

Gmelin Handbuch der Anorganischen Chemie

Achte völlig neu bearbeitete Auflage

Mangan

Teil C 2

Verbindungen

Gmelin Handbuch der Anorganischen Chemie

Achte völlig neu bearbeitete Auflage

Mangan

Teil C 2

Verbindungen

(Oxomanganionen, Permangansäure, Verbindungen und Phasen mit Metallen der 1. und 2. Haupt- und Nebengruppe des Periodensystems)

Mit 66 Figuren

HAUPTREDAKTEUR
DIESER LIEFERUNG

Edith Schleitzer-Steinkopf

REDAKTEURE DIESER LIEFERUNG

Lieselotte Berg, Vera Haase, Hiltrud Hein, Gerhard Kirschstein,
Dieter Koschel, Hans Karl Kugler, Edith Schleitzer-Steinkopf

WISSENSCHAFTLICHE MITARBEITER

Lieselotte Berg, Helga Demmer, Hiltrud Hein, Lore Iwan-Hilterhaus,
Hannelore Keller-Rudek, Ulrich Krüerke, Hans Karl Kugler,
Edith Schleitzer-Steinkopf, Brünnhilde v. Tschirschnitz-Geibler

System-Nummer 58



Springer-Verlag
Berlin · Heidelberg · New York 1975

ENGLISCHE FASSUNG DER STICHWÖRTER NEBEN DEM TEXT.
G. T. MAPLE, Woodside, Calif.

Die Literatur ist bis Mitte 1974 vollständig ausgewertet,
in Einzelfällen darüber hinaus

Die vierte bis siebente Auflage dieses Werkes erschien im Verlag von
Cari Winter's Universitätsbuchhandlung in Heidelberg

Library of Congress Catalog Card Number: Agr 25-1383

ISBN 3-540-93 287-9 Springer-Verlag, Berlin · Heidelberg · New York
ISBN 0-387-93 287-9 Springer-Verlag, New York · Heidelberg · Berlin

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. im Gmelin-Handbuch berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdruckes, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwendung, vorbehalten.

Printed in Germany. — All rights reserved. No part of this book may be reproduced in any form — by photoprint, microfilm, or any other means — without written permission from the publishers.

© by Springer-Verlag, Berlin · Heidelberg 1975

Wiesbadener Graphische Betriebe GmbH, Wiesbaden

Gmelin Handbuch der Anorganischen Chemie

Achte völlig neu bearbeitete Auflage

Gmelin Handbuch der Anorganischen Chemie

BEGRUNDET VON

Leopold Gmelin

Achte völlig neu bearbeitete Auflage

ACHTE AUFLAGE

begonnen im Auftrage der Deutschen Chemischen Gesellschaft
von R. J. Meyer
E. H. E. Pietsch und A. Kotowski

fortgeführt von
Margot Becke-Goehring und Karl-Christian Buschbeck

HERAUSGEGEBEN VOM

Gmelin-Institut
für Anorganische Chemie und Grenzgebiete der
Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften



Springer-Verlag
Berlin · Heidelberg · New York 1975

**Gmelin-Institut für Anorganische Chemie und Grenzgebiete der Max-Planck-Gesellschaft
zur Förderung der Wissenschaften**

KURATORIUM

Dr. J. Schaafhausen, Vorsitzender, Dr. G. Breil, Prof. Dr. R. Brill, Prof. Dr. G. Fritz, Prof. Dr. E. Gebhardt, Prof. Dr. W. Gentner, Prof. Dr. O. Glemser, Prof. Dr. O. Haxel, Prof. Dr. H. Hellmann, Prof. Dr. R. Hoppe, Stadtkämmerer H. Lingnau, Prof. Dr. R. Lüst, Prof. Dr. H. Schäfer

DIREKTOR

PROF. DR. MARGOT BECKE

LEITENDE MITARBEITER

Dr. K.-C. Buschbeck, Dr. W. Lippert, W. Busch

HAUPTREDAKTEURE

Dr. K. v. Baczko, Dr. H. Bergmann, Dr. H. Bitterer, Dr. R. Keim, Dipl.-Ing. G. Kirschstein, Dr. E. Koch, Dipl.-Phys. D. Koschel, Dr. I. Kubach, Dr. H.-K. Kugler, Dr. E. Schleitzer, Dr. A. Slawisch, Dr. K. Swars

MITARBEITER

Dipl.-Chem. V. Amerl, Z. Amerl, J. Bäcker, D. Barthel, I. Baumhauer, R. Becker, Dr. K. Becker, Dr. L. Berg, Dipl.-Chem. E. Best, Dipl.-Phys. E. Bieriemann, M. Brandes, N. Bremer, E. Brett-schneider, E. Cloos, Dipl.-Phys. G. Czack, I. Deim, L. Dämmel, Dipl.-Chem. H. Demmer, I. Dölz, R. Dombrowsky, Dipl.-Chem. A. Drechsler, Dipl.-Chem. M. Drößmar, M. Engels, V.-F. Fabrizek, I. Fischer, Dr. I. Flachsbart, J. Füssel, Dipl.-Ing. N. Gagel, Dipl.-Chem. H. Gedschold, G. Grabowski, Dipl.-Phys. D. Gras, Dr. V. Haase, E. Hamm, H. Hartwig, B. Heibel, Dipl.-Min. H. Hein, G. Heinrich-Sterzel, H. W. Herold, U. Hettwer, Dr. I. Hinz, Dr. W. Hoffmann, Dipl.-Chem. K. Holzapfel, Dr. L. Iwan, Dipl.-Ing. A. Junker, Dr. W. Kästner, Dipl.-Chem. W. Karl, H.-G. Karrenberg, Dr. H. Katscher, Dipl.-Phys. H. Keller-Rudek, H. Klein, H. Koch, Dipl.-Chem. K. Koeber, H. Köppe, Dipl.-Chem. H. Köttel-wesch, R. Kolb, E. Kranz, L. Krause, Dipl.-Chem. I. Kreuzbichler, Dr. U. Krüerke, Dr. P. Kuhn, Dr. I. Leitner, M.-L. Lenz, Dr. A. Leonard, Dipl.-Chem. H. List, E. Meinhard, Dr. P. Merlet, K. Meyer, M. Michel, Dr. A. Mirtsching, I. Mix, A. Moulik, M. Sc., K. Nöring, C. Pielenz, E. Preiße, I. Rangnow, Dr. K. Rehfeld, Dipl.-Phys. H.-J. Richter-Ditten, Dipl.-Chem. H. Rieger, E. Rudolph, G. Rudolph, Dipl.-Chem. S. Ruprecht, F. Schlageter, Dipl.-Chem. D. Schneider, Dr. F. Schröder, Dipl.-Min. P. Schubert, Dipl.-Ing. H. Somer, E. Sommer, Dr. P. Stieß, Prof. Dr. W. Stumpf, M. Teichmann, Dr. W. Töpfer, Dr. B. v. Tschirschnitz-Geibler, Dipl.-Ing. H. Vanecsek, Dipl.-Chem. P. Velić, Dipl.-Ing. U. Vetter, Dipl.-Phys. J. Wagner, Dr. R. Warncke, Dipl.-Chem. S. Waschk, Dr. G. Weinberger, Dr. H. Wendt, H. Wiegand, Dipl.-Ing. I. v. Wilucki, I. Winkler, K. Wolff, Dr. A. Zelle, U. Ziegler, G. Zosel

FREIE MITARBEITER

Dr. A. Böhne, Dr. G. Hantke, Dr. H. Lehl, Dr.-Ing. M. Lehl, Dipl.-Berging. W. Müller, Dipl.-Ing. K. Riesche, Dr. L. Roth, Dr. K. Rumpf, Prof. Dr. W. Schröder, Dr. U. Trobisch

AUSWARTIGES WISSENSCHAFTLICHES MITGLIED Prof. Dr. E. Pietsch

Vorwort

Der vorliegende Gmelin-Band „Mangan“ C2 bildet den Anschluß an den 1973 erschienenen Band „Mangan“ C1, in dem Hydride, Oxide, Oxidhydrate und Hydroxide des Mangans erfaßt wurden.

Der Band „Mangan“ C2 gliedert sich in mehrere große Abschnitte. Zunächst werden Oxomanganionen und -säuren besprochen, und hierbei die Ionen MnO_4^{2-} , MnO_4^{3-} , MnO_4^- sowie die Permangansäure ausführlich behandelt. Neben der seit langem in wäßriger Lösung bekannten Permangansäure HMnO_4 existiert eine H_2O -haltige kristalline Verbindung, die nach neuesten Strukturuntersuchungen als Hexamanganato(VII)-mangan(IV)säure $(\text{H}_3\text{O})_2[\text{Mn}(\text{MnO}_4)_6]$ zu formulieren ist (s. S. 88). Bei den Oxomanganat-Ionen sind anschließend an das Kapitel „Bildung“ alle physikalischen und chemischen Sachverhalte der entsprechenden Spezies zusammengefaßt. Hierbei werden auch Untersuchungen an den Oxomanganverbindungen von Metallen der 1. und 2. Haupt- und Nebengruppe des Periodensystems mit einbezogen, sofern sie für das Ion charakteristisch sind.

Die Einteilung der Verbindungen und Phasen mit Alkalimetallen erfolgt primär nach steigenden Mn-Oxydationsstufen. Innerhalb dieser Kapitel sind die einzelnen Verbindungen nach dem Gmelin-System der letzten Stelle (s. Innenseite des hinteren Einbanddeckels) angeordnet. Bei der Beschreibung von Mischkristallen im Anschluß an das chemische Verhalten der Verbindungen wird dieses Prinzip durchbrochen, s. beispielsweise beim KMnO_4 , S. 171. Ammonium-, Alkylammonium- und analoge Verbindungen stehen aus Analogiegründen bei den Verbindungen und Phasen mit Metallen der 1. Hauptgruppe nach den entsprechenden Alkaliverbindungen.

Oxomanganverbindungen und Phasen mit Metallen der 1. Nebengruppe wurden entsprechend dem Gmelin-System bereits in den Bänden „Kupfer“ B3, S. 1242/5 und „Silber“ B4, S. 359/78 beschrieben. Aus diesem Grund finden sich im vorliegenden Band nur einige ergänzende Literaturhinweise, beispielsweise für das System Cu-Mn-O. Die quantitative Erfassung neuerer Literaturangaben über Oxomanganverbindungen und Phasen mit den Metallen Cu, Ag und Au erfolgt in späteren Ergänzungsbänden.

In den Kapiteln über Verbindungen und Phasen mit Metallen der 2. Haupt- und Nebengruppe werden zunächst die Systeme zwischen den Metalloxiden und Manganoxiden behandelt, anschließend daran die nach Mn-Oxidationsstufen geordneten Verbindungen und Phasen.

Am Anfang jedes größeren Kapitels befindet sich ein einführender Abschnitt mit allgemeinen Angaben über die entsprechenden Verbindungstypen. Diese Abschnitte wurden zum besseren Verständnis für ausländische Benutzer auch in englischer Sprache abgefaßt.

Oxomanganverbindungen mit Metallen der übrigen Gruppen des Periodensystems werden im nachfolgenden „Mangan“ C3 behandelt.

Frankfurt am Main, April 1975

Edith Schleitzer

Preface

The present volume "Mangan" C2 is a continuation of the previous volume "Mangan" C1 that was published in 1973; in the latter the hydrides, oxides, oxide hydrates, and hydroxides of manganese were presented.

Within the present context, subdivided in several major parts, oxomanganese ions and acids are discussed with a particular emphasis on MnO_4^{3-} , MnO_4^{2-} , MnO_4^- , and permanganic acid. Besides permanganic acid, HMnO_4 , which has long been known to exist in aqueous solution, a crystalline species is known. On the basis of recent structural studies the latter is viewed as hexamanganato(VII) manganic(IV) acid, $(\text{H}_3\text{O})_2[\text{Mn}(\text{MnO}_4)_6]$, (see p. 88). Subsequent to the chapter describing the formation of the various oxomanganese ions all physical and chemical data on these species are presented in context. This includes studies on those oxomanganese derivatives of the elements of the first two main and subgroup inasmuch as they are characteristic for the respective anions.

Compounds and phases with alkali metals are arranged in order of the oxidation state of Mn; within individual chapters the Gmelin system of the last place was adhered to. Exceptions are only mixed crystals which are discussed immediately following the presentation of the chemical behavior of the individual compounds, e. g., KMnO_4 , p. 171, Ammonium, alkylammonium, and similar derivatives are presented following the corresponding alkali metal species.

Oxomanganese compounds and phases with the elements of the first transition group are found in "Kupfer" B3, p. 1242/5, and "Silber" B4, p. 359/78, respectively. Hence, only a few supplementary data are given in the present context, e. g., the system Cu-Mn-O. A comprehensive discussion of oxomanganese compounds and phases with the metals Cu, Ag, Au will follow in a subsequent volume.

The chapters on compounds and phases with the elements of the second main group and second transition group will begin with systems of manganese oxides — metal oxides; subsequently, compounds and phases (ordered according to the oxidation state of Mn) will be presented.

An introductory section illustrating some general aspects precedes each major chapter, see for instance p. 1, 50, 89, 111, 119, 136, and 278; these introductions are in German and English.

Oxomanganese compounds with the metals of the remaining groups of the Periodic Table will be dealt with in "Mangan" C3 which is to be published later.

Frankfurt am Main, April 1975

Edith Schleitzer

Inhaltsverzeichnis

(Table of Contents see page VI)

	Seite		Seite
2.10 Oxomanganionen und -säuren	1	Viskosität	23
Übersicht	1	Diffusion	24
2.10.1 Das Oxomanganat(V)-Ion MnO_4^{3-}	2	Wärmekapazität	24
Bildung	2	Entropie	24
Elektronenkonfiguration, Ladungs- verteilung	2	Elektronenkonfiguration	25
Elektronenspinresonanz	3	Vorbemerkung	25
Molekelschwingungen	4	Grundzustand	25
Wellenzahlen	4	Anregungszustände	27
Schwingungsamplituden	5	Ladungsverteilung, Bindungsart	28
Coriolis-Kopplungskonstanten	5	Photoelektronenspektrum	30
Kraftkonstanten	5	Röntgenabsorption, Röntgenemission	30
Schwingungsspektrum	6	Kernmagnetische Resonanz	31
Absorptionsspektrum im nahen IR,		Struktur	32
Sichtbaren und UV	6	Molekelschwingungen	32
Vorbemerkung	6	Wellenzahlen	32
In Lösungen	6	Im elektronischen Grundzustand,	
In Alkalihydroxidschmelzen	7	IR- und Raman-Spektrum	32
In Kristallen	7	In elektronischen Anregungs- zuständen	36
Fluoreszenz	9	Schwingungsamplituden	37
Elektrochemisches Verhalten	9	Coriolis-Kopplungskonstanten	38
Chemisches Verhalten	10	Kraftkonstanten	39
2.10.2 Das Oxomanganat(VI)-Ion MnO_4^{2-}	11	Dissoziationsenergie	40
Bildung	11	Schwingungsspektrum	40
Elektronenkonfiguration, Ladungs- verteilung, Bindungsart	11	Absorptionsspektrum im Sichtbaren und UV	40
Elektronenspinresonanz	12	Vorbemerkung	40
Struktur	13	In Lösungen	40
Molekelschwingungen	13	In Kristallen	43
Wellenzahlen	13	Berechnete Oszillatorenstärken	46
Im elektronischen Grundzustand,		Fluoreszenz	46
Raman- und IR-Spektrum	13	Faraday-Effekt	46
In elektronischen Anregungs- zuständen	14	Ionensuseptibilität	47
Schwingungsamplituden	15	Elektrochemisches Verhalten	47
Coriolis-Kopplungskonstanten	15	Ionenbeweglichkeit, Überführungs- zahl	47
Kraftkonstanten	16	Potentiale	48
Schwingungsspektrum	16	Kathodische Reduktion	49
Absorptionsspektrum im nahen IR,		Glimmlichtelektrolyse	50
Sichtbaren und UV	16	Chemisches Verhalten	50
In Lösungen	17	Vorbemerkung	50
In Alkalihydroxidschmelzen	18	Hydratation	50
In Mischkristallen	18	Verhalten in neutralen und sauren wäßrigen Lösungen	51
Weitere Angaben	20	Verhalten in alkalischen Lösungen,	
Elektrochemisches Verhalten	20	Elektronenübergänge	52
Chemisches Verhalten	21	Elektronenaustausch zwischen MnO_4^{3-} und MnO_4^-	54
2.10.3 Das Oxomanganat(VII)-Ion MnO_4^-	22	Photochemische Zersetzung	56
Bildung	22	Radiochemische Zersetzung	56

Seite	Seite
Verhalten bei Einwirkung von	
Ultraschall	59
O-Isotopenaustausch zwischen MnO_4^- und H_2O	59
Reaktion von MnO_4^- mit Mn^{2+} in wäßriger Lösung	60
Verhalten gegen Elemente	63
Verhalten gegen anorganische Verbindungen	64
Gegen H_2O_2	64
Gegen Stickstoff-Wasserstoff- und Stickstoff-Sauerstoff-Verbindungen	65
Gegen Halogenverbindungen	66
Gegen Schwefel-, Selen- und Tellurverbindungen	68
Gegen Borverbindungen	69
Gegen Cyanide und Thiocyanate	70
Gegen Phosphor- und Arsenverbindung	70
Gegen Metall-Ionen	70
Verhalten in Schmelzen	74
Verhalten gegen organische Verbindungen	75
Allgemeines	75
Kohlenwasserstoffe	76
Alkohole und Aldehyde	78
Ketone und Carbonsäuren	81
Stickstoff- und Schwefelverbindungen	84
Weitere Angaben	85
2.10.4 Permangansäure	85
Herstellung der wäßrigen Lösung	86
Eigenschaften der wäßrigen Lösung	87
Kristallisierte Permangansäure	88
2.11 Oxomanganverbindungen und -phasen mit Metallen	89
Vorbemerkung	89
2.11.1 Verbindungen und Phasen mit Metallen der 1. Hauptgruppe	90
Alkaliverbindungen und Phasen mit Oxydationsstufen Mn^{II} bis Mn^{IV}	90
$\text{Li}_x\text{Mn}_{1-x}\text{O}$	90
LiMnO_3 oder $\text{Li}_{0.5}\text{Mn}_{0.5}\text{O}$	92
$\text{Li}_2\text{Mn}_4\text{O}_7$	94
$\text{Li}_x\text{Mn}_{3-x}\text{O}_y$	94
LiMn_5O_8 oder $\text{Li}_{0.5}\text{Mn}_{2.5}\text{O}_4$	95
LiMn_2O_4	96
Li_2MnO_3	96
$\text{Na}_x\text{MnO}_{2+y}$	97
$\text{Na}_{0.20}\text{MnO}_2$	98
$\text{Na}_{0.40}\text{MnO}_2$	99
$\text{Na}_{0.44}\text{MnO}_2$	99
$\text{Na}_{0.70}\text{MnO}_{2+y}$	100
NaMnO_3	101
Bildung und Herstellung	101
Eigenschaften	101
$\text{Na}_2\text{Mn}_4\text{O}_7$	103
$\text{NaMn}_7\text{O}_{12}$	103
Na_2MnO_3	104
Na_4MnO_4	104
Natriumhydroxomanganate	105
Natriumperoxomanganate	105
$\text{K}_{0.25}\text{MnO}_2$	106
KMnO_2	106
$\text{K}_2\text{Mn}_4\text{O}_7$	106
$\text{K}_2\text{Mn}_4\text{O}_{7.8}$ bis 8.0	107
$\text{KMnO}_{2.25}$ oder $\text{K}_4\text{Mn}_4\text{O}_9$	107
K_2MnO_3	108
$\text{K}_2\text{Mn}_4\text{O}_9$	108
Weitere Phasen	108
Kaliumperoxomanganate	109
RbMnO_2	110
$\text{Rb}_2\text{Mn}_4\text{O}_7$	110
$\text{Rb}_2\text{Mn}_4\text{O}_{7.8}$ bis 8.0	110
$\text{RbMnO}_{2.25}$ oder $\text{Rb}_4\text{Mn}_4\text{O}_9$	111
Rb_2MnO_3	111
$\text{Rb}_4\text{Mn}_7\text{O}_{16}$	111
Oxomanganate(V)	111
Allgemeines	111
Li_3MnO_4	112
Na_3MnO_4	112
$\text{Na}_3\text{MnO}_4 \cdot n\text{NaOH} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	113
$\text{Na}_3\text{MnO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	115
Na_5MnO_5	115
K_3MnO_4	115
Bildung und Herstellung	115
Eigenschaften	117
$\text{K}_3\text{MnO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	118
Rb_3MnO_4	119
Cs_3MnO_4	119
Oxomanganate(VI)	119
Allgemeines	119
Li_2MnO_4	121
Na_2MnO_4	121
K_2MnO_4	124
Herstellung	124
Aus MnO_2	124
Aus Mangan und seinen Legierungen durch anodische Oxydation	127
Aus K_3MnO_4	128
Aus KMnO_4	128
Thermodynamische Daten der Bildung	130
Kristallstruktur	130
Mechanische und thermische Eigenschaften	131

Seite	Seite
Elektrische und magnetische Eigenschaften	131
Optische Eigenschaften	132
Chemisches Verhalten	132
Rb_2MnO_4	134
Cs_2MnO_4	134
Oxomanganate(VI,VII)	135
$\text{K}_3(\text{MnO}_4)_2$	135
$\text{Rb}_3(\text{MnO}_4)_2$	136
Oxomanganate(VII)	136
Allgemeines	136
Lithiumpermanganat $\text{LiMnO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	137
Herstellung	137
Physikalische Eigenschaften	138
Chemisches Verhalten	139
Natriumpermanganat	
$\text{NaMnO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	140
$\text{NaMnO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	141
Bildung und Herstellung	141
Physikalische Eigenschaften	143
Chemisches Verhalten	143
$\text{NaMnO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	146
Kaliumpermanganat KMnO_4	146
Bildung und Herstellung	146
Herstellung aus Mangan und seinen Legierungen	149
Weiterverarbeitung, Reindarstellung	151
Thermodynamische Daten der Bildung	152
Kristallographische Eigenschaften	153
Polymorphie, Phasenumwandlung	153
Kristallform, Kristallwachstum	153
Spaltbarkeit	153
Mosaikstruktur	154
Kristallstruktur	154
Gitterenergie, Gitterentropie	155
Verwachsungen, Epitaxie	155
Isomorphie	155
Mechanische Eigenschaften	156
Thermische Eigenschaften	156
Magnetische Eigenschaften	157
Elektrische Eigenschaften	159
Optische Eigenschaften	160
Chemisches Verhalten	161
Thermische Zersetzung	161
Photochemische Zersetzung	165
Radiochemische Zersetzung	165
Verhalten gegen Elemente	166
Verhalten gegen Nichtmetallverbindungen	168
Verhalten gegen Metallverbindungen	170
Mischkristalle	171
Löslichkeit	176
In anorganischen Lösungsmitteln	176
In organischen Lösungsmitteln	182
Wäßrige Lösung	182
Bildungsdaten	182
Mechanische und thermische Eigenschaften	183
Magnetische Eigenschaften	185
Optische Eigenschaften	185
Elektrochemisches Verhalten	186
Sorption	188
Chemisches Verhalten	189
Verwendung von KMnO_4	189
Rubidiumpermanganat RbMnO_4	191
Herstellung	191
Physikalische Eigenschaften	191
Chemisches Verhalten	192
Caesiumpermanganat CsMnO_4	194
Herstellung	194
Kristallstruktur	195
Mechanische und thermische Eigenschaften	196
Magnetische und elektrische Eigenschaften	196
Optische Eigenschaften	197
Chemisches Verhalten	197
Franciumpermanganat FrMnO_4	198
Ammoniumpermanganat NH_4MnO_4	198
Herstellung	198
Physikalische Eigenschaften	199
Chemisches Verhalten	200
Tetramethylammonium-permanganat $(\text{CH}_3)_4\text{NMnO}_4$	201
Tetraäthylammonium-permanganat $(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{NMnO}_4$	202
Tetraphenylphosphonium-permanganat $(\text{C}_6\text{H}_5)_4\text{PMnO}_4$	202
Tetraphenylarsonium-permanganat $(\text{C}_6\text{H}_5)_4\text{AsMnO}_4$	202
2.11.2 Oxomanganverbindungen und -phasen mit Metallen der 1. Nebengruppe	202
2.11.3 Oxomanganverbindungen und -phasen mit Metallen der 2. Hauptgruppe	203
Das System $\text{BeO}-\text{Mn}_3\text{O}_4$	203
Das System $\text{MgO}-\text{Mn-Oxide}$	203
Überblick	203
Zustandsdiagramm	203
Mischkristalle $(\text{Mg,Mn})\text{O}$	205
Herstellung	205
Kristallographische Eigenschaften	206
Mechanische und thermische Eigenschaften	208

	Seite		Seite
Optische Eigenschaften	209	SrMnO_3	238
Magnetische Eigenschaften	209	BaMnO_{3-x}	240
Katalytische Aktivität		BaMnO_3	241
Chemisorption	210	Das System $\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_{3-x}$	245
Lithiumhaltige Mischkristalle	210	Verbindungen des Typs $\text{M}_2^{\text{II}}\text{MnO}_4$	246
Das System CaO-Mn-Oxide	212	Mg_2MnO_4	246
Zustandsdiagramm	212	$\text{LiMg}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ oder	
Mischkristalle $(\text{Ca,Mn})\text{O}$	214	$\text{Li}_2\text{MgMn}_3\text{O}_8$	246
Das System CaO-MgO-MnO	215	Ca_2MnO_4	247
Oxo- und Hydroxomangan(II)-Verbindungen	216	Herstellung	247
BaMnO_2	216	Kristallographische Eigenschaften	248
Ba_2MnO_3	216	Dichte	248
$\text{Sr}_2[\text{Mn}(\text{OH})_6]$	216	Magnetische und elektrische Eigenschaften	248
$\text{Ba}_2[\text{Mn}(\text{OH})_6]$	216	Sr_2MnO_4	251
Oxo- und Hydroxomangan(III)-Verbindungen	217	Ba_2MnO_4	251
MgMn_2O_4	217	Verbindungen des Typs $\text{M}_3^{\text{III}}\text{MnO}_5$	251
Bildung und Herstellung	217	Weitere Oxomangan(IV)-Verbindungen	252
Polymorphie, Phasenumwandlung	218	CaMn_3O_7	252
Struktur und Bindung	218	$\text{Ca}_4\text{Mn}_3\text{O}_{10}$	252
Kationenverteilung	220	$\text{Ca}_3\text{Mn}_2\text{O}_7$	253
Dichte	221	$2\text{CaO} \cdot 3\text{MnO}_2 \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}?$	253
Magnetische Eigenschaften	221	Mg_6MnO_8	254
Elektrische Eigenschaften	221	Oxomangan(IV,V)-Phasen (?)	255
Chemisches Verhalten	222	Oxomangan(V)-Verbindungen	256
Mischkristalle $\text{Mg}_2\text{Mn}_{3-x}\text{O}_4$	223	SrMn_2O_6 und BaMn_2O_6	256
CaMn_2O_4	224	$\text{Sr}_2(\text{MnO}_4)\text{OH}$	256
Herstellung	224	$\text{Sr}_2(\text{MnO}_4)\text{OH} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	257
Kristallographische und mechanische Eigenschaften	224	$\text{Sr}_3(\text{MnO}_4)_2 \cdot \text{Sr}(\text{OH})_2$	257
Magnetische und elektrische Eigenschaften	224	$\text{Ba}_3(\text{MnO}_4)_2$ und $\text{Ba}_3(\text{MnO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	258
Optische Eigenschaften	225	Herstellung und Zusammensetzung	258
Chemisches Verhalten	226	Eigenschaften	258
SrMn_2O_4 und BaMn_2O_4	226	K SrMnO_4 und K BaMnO_4	259
Weitere Oxomangan(III)-Verbindungen	226	NaBaMnO_4	259
Hydroxomangan(III)-Verbindungen	227	Hydroxylapatitformen	260
Oxomangan(III,IV)-Verbindungen	227	$\text{Sr}_5(\text{MnO}_4)_3\text{OH}$	260
Vorbemerkung	227	$\text{Ba}_5(\text{MnO}_4)_3\text{OH}$	260
Verbindungen des Typs $\text{M}^{\text{II}}\text{MnO}_3$	228	Halogenapatitformen $\text{M}_5^{\text{II}}(\text{MnO}_4)_3\text{X}$	261
MgMnO_3 (?)	228	Oxomangan(VI)- und -(VI,VII)-Verbindungen	262
CaMnO_3	228	SrMnO_4	262
Herstellung	228	BaMnO_4	262
Kristallographische Eigenschaften	229	Herstellung	262
Magnetische Eigenschaften	229	Eigenschaften	264
Elektrische Eigenschaften	232	$\text{Ba}_{1-x}(\text{H}_2\text{O})_x[\text{Mn}_{1-2x}^{\text{VI}}\text{Mn}_{2x}^{\text{VII}}\text{O}_4]$	265
Optische Eigenschaften	233	Oxomangan(VII)-Verbindungen	265
Chemisches Verhalten	233	Übersicht	265
Mischkristalle $\text{Ca}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$	233	$\text{Be}(\text{MnO}_4)_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	267
Das System $\text{SrMnO}_{3-x}-\text{Mn}_3\text{O}_4$	234	$\text{Mg}(\text{MnO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	267
SrMnO_{3-x}	236	$\text{Ca}(\text{MnO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	269
		Herstellung	269
		Eigenschaften	269
		$\text{Ca}(\text{MnO}_2)_4 \cdot 3\text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} (?)$	271

	Seite		Seite
$\text{Sr}(\text{MnO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	271	$\text{Zn}(\text{Li}, \text{Mn}_{2-x})\text{O}_4$	289
Herstellung	271	$\text{Li}_{1-x}\text{Zn}_{2-x}\text{Mn}_{1+x}\text{Mn}_{1+x}\text{O}_4$	290
Eigenschaften	271	$\text{Li}_2\text{ZnMn}_3\text{O}_8$ bzw. $\text{LiZn}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$	290
$\text{Ba}(\text{MnO}_4)_2$	273	$\text{Zn}_{1-x}\text{Mg}_x\text{Mn}_2\text{O}_4$	292
Herstellung	273	$\text{Cd}_x\text{Mn}_{3-x}\text{O}_4$	292
Physikalische Eigenschaften	274	Herstellung	292
Thermische Zersetzung	275	Eigenschaften	293
Weitere Reaktionen	276	CdMn_2O_4	294
Verhalten der wäßrigen Lösung	277	Herstellung	294
2.11.4 Verbindungen und Phasen mit		Eigenschaften	294
Metallen der 2. Nebengruppe	278	$\text{Cd}_x\text{Mg}_{1-x}\text{Mn}_2\text{O}_4$	295
Das System ZnO-Mn-Oxide	278	Oxomangan(IV)-Verbindungen	296
Das System $\text{Zn}(\text{OH})_2\text{-Mn}(\text{OH})_2$	279	ZnMnO_3	296
Die Systeme CdO-Mn-Oxide und		Zn_2MnO_4	296
$\text{Cd}(\text{OH})_2\text{-Mn}(\text{OH})_2$	280	CdMnO_3	296
Oxomangan(II)-Verbindungen	280	$\text{Cd}_2\text{Mn}_3\text{O}_8$	296
Oxomangan(III)-Verbindungen	281	Weitere Mn^{IV} -Verbindungen und	
$\text{Zn}_x\text{Mn}_{3-x}\text{O}_{4+y}$	281	-Phasen	297
Herstellung	281	Oxomangan(VI)-Verbindungen	299
Kristallographische Eigenschaften	282	Oxomangan(VII)-Verbindungen	300
Magnetische und elektrische		$\text{Zn}(\text{MnO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	300
Eigenschaften	283	$\text{Cd}(\text{MnO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	301
ZnMn_2O_4	285	$[\text{M}(\text{NH}_3)_4](\text{MnO}_4)_2$	301
Bildung und Herstellung	285	Quecksilberpermanganatverbin-	
Physikalische Eigenschaften	286	dungen	302
Chemisches Verhalten	289		

Table of Contents

(Inhaltsverzeichnis s. S. I)

	Page		Page
2.10 Oxomanganese Ions and Acids	1	Diffusion	24
Scope	1	Heat Capacity	24
2.10.1 The Oxomanganate(V) Ion MnO_4^{3-}	2	Entropy	24
Formation	2	Electron Configuration	25
Electron Configuration. Charge		Preliminary Remarks	25
Distribution	2	Ground State	25
Electron Spin Resonance	3	Excited States	27
Molecular Vibrations	4	Charge Distribution. Bond Type	28
Wave Numbers	4	Photoelectron Spectrum	30
Vibrational Amplitudes	5	X-Ray Absorption. X-Ray Emission	30
Coriolis Coupling Constants	5	Nuclear Magnetic Resonance	31
Force Constants	5	Structure	32
Vibrational Spectrum	6	Molecular Vibrations	32
Near IR, Visible, and UV Absorption		Wave Numbers	32
Spectra	6	In Electronic Ground State. IR and	
Preliminary Remark	6	Raman Spectra	32
In Solutions	6	In Excited Electronic States	36
In Alkali Hydroxide Melts	7	Vibrational Amplitudes	37
In Crystals	7	Coriolis Coupling Constants	38
Fluorescence	9	Force Constants	39
Electrochemical Behavior	9	Dissociation Energy	40
Chemical Reactions	10	Vibrational Spectrum	40
2.10.2 The Oxomanganate(VI) Ion MnO_4^{2-}	11	Visible and UV Spectrum	40
Formation	11	Preliminary Remarks	40
Electron Configuration. Charge		In Solutions	40
Distribution. Bond Type	11	In Crystals	43
Electron Spin Resonance	12	Calculated Oscillator Strengths	46
Structure	13	Fluorescence	46
Molecular Vibrations	13	Faraday Effect	46
Wave Numbers	13	Ionic Susceptibility	47
In Electronic Ground State.		Electrochemical Behavior	47
Raman and IR Spectra	13	Ionic Mobility. Transference Number	47
In Excited Electronic States	14	Potentials	48
Vibrational Amplitudes	15	Cathodic Reduction	49
Coriolis Coupling Constants	15	Glowlight Electrolysis	50
Force Constants	16	Chemical Reactions	50
Vibrational Spectrum	16	Introductory Remarks	50
Near IR, Visible, and UV Absorption		Hydration	50
Spectra	16	Reactions in Neutral and Acidic	
In Solutions	17	Aqueous Solutions	51
In Alkali Hydroxide Melts	18	Reactions in Alkaline Solutions.	
In Solid Solutions	18	Electronic Transitions	52
Other Data	20	Electron Exchange between MnO_4^{2-}	
Electrochemical Behavior	20	and MnO_4^-	54
Chemical Reactions	21	Photochemical Decomposition	56
2.10.3 The Oxomanganate(VII) Ion	22	Radiochemical Decomposition	56
Formation	22	Reactions on Action of Ultrasonics	59
Viscosity	23	O-Isotope Exchange between MnO_4^-	
		and H_2O	59

	Page		Page
Reactions of MnO_4^- with Mn^{2+} in		Na_4MnO_4	104
Aqueous Solution	60	Sodium Hydroxomanganates	105
Reactions with Elements	63	Sodium Peroxomanganates	105
Reactions with Inorganic Com-		$\text{K}_{0.25}\text{MnO}_2$	106
pounds	64	KMnO_2	106
With H_2O_2	64	$\text{K}_2\text{Mn}_4\text{O}_7$	106
With Nitrogen-Hydrogen and		$\text{K}_2\text{Mn}_4\text{O}_{7.8 \text{ to } 8.0}$	107
Nitrogen-Oxygen Compounds	65	$\text{KMn}_{2.25}$ or $\text{K}_4\text{Mn}_4\text{O}_9$	107
With Halogen Compounds	66	K_2MnO_3	108
With Sulfur, Selenium, and		$\text{K}_2\text{Mn}_4\text{O}_9$	108
Tellurium Compounds	68	Other Phases	108
With Boron Compounds	69	Potassium Peroxomanganates	109
With Cyanides and Thiocyanates	70	RbMnO_2	110
With Phosphorus and Arsenic Com-		$\text{Rb}_2\text{Mn}_4\text{O}_7$	110
pounds	70	$\text{Rb}_2\text{Mn}_4\text{O}_{7.8 \text{ to } 8.0}$	110
With Metal Ions	70	$\text{RbMnO}_{2.25}$ or $\text{Rb}_4\text{Mn}_4\text{O}_9$	111
Behavior in Melts	74	Rb_2MnO_3	111
Reactions with Organic Compounds	75	$\text{Rb}_4\text{Mn}_7\text{O}_{16}$	111
General	75	Oxomanganates(V)	111
Hydrocarbons	76	General	111
Alcohols and Aldehydes	78	Li_3MnO_4	112
Ketones and Carboxylic Acids	81	Na_3MnO_4	112
Nitrogen and Sulfur Compounds	84	$\text{Na}_3\text{MnO}_4 \cdot n\text{NaOH} \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	113
Other Data	85	$\text{Na}_3\text{MnO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	115
2.10.4 Permanganic Acid	85	Na_5MnO_5	115
Preparation of Aqueous Solution	86	K_3MnO_4	115
Properties of Aqueous Solution	87	Formation. Preparation	115
Crystallized Permanganic Acid	88	Properties	117
2.11 Oxomanganese Compounds		$\text{K}_3\text{MnO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	118
and Phases with Metals	89	Rb_3MnO_4	119
Introductory Remarks	90	Cs_3MnO_4	119
2.11.1 Compounds and Phases with		Oxomanganates(VI)	119
Main Group I Metals	90	General	120
Alkali Compounds and Phases with		Li_2MnO_4	121
Oxidation States Mn^{II} to Mn^{IV}	90	Na_2MnO_4	121
$\text{Li}_x\text{Mn}_{1-x}\text{O}$	90	K_2MnO_4	124
LiMnO_2 or $\text{Li}_{0.5}\text{Mn}_{0.5}\text{O}$	92	Preparation	124
$\text{Li}_2\text{Mn}_4\text{O}_7$	94	From MnO_2	124
$\text{Li}_x\text{Mn}_{3-x}\text{O}_y$	94	From Manganese and Its Alloys	
LiMn_5O_8 or $\text{Li}_{0.5}\text{Mn}_{2.5}\text{O}_4$	95	by Anodic Oxidation	127
LiMn_2O_4	96	From K_3MnO_4	128
Li_2MnO_3	96	From KMnO_4	128
$\text{Na}_x\text{MnO}_{2+y}$	97	Thermodynamic Data of	
$\text{Na}_{0.20}\text{MnO}_2$	98	Formation	130
$\text{Na}_{0.40}\text{MnO}_2$	99	Crystal Structure	130
$\text{Na}_{0.44}\text{MnO}_2$	99	Mechanical and Thermal Properties	131
$\text{Na}_{0.70}\text{MnO}_{2+y}$	100	Electrical and Magnetic	
NaMnO_2	101	Properties	131
Formation. Preparation	101	Optical Properties	132
Properties	101	Chemical Reactions	132
$\text{Na}_2\text{Mn}_4\text{O}_7$	103	Rb_2MnO_4	134
$\text{NaMn}_7\text{O}_{12}$	103	Cs_2MnO_4	134
Na_2MnO_3	104	Oxomanganates(VI, VII)	135
		$\text{K}_3(\text{MnO}_4)_2$	135
		$\text{Rb}_3(\text{MnO}_4)_2$	136

	Page		Page
Oxomanganates(VII)	136	Optical Properties	185
General	136	Electrochemical Behavior	186
Lithium Permanganate		Sorption	188
$\text{LiMnO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	137	Chemical Reactions	189
Preparation	137	Uses of KMnO_4	189
Physical Properties	138	Rubidium Permanganate	191
Chemical Reactions	139	Preparation	191
Sodium Permanganate		Physical Properties	191
$\text{NaMnO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	140	Chemical Reactions	192
$\text{NaMnO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	141	Caesium Permanganate CsMnO_4	194
Formation. Preparation	141	Preparation	194
Physical Properties	143	Crystal Structure	195
Chemical Reactions	143	Mechanical and Thermal Properties	196
$\text{NaMnO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	146	Magnetic and Electrical Properties	196
Potassium Permanganate KMnO_4	146	Optical Properties	197
Formation. Preparation	146	Chemical Reactions	197
Preparation from K_2MnO_4	146	Francium Permanganate FrMnO_4	198
Preparation from Manganese		Ammonium Permanganate NH_4MnO_4	198
and Its Alloys	149	Preparation	198
Working. Preparation in Pure		Physical Properties	199
State	151	Chemical Reactions	200
Thermodynamic Data		Tetramethylammonium Permanganate	
of Formation	152	$(\text{CH}_3)_4\text{NMnO}_4$	201
Crystallographic Properties	153	Tetraethylammonium Permanganate	
Polymorphism. Phase Trans-		$(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{NMnO}_4$	202
formation	153	Tetraphenylphosphonium Permanga-	
Crystal Form. Crystal Growth	153	nate $(\text{C}_6\text{H}_5)_4\text{PMnO}_4$	202
Cleavage	153	Tetraphenylarsonium Permanganate	
Mosaic Structure	154	$(\text{C}_6\text{H}_5)_4\text{AsMnO}_4$	202
Lattice Structure	154		
Lattice Energy and Entropy	155	2.11.2 Oxomanganese Compounds	
Intergrowth. Epitaxy	155	and Phases with Metals of Sub-	
Isomorphism	155	group I	202
Mechanical Properties	156	2.11.3 Oxomanganese Compounds and	
Thermal Properties	156	Phases of Main Group II. Metals	203
Magnetic Properties	157	The $\text{BeO-Mn}_3\text{O}_4$ System	203
Electrical Properties	159	The MgO-Mn-Oxides System	203
Optical Properties	160	Review	203
Chemical Reactions	161	Phase Diagram	204
Thermal Decomposition	161	$(\text{Mg,Mn})\text{O}$ Solid Solutions	205
Photochemical Decomposition	165	Preparation	205
Radiochemical Decomposition	165	Crystallographic Properties	206
Reactions with Elements	166	Mechanical and Thermal Properties	208
Reactions with Nonmetal Com-		Optical Properties	209
pounds	168	Magnetic Properties	209
Reactions with Metal Com-		Catalytic Activity	
pounds	170	Chemosorption	210
Solid Solutions	171	Solid Solutions Containing Lithium	210
Solubility	176	The CaO-Mn-Oxides System	212
In Inorganic Solvents	176	Phase Diagram	212
In Organic Solvents	182	$(\text{Ca,Mn})\text{O}$ Solid Solutions	214
Aqueous Solution	182	The CaO-MgO-MnO System	215
Formation Data	182	Oxo- and Hydroxomanganese(II) Com-	
Mechanical and Thermal Pro-		pounds	216
perties	183	BaMnO_2	216
Magnetic Properties	185		

	Page		Page
Ba ₂ MnO ₃	216	Sr ₂ MnO ₄	251
Sr ₂ [Mn(OH) ₆]	216	Ba ₂ MnO ₄	251
Ba ₂ [Mn(OH) ₆]	216	Compounds of the M ₃ ^{II} MnO ₅ Type	251
Oxo- and Hydroxomanganese(III)		Other Oxomanganese(IV) Compounds	252
Compounds	217	CaMn ₃ O ₇	252
MgMn ₂ O ₄	217	Ca ₄ Mn ₃ O ₁₀	252
Formation, Preparation	217	Ca ₃ Mn ₂ O ₇	253
Polymorphism, Phase Transformation	218	2CaO · 3MnO ₂ · 1.5H ₂ O?	253
Structure and Bond	218	Mg ₆ MnO ₈	254
Cation Distribution	220	Oxomanganese(IV,V) Phases (?)	255
Density	221	Oxomanganese(V) Compounds	256
Magnetic Properties	221	SrMn ₂ O ₆ and BaMn ₂ O ₆	256
Electrical Properties	221	Sr ₂ (MnO ₄)OH	256
Chemical Reactions	222	Sr ₂ (MnO ₄)OH · 2H ₂ O	257
Mg _x Mn _{3-x} O ₄ Solid Solutions	223	Sr ₃ (MnO ₄) ₂ · Sr(OH) ₂	257
CaMn ₂ O ₄	224	Ba ₃ (MnO ₄) ₂ and Ba ₃ (MnO ₄) ₂ · H ₂ O	258
Preparation	224	Preparation and Composition	258
Crystallographic and Mechanical Properties	224	Properties	258
Magnetic and Electrical Properties	224	KSrMnO ₄ and KBaMnO ₄	259
Optical Properties	225	NaBaMnO ₄	259
Chemical Reactions	226	Hydroxyl Apatite Forms	260
SrMn ₂ O ₄ and BaMn ₂ O ₄	226	Sr ₅ (MnO ₄) ₃ OH	260
Other Oxomanganese(III)		Ba ₅ (MnO ₄) ₃ OH	260
Compounds	226	Halogen Apatite Forms M ₅ ^{II} (MnO ₄) ₃ X	261
Hydroxomanganese(III) Compounds	227	Oxomanganese(VI) and -(VI,VII)	
Oxomanganese(III,IV) Compounds	227	Compounds	262
Oxomanganese(IV) Compounds	227	SrMnO ₄	262
Preliminary Remark	227	BaMnO ₄	262
Compounds of the M ^{II} MnO ₃ Type	228	Preparation	262
MgMnO ₃ (?)	228	Properties	264
CaMnO ₃	228	Ba _{1-x} (H ₂ O) _x [Mn ^{VI} _{1-2x} Mn ^{VII} _{2x} O ₄]	265
Preparation	228	Oxomanganese(VII) Compounds	265
Crystallographic Properties	229	Review	265
Magnetic Properties	229	Be(MnO ₄) ₂ · 5H ₂ O	267
Electrical Properties	232	Mg(MnO ₄) ₂ · nH ₂ O	267
Optical Properties	233	Ca(MnO ₄) ₂ · nH ₂ O	269
Chemical Reactions	233	Preparation	269
Ca _{1-x} Sr _x MnO ₃ Solid Solutions	233	Properties	269
The SrMnO _{3-x} -Mn ₃ O ₄ System	234	Ca(MnO ₄) ₂ · 3Ca(OH) ₂ · 12H ₂ O (?)	271
SrMnO _{3-x}	236	Sr(MnO ₄) ₂ · nH ₂ O	271
SrMnO ₃	238	Preparation	271
BaMnO _{3-x}	240	Properties	271
BaMnO ₃	241	Ba(MnO ₄) ₂	273
The Ba _{1-y} Sr _y -MnO _{3-x} System	245	Preparation	273
Compounds of the M ₂ ^{II} MnO ₄ Type	246	Physical Properties	274
Mg ₂ MnO ₄	246	Thermal Decomposition	275
LiMg _{0.5} Mn _{1.5} O ₄ or		Other Reactions	276
Li ₂ MgMn ₃ O ₈	246	Reactions in Aqueous Solution	277
Ca ₂ MnO ₄	247	2.11.4 Compounds and Phases with Metals	
Preparation	247	of the Subgroup II	278
Crystallographic Properties	248	The ZnO-Mn Oxides System	278
Density	248	The Zn(OH) ₂ -Mn(OH) ₂ System	279
Magnetic and Electrical Properties	248	CdO-Mn Oxides and	
		Cd(OH) ₂ -Mn(OH) ₂ Systems	280