschern	371	In organischen Verbindungen	396
Oxide und Aquoxide	371	In verschiedenen organischen	
Calciumcarbonat	371	Materialien	396
Silicate	372	In Nahrungs- und Futtermitteln	397
Phosphate	372	In biologischem Material	397
Austauschharze	372	In Pflanzen	398
Kationenaustauscher	372	In Böden	398
Anionenaustauscher	374		
Weitere Austauscher	375		

	Seite		Seite
16.2 Bestimmung	399	In Cu-Legierungen	425
16.3 Trennung oder Bestimmung		Allgemeine Angaben	425
neben anderen Ionen	400	In Messing	427
16.4 Spezielle Bestimmungsmethoden	400	In Bronze	428
16.4.1 In Nichtmetallen	401	In weiteren Legierungen	430
16.4.2 In Metallen	403	In Si-Cu-Legierungen	430
Allgemeine Angaben	403	In Sb- oder Bi-Legierungen	431
In Blei	404	In Be- oder Mg-Legierungen	431
In Antimon	404	In Zn-, Cd- oder Hg-Legierungen ...	431
In Wismut	404	In Al-Legierungen	432
In Alkalimetallen	405	In In- oder Tl-Legierungen	432
In Beryllium, Magnesium, Calcium,		In Ti- oder Zr-Legierungen	433
Strontium oder Barium	405	In Nb-, Cr- oder U-Legierungen ...	433
In Zink	406	In Ni-Legierungen	433
In Cadmium	408	In Ag- oder Au-Legierungen	434
In Quecksilber	409	In Legierungen der Pt-Metalle	434
In Aluminium	409	16.4.4 In Gesteinen	434
In Gallium	410	Allgemeine Angaben	435
In Indium	410	Einzelangaben	436
In Thallium	411	In Silicatgesteinen	436
In Lanthan, Cer oder Actinium	411	In weiteren Gesteinen	437
In Titan	411	In Meteoriten	437
In Zirkonium	411	16.4.5 In Erzen und Mineralien	437
In Hafnium	412	Allgemeine Angaben	438
In Thorium	412	Einzelangaben	440
In Germanium	413	In Pb-Erzen oder -Mineralien	440
In Zinn	413	In Fe-Erzen oder -Mineralien	441
In Vanadium	414	In weiteren Erzen oder Mineralien ...	441
In Niob	414	16.4.6 In Konzentraten, Rohstoffen,	
In Tantal	415	Zwischenprodukten und Rückständen	444
In Chrom	415	In Konzentraten	444
In Molybdän	416	Allgemeine Angaben	444
In Wolfram	416	Einzelangaben	444
In Uran	417	In Rohstoffen oder Zwischenprodukten .	446
In Mangan	418	In Rückständen und Schlacken	446
In Nickel	418	16.4.7 In galvanischen Bädern	447
In Kobalt	418	16.4.8 In Luft oder Aerosolen	448
In Eisen	418	Allgemeine Angaben	448
In Kupfer	418	Einzelangaben	449
In Silber	420	In der Großstadtluft	449
In Gold	420	In Industrieluft	449
In Platinmetallen oder Rhenium	421	In Staub	449
In Transuranen	421	16.4.9 In Wasser	450
16.4.3 In Legierungen	421	Allgemeine Angaben	450
Allgemeines	421	In Trinkwasser	451
In Pb-Legierungen	422	In reinem Wasser	451
Allgemeine Angaben	422	In natürlichen Wässern	451
In Letternmetall	423	In Abwässern	452
In Bleilagermetall	423	16.4.10 In anorganischen Verbindungen ..	453
In Sn-Legierungen	423	In Pb-Verbindungen	453
Allgemeine Angaben	423	In D ₂ O	454
In Loten	424	In Säuren	454
In Lagermetall	425	In Si-Verbindungen	455

	Seite		Seite
In P-Verbindungen	456	16.4.22 In Böden	476
In As-, Sb- oder Bi-Verbindungen	456	16.5 Nachweis und Bestimmung von Isotopen des Bleis	477
In Alkaliverbindungen	456	16.5.1 Pb-Isotope ohne Angabe der Massenzahl	477
In Erdalkaliverbindungen	457	16.5.2 Stabile Pb-Isotope	478
In Zn-Verbindungen	458	16.5.3 Instabile Pb-Isotope	479
In Cd-Verbindungen	458	17 Toxizität	482
In Hg- oder Al-Verbindungen	459	17.1 Allgemeiner Überblick	483
In Ga-, In- oder Tl-Verbindungen	459	17.2 Bleivergiftung	483
In Oxiden der Seltenen Erden	460	17.2.1 Durch Nahrungsmittel	483
In Ti-, Zr- oder Th-Verbindungen	460	17.2.2 Durch Blei in der Luft	484
In Ge- oder Sn-Verbindungen	460	17.2.3 Durch bleihaltiges Wasser	485
In V-, Nb- oder Ta-Verbindungen	460	17.2.4 Durch Blei in Industrien	486
In Cr-, Mo- oder W-Verbindungen	461	17.3 Aufnahme und Ablagerung von Pb im Körper	487
In U-Verbindungen	461	17.4 Ausscheidung des aufgenommenen Pb	487
In Mn-, Ni-, Co- oder Fe-Verbindungen	462	17.5 Wirkungsweise des Pb im Körper	488
In Cu-Verbindungen	462	17.5.1 Allgemeines	488
In Pu- oder Am-Verbindungen	462	17.5.2 Bleistoffwechsel	488
16.4.11 In Glas, Emaille oder keramischem Material	463	17.5.3 Veränderungen im Porphyrinstoffwechsel	489
In Glas	463	17.5.4 Weitere Veränderungen im Blut, Urin und Knochenmark	489
In Emaille oder Glasuren	463	17.5.5 Schädigungen von Körperorganen	490
In keramischem Material	464	17.6 Diagnose	491
16.4.12 In weiterem anorganischem Material	464	17.6.1 Allgemeines	491
16.4.13 In pharmazeutischen Präparaten	465	17.6.2 Untersuchung von Blut und Urin	491
16.4.14 In Farben und Sikkativen	465	17.7 Therapie	493
In Farben	465	17.7.1 Behandlung mit Na ₂ Ca-Äthylendiamintetraacetat (EDTA, Mosatil, Versenat)	493
In Sikkativen	466	17.7.2 Weitere Behandlungsweisen	494
16.4.15 In organischen Verbindungen	466	17.8 Spezielle Wirkung von Pb-Verbindungen	494
In Pb-Verbindungen	466	17.9 Verhütungsmaßnahmen	496
In weiteren Verbindungen	467	17.10 Grenzkonzentrationen	497
16.4.16 In verschiedenen organischen Substanzen	468		
16.4.17 In Erdöl und Erdölprodukten	468		
In Erdöl	468		
In Erdölfractionen	469		
In Rückständen	470		
16.4.18 In Kohlematerialien und Aschen	471		
16.4.19 In Nahrungs- und Futtermitteln. In Getränken	471		
16.4.20 In biologischem Material	473		
Allgemeine Angaben	473		
In Körperflüssigkeiten	473		
In Gewebe und Fäzes	475		
16.4.21 In Pflanzen	476		

Table of Contents

(Inhaltsverzeichnis s. S. I)

The Element	Page		Page
1 Position in the Periodic System.		General. Recovery of Active Deposit .	15
Oxidation States	1	Electrochemical Separation	16
2 Isotopic Abundance. Atomic Weight	1	Separation by Precipitation	18
2.1 Relative Isotopic Abundance	1	Separation by Extraction Methods . . .	18
2.1.1 General	1	Separation by Ion Exchange	19
2.1.2 Common Lead	2	Separation by Paper Chromato-	
2.2 Atomic Weight	3	graphy	19
2.2.1 Physical Methods	3	Separation by Paper Electrophoresis .	20
2.2.2 Chemical Methods	3	Separation by Other Methods	20
Lead from Nonradioactive Minerals . . .	3	Separation of ^{210}Pb from Ra Salts	21
PbCl_2 : 2 Ag Weight Ratio	3	4.4.3 Isolation of ^{212}Pb from the Th	
PbCl_2 : 2 AgCl Weight Ratio	5	Decay Series	22
PbBr_2 : 2 Ag Weight Ratio	5	General	22
PbBr_2 : 2 AgBr Weight Ratio	6	Separation of ^{212}Pb via the Active	
Other Chemical Methods	6	Deposit Obtained from Th	23
Lead from Radioactive Minerals	6	Recovery of Active Deposit Obtained	
Uraninites, Thorianites	6	from Th	23
Other Minerals	8	Separation by Vaporizing ^{212}Pb	24
3 Preparation of the Metal	9	Separation by Electrodeposition of	
4 Preparation, Enrichment, and		^{212}Bi	24
Separation of Pb Isotopes	9	Separation by Deposition of ^{212}Bi by	
4.1 General	9	Internal Electrolysis	25
4.2 Handling. Radiation Protection . . .	10	Separation by Electrodeposition of	
4.3 Separation and Enrichment of		^{212}Pb or ^{212}Bi or both	25
Stable Pb Isotopes	10	Separation by Precipitation Methods .	25
4.3.1 Electromagnetic Separation	10	Separation by Extraction and	
4.3.2 Enrichment by Ionic Migration in an		Extraction Chromatography	25
Electric Field	11	Separation by Ion Exchange Methods	26
4.3.3 Enrichment from Natural Sources by		Separation by Electrochromatography	26
Leaching or Sublimation	12	Separation by Paper Chromatography	
4.4 Preparation, Separation, and		and Paper Electrophoresis	27
Enrichment of Unstable Pb		Separation of ^{212}Pb from Th Salts	27
Isotopes	12	4.4.4 Isolation of ^{211}Pb from the Ac	
4.4.1 Recovery from Minerals and Rocks . .	12	Decay Series	29
4.4.2 Isolation of ^{210}Pb and ^{214}Pb from		Separation of ^{211}Pb via Active Deposit	
the U Decay Series	13	Obtained from Ac	29
General	13	Separation of ^{211}Pb from ^{227}Ac Salts . .	30
Separation of ^{214}Pb from the Rapidly		4.4.5 Separation of Pb Isotopes from	
Decaying Active Deposit Obtained		Fallout and Radioactive Wastes	31
from Ra	15	4.4.6 Preparation and Separation from	
Separation of ^{210}Pb from the Slowly		Specific Elements	31
Decaying Active Deposit Obtained		From Tungsten	31
from Ra	15	From Thallium	31
		Preparation	31
		With Protons	32
		With Deuterons	32
		With α -Particles	33

	Page		Page
Separation	34	Oscillator Strengths. Transition	
Precipitation Methods	34	Probabilities	75
Ion Exchange Methods	35	Line Widths	77
Paper Chromatographic Methods	35	Line Splittings and Line Shifts	77
Electromagnetic Methods	35	Absorption Cross Sections	80
From Lead	36	6.1.4 X-Ray Spectrum	81
Preparation	36	Review	81
With γ -Rays	36	Symbols and Units	81
With Neutrons	36	Level Values	81
With Protons	37	Level Widths	82
With Deuterons	38	In Emission	82
With α -Particles	39	K Series	82
Separation and Identification	40	Diagram Lines	82
Precipitation Methods	40	Radiation Yield	84
Ion Exchange Methods	41	Line Excitation	85
Other Methods	42	L Series	85
From Bismuth	42	Diagram Lines	85
From Radium	43	Satellite Lines	86
From Thorium	44	Intensities	87
From Uranium	44	Line Widths	88
Formation Reactions	44	Radiation Yield	88
Separation	44	Line Excitation	89
Separation from Other Elements	46	M Series	89
5 Nuclide Properties	47	Diagram Lines	89
5.1 Nuclide Masses	47	Satellite Lines	90
5.2 Nuclear Moments	48	Radiation Yield	90
5.2.1 Nuclear Spin	48	Line Excitation	90
5.2.2 Magnetic Moment	49	N Series	90
5.3 Excitation	49	O Series	91
5.4 Decay	50	In Absorption	91
6 Properties of the Atom and Atomic Ions	55	Review	91
6.1 Pb Atom	55	K Absorption Edge	92
6.1.1 Atomic Field. Wave Functions	55	L Absorption Edges	92
6.1.2 Electron Configuration and Optical		M Absorption Edges	94
Terms	58	N and O Absorption Edges	94
Notation	58	Continuous Absorption	94
Term Energies	59	Mass Absorption Coefficient for	
Ground Term	59	X-Rays	94
Excited Terms	59	Dosage Build-up Factor	97
Term Splittings	62	Mass Energy Absorption	
Lifetimes of Excited States	65	Coefficient	98
6.1.3 Arc Spectrum (Pb I)	65	Photoabsorption Coefficient	98
Wavelengths	65	6.1.5 Interaction with Electrons	99
Arc Spectrum Analysis	66	Ionization	99
Effect of Excitation Conditions	69	Electron Scattering	100
Forbidden Lines	71	6.1.6 Electronegativity	100
Line Intensities	71	6.1.7 Atomic Radius. Atomic Volume	101
Pure Pb in the Arc	72	6.1.8 Atomic Susceptibility	102
Effect of Extraneous Substances on		6.1.9 Atomic Refraction	102
the Line Intensity	73	6.2 Free Pb Ions	102
Effect of Excitation Conditions	74	6.2.1 Atomic Field and Wave Functions	102

	Page		Page
6.2.2 Electron Configuration and Optical		Absorption	121
Terms	102	Review	121
Review	102	A Band	121
Pb ⁺ Ion	103	C Band	124
Term Energies	103	B Band	125
Term Splittings	104	Other Absorption Bands	126
Pb ²⁺ Ion	105	In Compounds of Second Main and	
Term Energies	105	Subgroup Elements	126
Term Splittings	106	In Ca and Cd Halides	126
Pb ³⁺ Ion	107	In CaO and CaS	127
Term Energies	107	In ZnS	128
Term Splittings	108	In BaSO ₄	128
Pb ⁴⁺ Ion	108	In Sr Borates	128
6.2.3 Spark Spectra	109	In CaCO ₃	129
First Spectrum (Pb II)	109	In Silicates	129
Wavelengths	109	In Phosphates	129
Line Intensities	110	In Other Substances	130
Oscillator Strengths. Transition		6.3.2 Pb ³⁺ in Crystals	130
Probabilities	111	In II-VI Compounds	130
Line Splittings	111	In KCl	131
Second Spark Spectrum (Pb III)	112	In Calcite	131
Wavelengths	112	In CaWO ₄	131
Line Intensities	113	In ThO ₂	132
Oscillator Strengths. Transition		6.3.3 Pb ²⁺ in Solutions	132
Probabilities	113	In Aqueous Lead Salt Solutions	132
Line Splittings	113	In Acids	132
Third Spark Spectrum (Pb IV)	114	In KOH Solution	134
Wavelengths	114	In Aqueous Alkali Halide Solutions	134
Line Intensities	114	In Aqueous Alkaline Earth Halide	
Oscillator Strengths	114	Solutions	135
Line Splittings	114	In LiCl-KCl Melt	135
Fourth Spark Spectrum (Pb V)	115	In Organic Solvents	136
Wavelengths	115	In Glasses	136
Line Intensities and Transition		6.3.4 Pb ⁴⁺ in Solution	136
Probabilities	115	6.3.5 Ionic Radius. Ionic Volume	136
Fifth Spark Spectrum (Pb VI)	115	6.3.6 Ionic Susceptibility	137
6.2.4 Interaction with Electrons	115	6.3.7 Atomic and Ionic Refraction	138
Ionization	115	6.3.8 Faraday Effect	138
Electron Scattering	116	7 Properties of the Molecule	138
6.3 Pb Ions in Crystals and Solutions	116	7.1 Formation. Terms	138
6.3.1 Pb ²⁺ in Crystals	116	7.2 Band Spectrum	139
In Alkali Halides	116	7.3 Dissociation Energy	139
General	116	8 Crystallographic Properties	140
Emission	117	8.1 Polymorphism	140
Temperature Dependence	117	8.2 Crystallization	142
Lifetime	118	8.2.1 Crystal Habit. Crystal Form	142
Degree of Polarization	119	8.2.2 Formation of Nuclei. Rate of	
Pressure Effect	119	Crystallization	142
Effect of Lattice Defects	119	8.2.3 Growth Direction	144
Effect of Pretreatment	120		
Pb Aggregates	120		
Other Emission Bands	121		

	Page		Page
8.2.4 Crystal Growth Phenomena	146	8.5.11 Deformation Effects in Diffraction Diagrams	183
Crystallization from Melt	146	8.5.12 Deformation Structure	184
Electrocrystallization	148	8.5.13 Deformation Textures	184
Spherical Growth	150	8.6 Strain Release	185
Dendritic Growth	151	8.6.1 Recovery	185
"Lead Tree"	153	8.6.2 Recrystallization	186
Whiskers	154	Review	186
Thin Films	154	Recrystallization Temperature	187
Growth under Various Conditions	154	Recrystallization Rate	189
Structural Transformation on Heating	155	Grain Size	190
Epitaxy	156	Grain Growth, Grain-boundary Migration	191
Metal Black	157	Grain-boundary Gliding	194
Twinning	157	Sinter Recrystallization, Powder Fritting	195
8.3 Lattice Structure	158	Recrystallization during Creep	195
8.3.1 Lattice Type	158	Recrystallization Texture	196
8.3.2 Lattice Constant	159	Recrystallization Diagram	196
8.3.3 Atomic Scattering Factors	160	8.7 Lattice Vibrations	196
8.3.4 Lattice Energy Data	160	8.7.1 Dispersion Curves	196
Bond Energy	160	8.7.2 Frequency Distribution Function	199
Coupling	161	8.7.3 Vibrational Amplitude	200
Internal Potential	162	8.8 Melt Structure	200
Surface Energy	162	8.8.1 Model Discussion	200
Grain-boundary Energy	162	8.8.2 Packing Density, Interatomic Dis- tances, and Coordination Number	202
8.3.5 Surface Structure	163	8.8.3 Cavities	206
8.4 Lattice Defects	164	8.8.4 Energy Data	206
8.4.1 General Data	164	8.8.5 Bond	207
8.4.2 Point Defects	164	8.8.6 Atomic Scattering Factors and Structure Factors	207
Interstitials	164	8.9 Self-diffusion	208
Vacancies	164	8.9.1 Solid Lead	208
8.4.3 Line Defects	166	8.9.2 Liquid Lead	211
Dislocations	166	9 Mechanical and Thermal Properties	212
Formation	166	9.1 Equation of State	212
Density	167	9.2 Density	214
Distribution	168	9.2.1 Solid Lead	214
Movement	168	9.2.2 Liquid and Gaseous Lead	215
Behavior	169	9.3 Thermal Expansion	217
Dislocations and Internal Friction	171	9.3.1 Solid Lead	217
Stacking Faults	173	9.3.2 Liquid Lead	218
8.5 Deformation	174	9.4 Elastic Constants	219
8.5.1 Deformation Mechanism	174	9.5 Young's Modulus, Shear Modulus, Poisson's Ratio	220
8.5.2 Deformation Resistance	175		
8.5.3 Deformation Energy	175		
8.5.4 Flow and Creep	176		
8.5.5 Extrusion	179		
8.5.6 Torsion	179		
8.5.7 Strain Hardening	179		
8.5.8 Fatigue, Fracture	180		
8.5.9 Cleavage	182		
8.5.10 Strain Distribution in Deformation	182		

	Page		Page
9.6 Compressibility	222	9.19 Thermodynamic Functions	242
9.6.1 Solid Lead	222	9.19.1 Solid Lead	242
9.6.2 Liquid Lead	223	9.19.2 Liquid Lead	244
9.7 Velocity of Sound	223	9.19.3 Lead Vapor	245
9.7.1 Solid Lead	223	9.20 Debye Temperature	246
9.7.2 Liquid Lead	224	9.21 Thermal Conductivity	248
9.8 Internal Friction. Ultrasound		9.21.1 Solid Lead	248
Attenuation	224	9.21.2 Liquid Lead	250
9.8.1 In Superconductive State	224	9.22 Thermal Diffusivity	251
9.8.2 In the Intermediate State	226	9.23 Chemical Constant	251
9.8.3 In the Normal Conductive State	227	10 Electrical and Magnetic Properties	251
9.8.4 In Liquid State	228	10.1 Energy Band Structure	251
9.9 Brinell Hardness. Vickers		10.1.1 Pure Stress-free Samples	251
Hardness. Microhardness	228	10.1.2 Effect of Hydrostatic Pressure	255
9.9.1 Reference Values	228	10.1.3 Effect of Impurities	255
9.9.2 Temperature Dependence	229	10.1.4 Cyclotron Resonance	255
9.9.3 Dependence on Grain Size and		10.2 Plasma Vibrations	256
Pretreatment	229	10.3 Nuclear Magnetic Resonance and	
9.9.4 Effect of Foreign Substances	230	Relaxation	257
9.10 Plasticity. Creep	230	10.3.1 Solid Lead with Normal	
9.11 Melt Viscosity	232	Conductivity	257
9.12 Surface Tension. Interfacial		10.3.2 Superconductive Lead	258
Tension. Wetting	234	10.3.3 Liquid Lead	258
9.12.1 Solid Lead	234	10.4 Magnetic Susceptibility	258
9.12.2 Liquid Lead	234	10.4.1 Measured Values for Pure Pb at	
9.12.3 Liquid Lead Solid Lead	236	Room Temperature	258
9.12.4 Liquid Lead Solid Substances	236	10.4.2 Effect of Impurities	259
9.13 Vaporization and Condensation	237	10.4.3 Temperature Dependence	259
9.13.1 Constitution of Vapor	237	10.4.4 Theoretical Values	259
9.13.2 Vaporization	237	10.4.5 Field Dependence (de Haas-van	
9.13.3 Condensation	237	Alphen Effect)	260
9.13.4 Vapor Pressure	237	10.5 Conduction Mechanism	260
Solid Lead	237	10.5.1 Solid Lead	260
Liquid Lead	238	10.5.2 Liquid Lead	262
9.14 Normal Boiling Point	239	10.6 Electrical Conductivity	262
9.15 Critical Constants	239	10.6.1 Bulk Samples	262
9.16 Melting Point	239	General	262
9.16.1 Normal Melting Point	239	Standard Values	263
9.16.2 Supercooling	240	Temperature Dependence	263
9.16.3 Effect of Additives	240	Review	263
9.16.4 Pressure Dependence	240	Measured Values	263
9.17 Heats of Vaporization and		Temperature Coefficient	265
Sublimation	241	Pressure Dependence	266
9.18 Heat and Entropy of Fusion	241	Effect of Deformation	267
		10.6.2 Surface Conductivity, Anomalous	
		Skin Effect	267

	Page		Page
10.6.3 Thin Films	269	Absolute Thermoelectric Force	290
Effect of Substrate	269	Pressure Dependence	291
Dependence on Layer Thickness	269	Effect of Deformation	292
Change with Temperature	270	Effect of Additives	292
Effect of Adsorbed Gases	271	Thermocouples	292
10.6.4 Liquid Lead	271	Thin Films	293
Values at the Melting Point	271	Liquid Lead	293
Temperature Dependence	271	10.9.2 Peltier Effect	294
10.7 Superconductivity	272	10.9.3 Thomson Effect	295
10.7.1 Nomenclature and Review	272	10.10 Thermomagnetic Effects	296
10.7.2 Theoretical Introduction	273	10.11 Electron Emission	296
10.7.3 Pure Stress-free Bulk Samples	274	10.11.1 Work Function	296
Critical Temperature	274	10.11.2 Photoelectron Emission	297
Critical Field Strength	274	10.11.3 X-Ray and γ -Photoelectric Effect	298
Isotopic Effect	274	11 Optical Properties	300
Surface Nucleation Field	274	11.1 Optical Constants	300
Ginzburg-Landau Parameter	275	11.1.1 Solid Lead with Normal Conductivity	300
Penetration Depth. Coherence Length	275	11.1.2 Superconductive Lead	304
Superconductivity Energy Gap	275	11.1.3 Liquid Lead	305
Tunneling Density of States	277	11.2 Thermal Radiation	307
10.7.4 Pressure and Volume Dependence	277	12 Electrochemical Behavior	307
10.7.5 Effect of Elastic Elongation	278	13 Chemical Reactions of the Metal	307
10.7.6 Effect of Lattice Defects	278	13.1 General	307
Review	278	13.2 Reactions with Oxygen (Air)	308
By Plastic Deformation	278	13.2.1 General	308
By Irradiation	279	13.2.2 Solid Lead	309
By Foreign Substances	279	Appearance and Discoloration	309
10.7.7 Thin Films	280	Attack in Various Atmospheres (Long Tests)	309
10.7.8 Magnetic Structure, Investigation of the Intermediate State	282	Finely Divided and Shaped Pb	310
General	282	Pb Films and Coatings	311
Investigation Methods	282	Effect of Impurities or Additives	311
Effect of Defects	283	Oxidation Products	312
10.7.9 Superheating, Supercooling	283	13.2.3 Liquid Lead	312
10.7.10 Magnetostriction	284	13.2.4 Various Test Methods	314
10.7.11 Behavior in Alternating Electromagnetic Fields	284	13.3 Reactions with Water	314
10.7.12 Proximity Effect	284	13.3.1 General	314
10.7.13 Electron Tunneling. Josephson Effect	285	13.3.2 Kinetics and Reaction Products	315
10.7.14 Gyromagnetic Effect	286	13.3.3 Solubility of Pb in H ₂ O	316
10.8 Galvanomagnetic Effects	286	13.3.4 Effect of Substances Dissolved in H ₂ O	317
10.8.1 Hall Constant	286	13.4 Reactions with Nonmetals	318
Bulk Lead	286	13.4.1 Rare Gases	318
Thin Films	288	13.4.2 Hydrogen	318
Liquid Lead	288	13.4.3 Oxygen	318
10.8.2 Magnetoresistance	289	13.4.4 Nitrogen	318
10.9 Thermoelectric Effects	290		
10.9.1 Thermoelectric Force	290		
Bulk Lead	290		

	Page		Page
13.4.5 Halogens	318	13.8 Reactions with Acids	335
13.4.6 Sulfur	320	13.8.1 General	335
13.4.7 Selenium, Tellurium, Polonium	321	Rate Data	335
13.4.8 Boron	321	Data on Strength of Corrosive Attack	336
13.4.9 Carbon	321	Effect of Additives	337
13.4.10 Phosphorus	321	13.8.2 Nitric Acid	337
13.5 Reactions with Metals	321	Weight Losses	337
13.6 Reactions with Nonmetal Compounds	321	Rates	339
13.6.1 Water	321	Effect of Additives	339
13.6.2 H_2O_2	321	13.8.3 Hydrofluoric Acid (and H_2SiF_6)	339
13.6.3 Nitrogen Compounds	322	13.8.4 Hydrochloric Acid	340
13.6.4 Halogen Compounds	322	Effect of Pb Impurities or Additives	340
13.6.5 Sulfur Compounds	322	Effect of Contact with Other Substances	341
13.6.6 Selenium and Tellurium Compounds	324	Corrosion Rate, Dependence on Concentration and Temperature	341
13.6.7 Boron Compounds	324	Effect of Additives to HCl	341
13.6.8 Carbon Compounds	324	Corrosion by Nonaqueous HCl Solutions	342
13.6.9 Silicon Compounds	324	13.8.5 Hydrobromic and Hydroiodic Acids	342
13.6.10 Phosphorus Compounds	324	13.8.6 Sulfuric Acid	342
13.6.11 Arsenic, Antimony, and Bismuth Compounds	325	General	342
13.7 Reactions with Metal Compounds	325	Reactions of Pure Lead	343
13.7.1 In Solid State and in Melt	325	Effect of Pb Additives	343
Hydrides	325	Formation of Protective Layer	345
Oxides	325	Effect of Additives to H_2SO_4	346
Hydroxides	326	Effect of Temperature	347
Nitrides, Amides, Nitrites, Nitrates	326	Effect of Acid Concentration on Degree of Corrosive Attack	348
Halides, Iodates	326	13.8.7 Phosphoric Acid (H_3PO_4)	349
Sulfides	328	13.8.8 Various Inorganic Acids	349
Sulfates, Peroxodisulfates	328	13.8.9 Organic Acids	350
Tellurides, Arsenides, Borides, Carbides, Silicides	328	General	350
Silicates	329	Formic Acid, Acetic Acid, Halogenoacetic Acid	351
13.7.2 In Solutions	329	Butyric Acid	351
General	329	Oleic Acid, Stearic Acid, Lauric Acid	351
Effect of Concentration and pH	329	Nonaqueous Organic Acid Solutions	352
Metal Amides in Liquid Ammonia	330	13.9 Reactions with Organic Substances	353
Hydroxides	330	14 Chemical Reactions of Lead Ions in Solution	354
Nitrites, Nitrates	331	14.1 Pb^{4+} Ion	354
Fluorides	332	14.2 Pb^{2+} Ion	354
Compounds Containing Chlorine	332	14.2.1 Solvation	354
Bromides, Iodides	333	In Water	354
Sulfides, Sulfites	333	Hydration Number	355
Sulfates	333	Thermodynamic Data	356
Thiosulfates Peroxodisulfates, Sulfamates	334	Standard Formation Values	356
Borates	334	Hydration Enthalpy	356
Carbonates, Cyanides	335	Free Hydration Enthalpy	357
Phosphates	335	Hydration Entropy	357
Molybdates, Chromates	335		

	Page		Page
In Ammonia	358	16 Detection and Determination	377
In Organic Solvents	358	16.1 Detection	377
14.2.2 Ion Activity	358	16.1.1 Review on Most Sensitive Lead	
14.2.3 Hydrolysis	359	Reactions	378
14.2.4 Reactions with Inorganic		16.1.2 Detection by Dry Methods	379
Compounds	361	16.1.3 Detection by Wet Methods	379
General	361	Procedure	379
With Hydrogen Peroxide	361	With Inorganic Reagents	380
With Hydroxides	361	With Organic Reagents	381
With Nitrogen Compounds	362	16.1.4 Microscopic Detection	383
With Halides	363	With Inorganic Reagents	383
With Sulfur Compounds	364	With Organic Reagents	383
With Selenium and Tellurium		16.1.5 Spectroscopic Detection	384
Compounds	365	Emission Spectrum Analysis	384
With Boron Compounds	365	Absorption Spectrum Analysis	385
With Carbon Compounds	366	16.1.6 Chromatographic Detection	385
With Silicon Compounds	367	By Column Chromatography	385
With Phosphorus Compounds	367	By Paper Chromatography	386
With Arsenic Compounds	368	By Thin Layer Chromatography	388
With Tin Compounds	368	By Ionophoresis or Electrochromato-	
With Lead (IV) Compounds	368	graphy	389
With Vanadium Compounds	368	Other Chromatographic Methods	389
With Niobium and Tantalum		16.1.7 Other Detection Methods	389
Compounds	368	16.1.8 Special Detection Methods	390
With Chromium Compounds	368	In Nonmetals	390
With Molybdenum and Tungsten		In Metals	390
Compounds	369	In Alloys	391
With Iron Compounds	369	In Rocks	392
With Other Metal Compounds	369	In Ores, Ore Concentrates, and Residues	392
14.2.5 Reactions with Organic		In Minerals	393
Compounds	370	In Aerosols	393
14.2.6 Exchange Reactions	370	In Water	394
14.2.7 Sorption and Reactions with Ion		In Inorganic Compounds	395
Exchange Resins	371	In Various Inorganic Materials	395
Oxides and Aquoxides	371	In Pharmaceuticals	396
Calcium Carbonate	371	In Organic Compounds	396
Silicates	372	In Various Organic Materials	396
Phosphates	372	In Foods	397
Exchange Resins	372	In Biological Material	397
Cation Exchange Resins	372	In Plants	398
Anion Exchange Resins	374	In Soils	398
Other Exchange Resins	375	16.2 Determination	399
15 Redox Reactions	375	16.3 Separation from or Determina-	400
15.1 Reduction of Pb^{II} to Pb	375	tion in Presence of Other Ions	
15.2 Reduction of Pb^{II} to Pb^I	376	16.4 Special Methods of	
15.3 Oxidation of Pb^{II} to Pb^{IV}	376	Determination	400
		16.4.1 In Nonmetals	401
		16.4.2 In Metals	403
		General Data	403
		In Lead	404
		In Antimony	404

	Page		Page
In Bismuth	404	In In or Ti Alloys	432
In Alkali Metals	405	In Ti or Zr Alloys	433
In Beryllium, Magnesium, Calcium, Strontium, Barium	405	In Nb, Cr, or U Alloys	433
In Zinc	406	In Ni Alloys	433
In Cadmium	408	In Ag or Au Alloys	434
In Mercury	409	In Alloys of Pt Metals	434
In Aluminum	409	16.4.4 In Rocks	434
In Gallium	410	General Data	435
In Indium	410	Specific Data	436
In Thallium	411	In Silicate Rocks	436
In Lanthanum, Cerium, or Actinium	411	In Other Rocks	437
In Titanium	411	In Meteorites	437
In Zirconium	411	16.4.5 In Ores and Minerals	437
In Hafnium	412	General Data	438
In Thorium	412	Specific Data	440
In Germanium	413	In Pb Ores and Minerals	440
In Tin	413	In Fe Ores and Minerals	441
In Vanadium	414	In Other Ores or Minerals	441
In Niobium	414	16.4.6 In Concentrates, Raw Materials, Intermediate Products, and Residues	444
In Tantalum	415	In Concentrates	444
In Chromium	415	General Data	444
In Molybdenum	416	Specific Data	444
In Tungsten	416	In Raw Materials or Intermediate Products	446
In Uranium	417	In Residues and Slags	446
In Manganese	418	16.4.7 In Plating Solutions	447
In Nickel	418	16.4.8 In Air or Aerosols	448
In Cobalt	418	General Data	448
In Iron	418	Specific Data	449
In Copper	418	In City Atmospheres	449
In Silver	420	In Industrial Atmospheres	449
In Gold	420	In Dust	449
In Platinum Metals or Rhenium	421	16.4.9 In Water	450
In Transuranic Elements	421	General Data	450
16.4.3 In Alloys	421	In Drinking Water	451
General	421	In Pure Water	451
In Pb Alloys	422	In Natural Waters	451
General Data	422	In Waste Waters	452
In Type Metal	423	16.4.10 In Inorganic Compounds	453
In Lead Antifriction Metal	423	In Pb Compounds	453
In Sn Alloys	423	In D ₂ O	454
General Data	423	In Acids	454
In Solder	424	In Si Compounds	455
In Antifriction Metal	425	In P Compounds	456
In Cu Alloys	425	In As, Sb, or Bi Compounds	456
General Data	425	In Alkali Compounds	456
In Brass	427	In Alkaline Earth Compounds	457
In Bronze	428	In Zn Compounds	458
In Other Alloys	430	In Cd Compounds	458
In Si-Cu Alloys	430	In Hg or Al Compounds	459
In Sb or Bi Alloys	431	In Ga, In, or Tl Compounds	459
In Be or Mg Alloys	431	In Rare Earth Oxides	460
In Zn, Cd, or Hg Alloys	431		
In Al Alloys	432		

	Page		Page
In Ti, Zr, or Th Compounds	460	16.5 Detection and Determination of Lead Isotopes	477
In Ge or Sn Compounds	460	16.5.1 Pb Isotopes of Unspecified Mass Number	477
In V, Nb, or Ta Compounds	460	16.5.2 Stable Pb Isotopes	478
In Cr, Mo, or W Compounds	461	16.5.3 Unstable Pb Isotopes	479
In U Compounds	461	17 Toxicity	482
In Mn, Ni, Co, or Fe Compounds	462	17.1 General Review	483
In Cu Compounds	462	17.2 Lead Poisoning	483
In Pu or Am Compounds	462	17.2.1 By Food	483
16.4.11 In Glass, Enamel, or Other Ceramic Materials	463	17.2.2 By Pb Content of Air	484
In Glass	463	17.2.3 By Water Containing Pb	485
In Enamel or Glazes	463	17.2.4 Industrial Pb Hazards	486
In Ceramic Materials	464	17.3 Intake and Storage of Pb in Body	487
16.4.12 In Other Inorganic Materials	464	17.4 Elimination of Pb Intake	487
16.4.13 In Pharmaceutical Substances	465	17.5 Action of Pb in Body	488
16.4.14 In Colors and Driers	465	17.5.1 General	488
In Colors	465	17.5.2 Lead Metabolism	488
In Driers	466	17.5.3 Changes in Porphyrine Metabolism	489
16.4.15 In Organic Compounds	466	17.5.4 Other Changes in Blood, Urine, and Marrow	489
In Pb Compounds	466	17.5.5 Damage to Body Organs	490
In Other Compounds	467	17.6 Diagnosis	491
16.4.16 In Various Organic Substances	468	17.6.1 General	491
16.4.17 In Petroleum and Petroleum Products	468	17.6.2 Testing of Blood and Urine	491
In Petroleum	468	17.7 Therapy	493
In Petroleum Fractions	469	17.7.1 Treatment with EDTA	493
In Residues	470	17.7.2 Other Treatments	494
16.4.18 In Carbonaceous Materials and Ash	471	17.8 Particular Effects of Pb Compounds	494
16.4.19 In Food and Drink	471	17.9 Preventive Methods	496
16.4.20 In Biological Materials	473	17.10 Limiting Concentrations	497
General Data	473		
In Body Fluids	473		
In Tissues and Faeces	475		
16.4.21 In Plants	476		
16.4.22 In Soils	476		