

Gmelin Handbuch der Anorganischen Chemie

Achte völlig neu bearbeitete Auflage

Mangan

Teil C 3

verbindungen

Gmelin Handbuch der Anorganischen Chemie

Achte völlig neu bearbeitete Auflage

Mangan

Teil C 3

Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff und Metallen der 3. bis 6. Gruppen des Periodensystems. Mangan-Stickstoff-Verbindungen

Mit 140 Figuren

HAUPTREDAKTEUR
DIESER LIEFERUNG
(CHIEF EDITOR)

Edith Schleitzer-Steinkopf

REDAKTEURE DIESER LIEFERUNG
(EDITORS)

Lieselotte Berg, Hartmut Katscher, Gerhard Kirschstein,
Edith Schleitzer-Steinkopf

WISSENSCHAFTLICHE MITARBEITER
(AUTHORS)

Lieselotte Berg, Georg Denk, Hiltrud Hein, Hartmut Katscher,
Hans Karl Kugler, Ursula Trobisch

System-Nummer 56



Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York 1975

ENGLISCHE FASSUNG DER STICHWÖRTER NEBEN DEM TEXT:
ENGLISH HEADINGS ON THE MARGINS OF THE TEXT:
T.G. MAPLE, WOODSIDE, CALIF.

DIE LITERATUR IST BIS ENDE 1974 AUSGEWERTET
IN ZAHLREICHEN FÄLLEN DARÜBER HINAUS

LITERATURE CLOSING DATE: UP TO END-1974
IN MANY INSTANCES MORE RECENT DATA HAVE BEEN CONSIDERED

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

Library of Congress Catalog Card Number: Agr 25-1383

ISBN 3-540-93 299-2 Springer-Verlag, Berlin · Heidelberg · New York
ISBN 0-387-93 299-2 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

Main Series, 8th Edition

Gmelin Handbuch der Anorganischen Chemie

BEGRÜNDET 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

HERAUSGEGEBEN VOM

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



Springer-Verlag
Berlin · Heidelberg · New York 1975

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

KURATORIUM (ADVISORY BOARD)

Dr. J. Schaafhausen, Vorsitzender (Hoechst AG, Frankfurt/Main-Höchst), Dr. G. Breil (Ruhrchemie AG, Oberhausen-Holtent), Prof. Dr. R. Brill (Lenggries), Prof. Dr. G. Fritz (Universität Karlsruhe, Karlsruhe), Prof. Dr. E. Gebhardt (Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart), Prof. Dr. W. Gentner (Max-Planck-Institut für Kernphysik, Heidelberg), Prof. Dr. O. Glemser (Universität Göttingen, Göttingen), Prof. Dr. Dr. E. h. O. Haxel (Heidelberg), Prof. Dr. Dr. E. h. H. Hellmann (Chemische Werke Hüls AG, Marl), Prof. Dr. R. Hoppe (Universität Gießen, Gießen), Stadtkämmerer H. Lingnau (Frankfurt am Main), Prof. Dr. R. Lüst (Präsident der Max-Planck-Gesellschaft, München), Prof. Dr. H. Schäfer (Universität Münster, Münster)

DIREKTOR

Prof. Dr. Dr. E. h. Margot Becke

LEITENDE MITARBEITER (SENIOR MANAGEMENT)

Dr. W. Lippert, stellvertretender Direktor
Dr. K.-C. Buschbeck, ständiger Hauptredakteur
Verwaltungsleiter: W. Busch

HAUPTREDAKTEURE (EDITORS IN CHIEF)

Dr. K. v. Bačzko, 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 (STAFF)

Dipl.-Chem. V. Amerl, Z. Amerl, I. Banysch, D. Barthel, I. Baumhauer, R. Becker, Dr. K. Becker, Dr. L. Berg, Dipl.-Chem. E. Best, Dipl.-Phys. E. Bienemann, M. Brandes, N. Bremer, E. Brettachneider, E. Cloos, Dipl.-Phys. G. Czack, I. Deim, L. Demmel, Dipl.-Chem. H. Demmer, I. Dölz, R. Dombrowsky, Dipl.-Chem. A. Drechsler, Dipl.-Chem. M. Drösmar, M. Engels, V.-F. Fabrizek, I. Fischer, Dr. I. Flachsbart, J. Füßel, Dipl.-Ing. N. Gagel, Dipl.-Chem. H. Gedeckhold, 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. Kötterwech, 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, A. Moulik, M. Sc., K. Nöring, C. Pielenz, E. Preißer, I. Rangnow, Dipl.-Phys. H.-J. Richter-Ditten, Dipl.-Chem. H. Rieger, E. Rudolph, G. Rudolph, Dipl.-Chem. S. Ruprecht, 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. Töpper, Dr. B. v. Tschirsnitz-Geibler, Dipl.-Ing. H. Vanecek, 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 (CORRESPONDENT MEMBERS OF THE SCIENTIFIC STAFF)

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

AUSWÄRTIGE WISSENSCHAFTLICHE MITGLIEDER
(CORRESPONDENT MEMBERS OF THE INSTITUTE)

Prof. Dr. Dr. A. Haas, Sc. D. (Cantab.)
Prof. Dr. Dr. h. c. E. Pietach

Vorwort

Anschließend an den 1973 erschienenen Teil C1 über Manganoxide und den im Frühjahr dieses Jahres fertiggestellten Teil C2, in welchem Oxomanganionen und -säuren sowie entsprechende Verbindungen mit Metallen der 1. und 2. Gruppen des Periodensystems behandelt sind, werden im vorliegenden Band Verbindungen und Phasen des Mangans mit Sauerstoff und Metallen der 3. bis 6. Gruppen des Periodensystems gebracht. Die unterschiedliche Anordnung der zahlreichen Verbindungen und Mischkristalle nach Strukturtypen oder Oxidationsstufen der Metalle innerhalb der großen Kapitel (Kennziffer 2.11.5 bis 2.11.11) wird jeweils am Anfang dieser Kapitel in einer Übersicht erläutert und begründet. Diese Abschnitte sind zum besseren Verständnis für ausländische Benutzer auch in englischer Sprache abgefaßt. Sie enthalten ferner Angaben über die wichtigsten Verbindungen. Interessant und deshalb eingehend untersucht sind vor allem die magnetischen und elektrischen Eigenschaften der Verbindungen und Phasen, z. B. bei den Verbindungen mit Selten-erdmetallen.

Der zweite Teil dieses Bandes umfaßt die Mangan-Stickstoff-Verbindungen. Hier werden außer den Nitriden und Aziden auch wasserstoff- und sauerstoffhaltige Verbindungen (Amide, Nitrile, Nitrate usw.) sowie die zahlreichen Systeme und Doppelsalze mit Stickstoffverbindungen von Metallen der 1. bis 6. Gruppen des Periodensystems behandelt. Auch bei der Mangan-Stickstoff-Verbindungen finden sich am Anfang jedes größeren Abschnittes Übersichts-kapitel in deutscher und englischer Sprache.

Beide Teile des Bandes enthalten Hinweise auf entsprechende Verbindungen mit Metallen, die nach dem Gmelin-Prinzip der letzten Stelle (s. hinterer Einbanddeckel) bereits in anderen Gmelin-Bänden behandelt sind.

Für den vorliegenden Band wurde die Literatur bis Ende 1974 ausgewertet, in vielen Fällen auch darüber hinaus. Weitere Gmelin-Bände über Manganverbindungen mit Halogenen, Schwefel, Selen und Tellur sind in Bearbeitung.

Frankfurt/Main, November 1975

Edith Schleitzer

Preface

Subsequent to part C1 about manganese oxides published in 1973 and part C2 completed this spring, in which oxomanganese ions and acids as well as respective compounds with metals of the first and second groups of the periodic system are dealt with, the present volume begins with compounds and phases of manganese with oxygen and metals of the third to sixth groups of the periodic system. The differing arrangement of the numerous compounds and solid solutions as to type of structure and the state of oxidation of the metals within the major chapters (see 2.11.5 to 2.11.11) is explained in a short review at the beginning of each chapter. For a better understanding of foreign users, these parts have been printed also in English. Furthermore, they include some informative remarks on the most important compounds. Of special interest and therefore extensively studied are above all the magnetic and electrical properties of the compounds and phases, see e. g. compounds with rare earth metals.

The second part of this volume comprises compounds of manganese with nitrogen. Herein, besides nitrides and azides, also compounds containing hydrogen and oxygen (amides, nitrites, nitrates, etc.) as well as the numerous systems and double salts with nitrogen compounds of metals belonging to the Main and Subgroups 1 to 6 of the periodic system are discussed. Also in this part each main chapter begins with introductory remarks, both in English and German.

In both parts reference is made to respective compounds with metals which according to the Gmelin system of the last position (see inner page of the back cover) have already been presented in other Gmelin volumes.

For the present volume the literature has been evaluated until the end of 1974, in many cases even more recent publications have been considered. Further Gmelin volumes on manganese compounds with halogens, sulfur, selenium and tellurium are in the state of preparation.

Frankfurt/Main, November 1975

Edith Schleitzer

Inhaltsverzeichnis

(Table of Contents see page VII)

	Seite		Seite
2.11.5 Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff und Metallen der 3. Hauptgruppe	1	LaMn₇O₁₂	26
Vorbemerkung	1	LaMn₂O₅	26
Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff und Aluminium	1	Verbindungen des Mn mit O, La und weiteren Metallen	26
Das System Al ₂ O ₃ -Manganoxide	1	La _{1-x} M _x MnO ₃ (M=Ca, Sr, Ba, Cd)	26
MnAl ₂ O ₄	2	Herstellung	26
Mischkristalle vom Spinell-Typ	6	Polymorphie	28
Weitere aluminiumhaltige Verbindungen	9	Kristallstruktur	29
(Mn _{1-x} Al _x) ₂ O ₃	9	Thermische Eigenschaften	32
Al ₂ LiMn ₃ O ₉ · 3 H ₂ O	9	Magnetische Eigenschaften	32
Hydroxoverbindungen	10	Elektrische Eigenschaften	36
Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff und Gallium	11	Katalytische Aktivität	40
MnGa ₂ O ₄	11	(Sr,La) ₂ MnO ₄ , (Sr,La) ₃ Mn ₂ O ₇ und (Sr,La) ₄ Mn ₃ O ₁₀	40
Mischkristalle vom Spinell-Typ	11	La ₂ MgMnO ₈	41
(Mn _{1-x} Ga _x) ₂ O ₃	13	LaMn _{1-x} Ga _x O ₃	41
Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff und Indium	14	Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff und Lanthaniden	43
MnIn ₂ O ₄	14	Verbindungen der Zusammensetzung MMnO ₃ (M = Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy)	43
(Mn _{1-x} In _x) ₂ O ₃	14	Herstellung	43
Mit Indium und weiteren Metallen	14	Kristallographische Eigenschaften	43
Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff und Thallium	14	Magnetische Eigenschaften	44
		IR-Spektrum	47
2.11.6 Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff und Metallen der 3. Nebengruppe	15	Verbindungen der Zusammensetzung MMnO ₃ (M = Y, Ho, Er, Tm, Yb, Lu)	47
Übersicht	15	Herstellung	47
Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff und Scandium	16	Kristallographische Eigenschaften	48
Das System Sc ₂ O ₃ -Manganoxide	16	Dichte	52
ScMnO ₃	16	Magnetische Eigenschaften	52
Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff und Yttrium	17	Hexagonale Phasen	52
Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff und Lanthan	17	Rhombische Phasen	55
LaMn ₂ O ₄	17	Elektrische Eigenschaften	57
LaMnO _{3+δ}	17	Optische Eigenschaften	61
Bildung und Herstellung	17	Verbindungen der Zusammensetzung MMn ₇ O ₁₂ (M=La, Nd)	62
Kristallographische Eigenschaften	19	Verbindungen der Zusammensetzung MMn ₂ O ₅ (M=Y oder Lanthanid)	62
Monokline Modifikation	19	Verbindungen mit Lanthaniden und Erdalkalimetallen	65
Rhombische Modifikation	19	Ca _{2-x} M _x MnO ₄	65
Rhomboedrische Modifikation	20	Nd _{1-x} M _x MnO ₃ (M=Ca, Sr, Ba)	66
Dichte, thermische Ausdehnung	21	2.11.7 Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff und Metallen der 4. Hauptgruppe	67
Magnetische Eigenschaften	21	Übersicht	67
Elektrische Eigenschaften	24	Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff und Germanium	68
Optische Eigenschaften	25		
Katalytische Aktivität	25		

	Seite		Seite
MnGeO ₃	68	Das System Mn-Ti-O	99
MnGeO ₃ · 2 H ₂ O	71	Phasenbereich Mn ₃ Ti ₃ O bis Mn ₂ Ti ₄ O ..	100
Das System MnGeO ₃ -GeO ₂	72	MnO-TiO-Mischkristalle	101
Mn ₂ GeO ₄	72	MnTi ₂ O ₄	103
Verbindungen des Mn mit O, Ge und		Mn ₂ TiO ₄	104
weiteren Metallen	76	Mn ₂ TiO ₄ -MnTi ₂ O ₄ -Mischkristalle	106
Li ₂ MnGeO ₄	76	Mn ₂ TiO ₄ -Mn ₃ O ₄ -Mischkristalle	108
Na ₂ MnGeO ₄	76	MnTiO ₃	108
MgMnGeO ₄	76	Mn ₂ Ti ₃ O ₈	114
ZnMnGeO ₄	76	MnTi ₂ O ₅ (?)	115
Mn ₂ GeO ₄ -Mn ₂ ZnO ₄ -Mischkristalle ..	77	Verbindungen des Mangans mit O, Ti und	
Verbindungen mit Granat-Struktur ..	78	Alkalimetallen	115
Ca ₃ Mn ₂ Ge ₃ O ₁₂	78	Li ₂ MnTiO ₄	115
Cd ₃ Mn ₂ Ge ₃ O ₁₂	80	Li ₂ MnTi ₃ O ₈	115
Mn ₃ Al ₂ Ge ₃ O ₁₂	80	LiMnTiO ₄	115
Cd _x Mn _{3-x} Al ₂ Ge ₃ O ₁₂	81	Na ₄ Mn ₄ Ti ₅ O ₁₈	115
Mn ₃ Ga ₂ Ge ₃ O ₁₂	82	Das System RbMnO ₂ -TiO ₂	116
Mn ₃ Al _{2-x} Ga _x Ge ₃ O ₁₂	82	Rb ₂ Mn ₂ Ti _{2-x} O ₄	117
Verbindungen des Typs		Rb _x Mn _x Ti _{4-x} O ₈	117
M ²⁺ X ₂ ³⁺ Mn ₂ Ge ₃ O ₁₂	83	Cs _x Mn _x Ti _{2-x} O ₄	117
Gd ₃ Mn ₂ GaGe ₂ O ₁₂	83	Verbindungen des Mn mit O, Ti und	
Mangandigermanate	84	Metallen der 2. Haupt- und Neben-	
Manganpolygermanate	84	gruppe	118
Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff		Mg ₂ Mn _{1-x} TiO ₃	118
und Zinn	84	MgMnTiO ₄	118
(Mn,Sn)O-Mischkristalle	84	Phasen im System SrTiO ₃ -Mangan-	
MnSnO ₃	85	oxide	118
Mn[Sn(OH) ₆]	86	Phasen im System BaTiO ₃ -Mangan-	
Mn ₂ SnO ₄	87	oxide	119
Mn ₂ SnO ₄ -Mn ₃ O ₄ -Mischkristalle	88	BaMnO ₃ -BaTiO ₃ -Mischkristalle	120
Verbindungen des Mn mit O, Sn und		ZnMnTi ₃ O ₈	121
weiteren Metallen	89	Zn ₂ Mn ₂ MgTiO ₈	122
(Mn,Mg) ₂ SnO ₄ -Mischkristalle	89	Verbindungen des Mn mit O, Ti und	
(Mn,Zn) ₂ SnO ₄ -Mischkristalle	90	Metallen der 3. Haupt- und Neben-	
ZnMn ₂ O ₄ -Zn ₂ SnO ₄ -Mischkristalle ..	90	gruppe	122
Zn ₂ SnO ₄ -Mn ₃ O ₄ -Mischkristalle	91	Das System MnTiO ₃ -Al ₂ O ₃	122
Mn ₂ Sn _{0,875} Ge _{0,125} O ₄	91	MMnTiO ₅ , (M = Pr, Nd, Sm, Eu, Gd)	122
Mg _{0,25} Mn _{1,75} Sn _{0,875} Ge _{0,125} O ₄	91	CaLa _{1-x} Y _x MnTiO ₆	123
Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff		Sr ₁₋₄ Ca _x LaMnTiO ₆	123
und Blei	91	Ba _x La _{1-x} Mn _{1-x} Ti _x O	123
MnPbO ₃ und [Mn(H ₂ O) ₂][Pb(OH) ₆] ..	91	Ba _{1-x} Sr _x LaMnTiO ₆	125
PbMn ₂ O ₄ (?)	92	Sr _{0,3} La _{0,7} MnO ₃ -BaTiO ₃ -Mischkristalle ..	125
Pb(MnO ₄) ₂ · 3 PbO	92	LaMnO ₃ -CdTiO ₃ -Mischkristalle	126
PbMnO ₂ (OH) (Quenselit)	93	Weitere manganhaltige Titanatphasen ..	126
Verbindungen des Mangans mit O, Pb		(1-x)PbTiO ₃ · xMnO ₂	126
und weiteren Metallen	93	(1-x)PbTiO ₃ · xLaMnO ₃	127
(Ca _{1,72} Pb _{0,28})(Mn _{0,77} Pb _{0,23})O ₄	93	(1-x)PbTiO ₃ · x(Sr _y La _{1-y})MnO ₃	128
La _{1-x} Pb _x MnO ₃ -Mischkristalle	94	Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff	
Pr _{1-x} Pb _x MnO ₃ und Nd _{1-x} Pb _x MnO ₃ ..	97	und Zirkon	130
2.11.8 Verbindungen des Mangans mit		Das System MnO-ZrO ₂	130
Sauerstoff und Metallen der		MnO-ZrO ₂ -Mischkristalle	130
4. Nebengruppe	98	Das System Mn ₂ O ₃ -ZrO ₂	131
Übersicht	98	Das System Mn ₃ O ₄ -ZrO ₂	131
Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff		MnO-CaO-ZrO ₂ -Mischkristalle	132
und Titan	99	Manganhaltige ZrO ₂ -Y ₂ O ₃ -Mischkristalle ..	132
		Manganhaltige Titanat-Zirkonat-Phasen ..	133

	Seite
2.11.9 Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff und Metallen der 5. Hauptgruppe	134
Übersicht	134
Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff und Antimon	134
MnSb_2O_4	134
$\text{Mn}_3\text{Sb}_2\text{O}_8$	134
$\text{MnSb}_2\text{O}_6 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	135
MnSbO_4 (?)	135
Verbindungen des Mn mit O, Sb und weiteren Metallen	135
$\text{K}_2\text{Mn}_5\text{Sb}_3\text{O}_{18}$	135
$\text{SrMn}_{0,5}\text{Sb}_{0,5}\text{O}_3$ und $\text{BaMn}_{0,5}\text{Sb}_{0,5}\text{O}_3$	135
$\text{InMn}_2\text{SbO}_8$	136
$\text{LaMn}_{0,67}\text{Sb}_{0,33}\text{O}_3$	136
Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff und Wismut	136
$\text{Bi}_2\text{O}_3 \cdot n\text{MnO}$	136
BiMnO_3	137
$\text{Bi}_2\text{Mn}_4\text{O}_{10}$	138
Basische Wismutpermanganate	140
Mischkristalle des BiMnO_3 mit weiteren Oxoverbindungen	141
$\text{BiMnO}_3\text{-CaMnO}_3$	141
$\text{BiMnO}_3\text{-Ca}_2\text{MnO}_4$	144
$\text{BiMnO}_3\text{-SrMnO}_3$	145
$\text{BiMnO}_3\text{-CaMnO}_3\text{-SrMnO}_3$ und $\text{BiMnO}_3\text{-CaMnO}_3\text{-BaMnO}_3$	145
$\text{BiMnO}_3\text{-YMnO}_3$	145
$\text{BiMnO}_3\text{-CaMnO}_3\text{-LaMnO}_3$ und $\text{BiMnO}_3\text{-SrMnO}_3\text{-LaMnO}_3$	145
$\text{BiMnO}_3\text{-CaMnO}_3\text{-PbMnO}_3$	147
$\text{BiMnO}_3\text{-PbTiO}_3$	147
Weitere Mischkristallsysteme	148
2.11.10 Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff und Metallen der 5. Nebengruppe	149
Übersicht	149
Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff und Vanadium	150
Das System MnO-VO-O	150
Verbindungen mit Mn^{II} und V^{II}	150
$(\text{Mn},\text{V})\text{O}$ -Mischkristalle	150
$(\text{Mn},\text{V})\text{Al}_2\text{O}_4$ -Mischkristalle	151
Verbindungen mit Mn^{II} und V^{III}	152
Das System $\text{MnO-V}_2\text{O}_3$	152
MnV_2O_4	152
Mischkristalle des MnV_2O_4 mit anderen Oxoverbindungen	155
Verbindungen mit Mn^{II} und V^{IV}	158
Mn_2VO_4 (?)	158
MnVO_3	159
MnV_3O_7 (?)	160

	Seite
Verbindungen mit Mn^{II} und V^{V}	160
$\text{Mn}_3(\text{VO}_4)_2$	160
LiMnVO_4 und NaMnVO_4	160
$\text{Mn}_2\text{V}_2\text{O}_7$	160
$(\text{MnOH})_3\text{VO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ und $(\text{MnOH})_4\text{V}_2\text{O}_7 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	161
MnV_2O_6	161
$\text{MnV}_2\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	162
Isopolyvanadate(V)	162
Weitere Verbindungen mit Mn^{II} und V^{V} (Granat-Typ)	163
Verbindungen mit Mn^{IV} und V^{V}	164
Tetranadomanganate(IV)	164
11-Vanadomanganate(IV)	165
13-Vanadomanganate(IV)	166
Verbindungen mit Mn^{V} und V^{V}	167
Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff und Niob	167
MnNb_2O_3	167
$\text{Mn}_3\text{Nb}_{10}\text{O}_{28}$	167
MnNb_2O_6	168
$\text{Mn}_7\text{Nb}_{12}\text{O}_{37} \cdot n\text{H}_2\text{O}$	171
$\text{Mn}_4\text{Nb}_2\text{O}_9$	171
MnNbO_4 (?)	172
$\text{MnNb}_{12}\text{O}_{38}^{12-}$	173
Verbindungen des Mn mit O, Nb und weiteren Metallen	173
$\text{Li}_2\text{Mn}_{0,5}\text{Nb}_{0,5}\text{O}_x$ (mit $x = 2.75$ bis 3.0)	173
Heteropoly-12-niobomanganate(IV)	174
$\text{MMn}_x\text{Nb}_{1-x}\text{O}_3$ ($M = \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}$)	175
Das System $\text{MnO-Nb}_2\text{O}_5\text{-BaTiO}_3$	176
Das System $\text{MnNb}_2\text{O}_6\text{-YTbNbO}_6$	176
$\text{PbMn}_{0,33}\text{Nb}_{0,67}\text{O}_3$	177
$\text{PbMn}_{0,5}\text{Nb}_{0,5}\text{O}_3$	177
$\text{PbM}_x\text{Mn}_y\text{Nb}_{0,5}\text{O}_3$ ($M = \text{Li}, \text{Mg}, \text{Zn}, \text{Cd}$)	179
Das System $\text{PbMn}_{0,5}\text{Nb}_{0,5}\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$	180
$\text{Pb}_{1-x}\text{La}_x\text{MnNb}_{0,5-x}\text{Ti}_x\text{O}_3$	181
Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff und Tantal	181
Das System Mn-Ta-O	181
$\text{Mn}_3\text{Ta}_3\text{O}$	181
Mn_2TaO_3	182
MnTa_2O_6	182
$\text{Mn}_{1,4}\text{TaO}_{3,9}$	184
$\text{Mn}_4\text{Ta}_2\text{O}_9$	184
$\text{Mn}_6\text{Ta}_2\text{O}_{11}$	184
$\text{Mn}_{1,4}\text{TaO}_{4,2}$	184
MnTaO_4 (?)	184
Verbindungen des Mn mit O, Ta und weiteren Metallen	185
$\text{Li}_2\text{Mn}_{0,5}\text{Ta}_{0,5}\text{O}_x$	185
$\text{MMn}_x\text{Ta}_{1-x}\text{O}_3$ ($M = \text{Ca}, \text{Sr}, \text{Ba}$)	185
Phasen im System $\text{MnO-Ta}_2\text{O}_5\text{-BaTiO}_3$	185
Das System $\text{MnTa}_2\text{O}_6\text{-YTbTaO}_6$	186
$\text{PbMn}_{0,5}\text{Ta}_{0,5}\text{O}_3$	186

	Seite		Seite
$\text{PbM}_2\text{Mn}_7\text{Ta}_{0.5}\text{O}_3$ ($M = \text{Li, Mg, Cs, Sr, Zn, Cd, Ti}$)	186	6-Molybdomanganate(II)	209
$\text{Na}_{12}\text{Mn}(\text{Nb,Ta})_{12}\text{O}_{38} \cdot 50\text{H}_2\text{O}$	187	9-Molybdomanganate(IV)	210
Die Systeme MnNb_2O_6 - YTiTaO_6 und MnTa_2O_6 - YTiNbO_6	188	12-Molybdomanganate(IV)	211
2.11.11 Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff und Metallen der 6. Nebengruppe	188	$\text{GeMn}^{\text{III}}\text{Mo}_{11}\text{O}_{40}$	212
Übersicht	188	Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff und Wolfram	212
Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff und Chrom	189	Das System Mn-W-O	212
Das System Mn-Cr-O	189	$\text{Mn}_3\text{W}_3\text{O}$	212
$\text{Mn}_{1+x}\text{Cr}_{2-x}\text{O}_4$	190	$\text{Mn}_2\text{Mo}_3\text{O}_8$ - $\text{Mn}_2\text{W}_3\text{O}_8$ -Mischkristalle	212
MnCr_2O_4	190	MnWO_4	213
Mn_2CrO_4	194	Wasserhaltige Manganwolframate	218
Mn_2O_3 - Cr_2O_3 -Mischkristalle	194	Das System MnWO_4 - Na_2WO_4	218
MnO_2 - CrO_2 -Mischkristalle	195	$\text{Mg}_x\text{Mn}_{1-x}\text{WO}_4$	218
Manganchromate	196	Sr_2MnWO_6	219
Verbindungen des Mn mit O, Cr und weiteren Metallen	197	LaSrMnWO_6	219
Mangandoppelchromate mit Alkalimetallen und Ammonium	197	$\text{PbM}_2\text{Mn}_7\text{W}_3\text{O}_{31}$	220
$\text{K}_2\text{Mn}(\text{CrO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	197	Das System MnWO_4 - NbO_2	222
$\text{K}_2\text{Mn}_2(\text{CrO}_4)_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (?)	197	Das System MnWO_4 - MnMoO_4 - ZnWO_4 - ZnMoO_4	223
$\text{KMn}_2(\text{CrO}_4)_2\text{OH} \cdot \text{H}_2\text{O}$	197	Heteropolywolframomangansäuren und deren Salze	223
$\text{Cs}_2\text{Mn}_2(\text{CrO}_4)_3$	198	11-Wolframomanganate(III)-säure	223
$(\text{NH}_4)_2\text{Mn}_2(\text{CrO}_4)_3$	198	Pentawolframomanganate(IV)	224
$\text{NH}_4\text{Mn}_2(\text{CrO}_4)_2\text{OH} \cdot \text{H}_2\text{O}$	198	12-Wolframomanganate(IV)	225
Verbindungen und Mischkristalle vom Spinell-Typ	199	Heteropolyverbindungen vom Typ $\text{MMn}^{\text{III}}\text{W}_{11}\text{O}_{40}$ ($M = \text{Zn, Ga, Ge}$)	225
LiMnCrO_4	199	Heteropolyverbindungen vom Typ $\text{MMn}^{\text{III}}\text{W}_{11}\text{O}_{40}$ ($M = \text{Zn, Ge}$)	226
Mn_3O_4 - MgCr_2O_4	199	Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff und Uran	226
MgMn_2O_4 - MgCr_2O_4	190	Das System MnO_2 - UO_2	226
ZnMnCrO_4	200	MnU_2O_8 und andere Fluoritphasen	226
$\text{LiZn}_{0.5}\text{Mn}_{1.5}\text{O}_4$ - LiMnCrO_4 - ZnCr_2O_4	200	$\text{MnUO}_{3.84}$ und $\text{MnUO}_{3.70}$	227
MnCr_2O_4 - MnAl_2O_4	201	MnUO_4	227
Mn_3O_4 - MgAlCrO_4	201	$\text{MnU}_3\text{O}_{10}$	228
MnCr_2O_4 - Mn_2TiO_4	201	Perowskit-Typ-Phasen $\text{MMn}_x\text{U}_{1-x}\text{O}_3$ mit $M = \text{Sr, Ba}$	229
Weitere Mischkristalle	202	Sr_2MnUO_6	229
YMnO_3 - YCrO_3	202	$\text{Ba}_3\text{MnU}_2\text{O}_9$	229
LaMnO_3 - LaCrO_3	202	Ba_2MnUO_6	229
HoMnO_3 - HoCrO_3	202	$\text{Ba}_3\text{Mn}_2\text{UO}_9$	230
YbMnO_3 - YbCrO_3	203	$\text{Ba}_2\text{Mn}_{1-x}\text{In}_x\text{UO}_6$	230
$\text{Mn}_3\text{Cr}_2\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ - $\text{Mn}_3\text{Al}_x\text{Cr}_{2-4}\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ - $\text{Mn}_3\text{Ga}_x\text{Cr}_{2-x}\text{Ge}_3\text{O}_{12}$	203	$\text{Mn}(\text{UO}_2)_2(\text{VO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	230
Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff und Molybdän	204	2.11.12 Verbindungen des Mangans mit Sauerstoff und Metallen der 7. und 8. Nebengruppen	230
$\text{Mn}_3\text{Mo}_3\text{O}$	204	3 Mangan und Stickstoff	231
$\text{Mn}_2\text{Mo}_3\text{O}_8$	204	3.1 Das System Mn-N	231
Das System MnO-MoO_3	204	Vorbemerkung	231
MnMoO_4	205	3.1.1 Beobachtete Phasen und feste Lösungen	231
Wasserhaltige Manganmolybdate	208	3.1.2 Schmelze	234
$\text{Sr}_2\text{MnMoO}_6$	208	3.2 Mangannitride	235
Das System MnMoO_4 - ZnMoO_4	208		
Heteropoly-Molybdomangansäuren und deren Salze	209		

	Seite		Seite
3.2.1 Allgemeine Darstellungsmethoden	235	Mit Gallium	255
Aus den Elementen	235	Mn_3GaN	255
Aus Mangan und NH_3	236	$\text{Mn}_{4-x}\text{Ga}_x\text{N}$	256
Aus Mn-Amalgam und N_2 oder NH_3	236	$\text{Mn}_3\text{Ga}_{1-x}\square_x$	257
Technische Darstellung	236	$\text{Mn}_3\text{Ga}_{1-x}\text{Zn}_x\text{N}$	257
3.2.2 Feste Lösungen (δ -Phase)	238	Mit Indium	257
3.2.3 Mn_4N (ε -Phase)	238	$\text{Mn}_{4-x}\text{In}_x\text{N}$	257
Darstellung	238	3.3.5 Doppelnitride mit Metallen der	
Thermodynamische Daten der Bildung	239	3. Nebengruppe	258
Physikalische Eigenschaften	239	Mit Lanthan oder Lanthaniden	258
Kristallstruktur	239	Mit Aktiniden	258
Bindung	240	3.3.6 Doppelnitride mit Metallen der	
Thermodynamische Funktionen	241	4. Hauptgruppe	258
Elektronenbänder, magnetische Struktur	241	Mit Germanium	258
Kernmagnetische Resonanz	242	$\text{Mn}_{3+x}\text{Ge}_{1-x}\text{N}_y$	258
Sättigungsmagnetisierung	243	MnGeN_2	258
Curie-Temperatur	244	$\text{Mn}_{72.9}\text{Ge}_{24.3}\text{N}_{2.8}$	259
Magnetische Suszeptibilität	244	$\text{Mn}_{1+x}\text{GeN}_2\text{O}_x$	259
Chemisches Verhalten	244	Mit Zinn	260
3.2.4 Mn_5N_2 bzw. Mn_2N (ζ -Phase)	245	Mn_3SnN	260
Darstellung	245	$\text{Mn}_{4-x}\text{Sn}_x\text{N}$	260
Thermodynamische Daten der Bildung	245	3.3.7 Doppelnitride mit Metallen der	
Struktur und Bindung	246	5. Haupt- und Nebengruppe	260
Mechanische und thermische Eigenschaften	247	Mit Antimon	260
Magnetische Eigenschaften	247	Mn_3SbN	260
Chemisches Verhalten	248	Mit Tantal	261
3.2.5 Mn_3N_2 (η -Phase)	248	3.3.8 Doppelnitride mit Chrom	261
Darstellung	248	3.3.9 Doppelnitride mit Metallen der	
Thermodynamische Daten der Bildung	249	8. Gruppe	261
Physikalische Eigenschaften	249	3.4 Manganazide	262
Chemisches Verhalten	250	3.4.1 $\text{Mn}(\text{N}_3)_2$	262
3.2.6 Mn_6N_5 (θ -Phase)	250	3.4.2 MnN_3OH	262
3.3 Mangandoppelnitride	251	3.5 Azidomanganate	263
3.3.1 Vorbemerkung	251	3.5.1 Tetraazidomanganate(II)	263
3.3.2 Doppelnitride mit Metallen der		3.5.2 Monoazidomanganat(III)	263
1. Haupt- und Nebengruppe	253	3.6 Imidomanganate(II)	264
Lithiummanganitride	253	3.7 Manganamid $\text{Mn}(\text{NH}_2)_2$	264
LiMnN	253	3.8 Tetraamidomanganate(II)	
Li_3MnN_2	253	$\text{M}_2[\text{Mn}(\text{NH}_2)_4]$	264
Li_7MnN_4	253	3.9 Mangannitrit $\text{Mn}(\text{NO}_2)_2$	265
Doppelnitride mit Cu, Ag, Au	253	3.10 Nitritomanganate(II)	
3.3.3 Doppelnitride mit Metallen der		$[\text{Mn}(\text{NO}_2)_n]^{2-n}$	266
2. Haupt- und Nebengruppe	254	$\text{Cs}_2[\text{Mn}(\text{NO}_2)_4]$	267
Mit Magnesium	254	$[(\text{CH}_3)_4\text{N}]_2[\text{Mn}(\text{NO}_2)_4]$	267
Mit Zink	254	$\text{M}[\text{Mn}(\text{NO}_2)_4]$	267
Mn_3ZnN	254	$\text{Cs}_3[\text{Mn}(\text{NO}_2)_5]$	267
$\text{Mn}_{4-x}\text{Zn}_x\text{N}_{1-x/4}\square_{x/4}$	255	3.11 Mangannitrate	267
Mit Quecksilber	255	Übersicht	267
3.3.4 Doppelnitride mit Metallen der			
3. Hauptgruppe	255		
Mit Aluminium	255		

	Seite		Seite
3.11.1 Mangan(II)-nitrat	268	Das System $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2\text{-KNO}_3\text{-H}_2\text{O}$..	297
$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$	268	Wäßrige $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2\text{-KNO}_3$ -Lösungen ..	298
Allgemeine Eigenschaften	268	$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2\text{-LiNO}_3\text{-KNO}_3$ -Schmelze ..	298
Bildung und Darstellung	268	Das System $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O-}$	
Thermodynamische Daten der Bildung ..	269	$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	298
Physikalische Eigenschaften	269	$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$..	299
Chemisches Verhalten	270	Das System $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2\text{-Mg}(\text{NO}_3)_2\text{-}$	
Das System $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2\text{-H}_2\text{O}$	271	$\text{H}_2\text{O(-HNO}_3)$	299
$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$	274	Das System $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2\text{-Ca}(\text{NO}_3)_2\text{-}$	
Vorbemerkung	274	H_2O	299
Darstellung	274	Das System $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2\text{-Ba}(\text{NO}_3)_2\text{-}$	
Thermische Zersetzung	276	H_2O	300
Verhalten gegen Elemente und Ver-		Wäßrige $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2\text{-Ba}(\text{NO}_3)_2\text{-Lö-}$	
bindungen	277	sungen	300
$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	278	Das System $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O-}$	
$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	279	$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	300
$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (?)	280	Das System $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O-}$	
$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	280	$\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	300
$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 1.5\text{H}_2\text{O}$	281	Das System $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2\text{-Al}(\text{NO}_3)_3\text{-}$	
$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	281	$\text{H}_2\text{O(-HNO}_3)$	301
$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$	281	Das System $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2\text{-Ba}(\text{NO}_3)_2\text{-}$	
Wäßrige Lösung von Mangan(II)-nitrat ..	281	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3\text{-H}_2\text{O}$	301
Bildungsdaten	281	Das System $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2\text{-Ce}(\text{NO}_3)_3\text{-}$	
Lösungswärmen, Verdünnungswärmen ..	282	H_2O	301
Konstitution der Lösung	282	Wäßrige $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2\text{-Ce}(\text{NO}_3)_3\text{-}$	
Mechanische und thermische Eigen-		Lösungen	301
schaften	284	Doppelnitrate mit Seltenerdmetallen	
Magnetische und elektrische Eigen-		$3\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{M}(\text{NO}_3)_3 \cdot$	
schaften	286	$24\text{H}_2\text{O}$ (M = La, Ce, Pr, Nd, Sm) ..	302
Optische Eigenschaften	287	$[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6][\text{Th}(\text{NO}_3)_6] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$..	304
Elektrochemisches Verhalten	288	Das System $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2\text{-Pb}(\text{NO}_3)_2\text{-}$	
Chemisches Verhalten	289	$\text{H}_2\text{O(-HNO}_3)$	305
Das System $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2\text{-HNO}_3\text{-H}_2\text{O}$..	292	$3\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$..	305
Löslichkeit	292	$3\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{BiONO}_3$	305
Dampfdruck	293		
Nichtwäßrige Lösungen von $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$..	293	3.11.2 Mangan(III)-nitrat $\text{Mn}(\text{NO}_3)_3$..	305
Wäßrige Harnstofflösungen	294		
Mangan(II)-hydroxidnitate	295	3.11.3 Nitroniumtetranitratomanganat(III)	
Nitratomanganate(II)	295	$[\text{NO}_2][\text{Mn}(\text{NO}_3)_4]$	306
Systeme, Lösungen und Doppelver-			
bindungen von $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$ mit		3.11.4 Manganoxidnitrat MnONO_3	307
anderen Metallnitraten	297	3.11.5 MnO_3NO_3 (?)	307
		3.11.6 Kaliummangan(III)-nitrat	307

Table of Contents

(Inhaltsverzeichnis s. S. I)

	Page		Page
2.11.5 Compounds of Manganese with Oxygen and Metals of Main Group 3	1	Optical Properties	25
Preliminary Remark	1	Catalytic Activity	25
Compounds of Manganese with Oxygen and Aluminum	1	$\text{LaMn}_7\text{O}_{12}$	26
The Al_2O_3 -Manganese Oxides System	1	LaMn_2O_5	26
MnAl_2O_4	2	Compounds of Mn with O, La, and Other Metals	26
Solid Solutions of Spinel Type	6	$\text{La}_{1-x}\text{M}_x\text{MnO}_2$ (M = Ca, Sr, Ba or Cd)	26
Other Compounds Containing Aluminum	9	Preparation	26
$(\text{Mn}_{1-x}\text{Al}_x)_2\text{O}_3$	9	Polymorphism	28
$\text{Al}_2\text{LiMn}_3\text{O}_9 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	9	Crystal Structure	29
Hydroxo Compounds	10	Thermal Properties	32
Compounds of Manganese with Oxygen and Gallium	11	Magnetic Properties	32
MnGa_2O_4	11	Electrical Properties	36
Solid Solutions of Spinel Type	11	Catalytic Activity	40
$(\text{Mn}_{1-x}\text{Ga}_x)_2\text{O}_3$	13	$(\text{Sr},\text{La})_2\text{MnO}_4$, $(\text{Sr},\text{La})_3\text{Mn}_2\text{O}_7$, and $(\text{Sr},\text{La})_4\text{Mn}_3\text{O}_{10}$	40
Compounds of Manganese with Oxygen and Indium	14	$\text{La}_2\text{MgMnO}_6$	41
MnIn_2O_4	14	$\text{LaMn}_{1-x}\text{Ga}_x\text{O}_3$	41
$(\text{Mn}_{1-x}\text{In}_x)_2\text{O}_3$	14	Compounds of Manganese with Oxygen and Lanthanides	43
With Indium and Other Metals	14	Compounds of Composition MMnO_3 (M = Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy)	43
Compounds of Manganese with Oxygen and Thallium	14	Preparation	43
2.11.6 Compounds of Manganese with Metals of Subgroup 3	15	Crystallographic Properties	43
Review	15	Magnetic Properties	44
Compounds of Manganese with Oxygen and Scandium	16	IR Spectrum	47
The Sc_2O_3 -Manganese Oxides System	16	Compounds of Composition MMnO_3 (M = Y, Ho, Er, Tm, Yb, Lu)	47
ScMnO_3	16	Preparation	47
Compounds of Manganese with Oxygen and Yttrium	17	Crystallographic Properties	48
Compounds of Manganese with Oxygen and Lanthanum	17	Density	52
LaMn_2O_4	17	Magnetic Properties	52
$\text{LaMnO}_{3.5}$	17	Hexagonal Phases	52
Formation. Preparation	17	Rhombic Phases	55
Crystallographic Properties	19	Electrical Properties	57
Monoclinic Modification	19	Optical Properties	61
Rhombic Modification	19	Compounds of Composition MMn_2O_5 (M = La, Nd)	62
Rhombohedral Modification	20	Compounds of Composition MMn_2O_5 (M = Y or Lanthanide)	62
Density. Thermal Expansion	21	Compounds with Lanthanides and Alkaline Earth Metals	65
Magnetic Properties	21	$\text{Ca}_{2-x}\text{M}_x\text{MnO}_4$	65
Electrical Properties	24	$\text{Nd}_{1-x}\text{M}_x\text{MnO}_3$ (M = Ca, Sr, Ba)	66
		2.11.7 Compounds of Manganese with Oxygen and Metals of Main Group 4	67
		Review	68

	Page		Page
Compounds of Manganese with Oxygen and Germanium	68	2.11.8 Compounds of Manganese with Oxygen and Metals of Subgroup 4	98
MnGeO ₃	68	Review	98
MnGeO ₃ · 2H ₂ O	71	Compounds of Manganese with Oxygen and Titanium	99
The MnGeO ₃ -GeO ₂ System	72	The Mn-Ti-O System	99
Mn ₂ GeO ₄	72	Phase Region Mn ₃ Ti ₃ O to Mn ₂ Ti ₄ O ...	100
Compounds of Mn with O, Ge, and Other Metals	76	Solid Solutions of MnO with TiO ...	101
Li ₂ MnGeO ₄	76	MnTi ₂ O ₄	103
Na ₂ MnGeO ₄	76	Mn ₂ TiO ₄	104
MgMnGeO ₄	76	Solid Solutions of Mn ₂ TiO ₄ with MnTi ₂ O ₄ ..	106
ZnMnGeO ₄	76	Solid Solutions of Mn ₂ TiO ₄ with Mn ₃ O ₄ ..	108
Solid Solutions of Mn ₂ GeO ₄ with Mn ₂ ZnO ₄	77	MnTiO ₃	108
Compounds with Garnet Structure	78	Mn ₂ Ti ₃ O ₈	114
Ca ₃ Mn ₂ Ge ₃ O ₁₂	78	MnTi ₂ O ₈ (?)	115
Cd ₃ Mn ₂ Ge ₃ O ₁₂	80	Compounds of Manganese with O, Ti, and Alkali Metals	115
Mn ₃ Al ₂ Ge ₃ O ₁₂	80	Li ₂ MnTiO ₄	115
Cd _x Mn _{3-x} Al ₂ Ge ₃ O ₁₂	81	Li ₂ MnTi ₃ O ₈	115
Mn ₃ Ga ₂ Ge ₃ O ₁₂	82	LiMnTiO ₄	115
Mn ₃ Al _{2-x} Ga _x Ge ₃ O ₁₂	82	Na ₄ Mn ₄ Ti ₅ O ₁₈	115
Compounds of the M ²⁺ X ₂ ³⁺ Mn ₂ Ge ₃ O ₁₂ Type ..	83	The RbMnO ₂ -TiO ₂ System	116
Gd ₃ Mn ₂ GaGe ₂ O ₁₂	83	Rb _x Mn _x Ti _{2-x} O ₄	117
Manganese Digermanates	84	Rb _x Mn _x Ti _{4-x} O ₈	117
Manganese Polygermanates	84	Cs _x Mn _x Ti _{2-x} O ₄	117
Compounds of Manganese with Oxygen and Tin	84	Compounds of Mn with O, Ti, and Metals of Main and Subgroup 2 ..	118
Solid Solutions of (Mn,Sn)O	84	Mg _x Mn _{1-x} TiO ₃	118
MnSnO ₃	85	MgMnTiO ₄	118
Mn[Sn(OH) ₆]	86	Phases in the SrTiO ₃ -Manganese Oxides System	118
Mn ₂ SnO ₄	87	Phases in the BaTiO ₃ -Manganese Oxides System	119
Solid Solutions of Mn ₂ SnO ₄ with Mn ₃ O ₄	88	Solid Solutions of BaMnO ₃ with BaTiO ₃	120
Compounds of Mn with O, Sn, and Other Metals	89	ZnMnTi ₃ O ₈	121
Solid Solutions of (Mn,Mg) ₂ SnO ₄ ..	89	Zn ₂ Mn ₂ MgTiO ₈	122
Solid Solutions of (Mn,Zn) ₂ SnO ₄ ..	90	Compounds of Mn with O, Ti, and Metals of Main and Subgroup 3	122
Solid Solution of ZnMn ₂ O ₄ with Zn ₂ SnO ₄	90	The MnTiO ₃ -Al ₂ O ₃ System	122
Solid Solutions of Zn ₂ SnO ₄ with Mn ₃ O ₄	91	MMnTiO ₅ (M = Pr, Nd, Sm, Eu, Gd) ..	122
Mn ₂ Sn _{0.875} Ge _{0.125} O ₄	91	CaLa _{1-x} Y _x MnTiO ₆	123
Mg _{0.25} Mn _{1.75} Sn _{0.875} Ge _{0.125} O ₄ ..	91	Sr _{1-x} Ca _x LaMnTiO ₆	123
Compounds of Manganese with Oxygen and Lead	91	Ba _x La _{1-x} Mn _{1-x} Ti _x O ₃	123
MnPbO ₃ and [Mn(H ₂ O) ₂][Pb(OH) ₆] ..	91	Ba _{1-x} Sr _x LaMnTiO ₆	125
PbMn ₂ O ₄ (?)	92	Solid Solutions of Sr _{0.3} La _{0.7} MnO ₃ with BaTiO ₃	125
Pb(MnO ₄) ₂ · 3PbO	92	Solid Solutions of LaMnO ₃ with CdTiO ₃	126
PbMnO ₂ (OH) (Quenselite)	93	Other Titanate Phases Containing Manganese	126
Compounds of Manganese with O, Pb, and Other Metals	93	(1-x)PbTiO ₃ · xMnO ₂	126
(Ca ₁₋₇₂ Pb _{0.28})(Mn _{0.77} Pb _{0.23})O ₄ ..	93	(1-x)PbTiO ₃ · xLaMnO ₃	127
Solid Solutions of La _{1-x} Pb _x MnO ₃ ..	94	(1-x)PbTiO ₃ · x(Sr _y La _{1-y})MnO ₃ ..	128
Pr _{1-x} Pb _x MnO ₃ and Nd _{1-x} Pb _x MnO ₃ ..	97		

	Page		Page
Compounds of Manganese with Oxygen and Zirconium	130	Compounds with Mn ^{II} and V ^{II}	150
The MnO-ZrO ₂ System	130	Solid Solutions of (Mn,V)O	150
Solid Solutions of MnO with ZrO ₂	130	Solid Solutions of (Mn,V)Al ₂ O ₄	151
The Mn ₂ O ₃ -ZrO ₂ System	131	Compounds with Mn ^{II} and V ^{III}	152
The Mn ₃ O ₄ -ZrO ₂ System	131	The MnO-V ₂ O ₃ System	152
Solid Solutions of MnO with CaO and ZrO ₂	132	MnV ₂ O ₄	152
Solid Solutions of ZrO ₂ with Y ₂ O ₃ Containing Manganese	132	Solid Solutions of MnV ₂ O ₄ with Other Oxocompounds	155
Titanate-Zirconate Phases Containing Manganese	133	Compounds with Mn ^{II} and V ^{IV}	158
2.11.9 Compounds of Manganese with Oxygen and Metals of Main Group 5	134	Mn ₂ VO ₄ (?)	158
Review	134	MnVO ₃	159
Compounds of Manganese with Oxygen and Antimony	134	MnV ₃ O ₇ (?)	160
MnSb ₂ O ₄	134	Compounds with Mn ^{II} and V ^V	160
Mn ₃ Sb ₂ O ₈	134	Mn ₃ (VO ₄) ₂	160
MnSb ₂ O ₆ · nH ₂ O	135	LiMnVO ₄ and NaMnVO ₄	160
MnSbO ₄ (?)	135	Mn ₂ V ₂ O ₇	160
Compounds of Mn with O, Sb, and Other Metals	135	(MnOH) ₃ VO ₄ · 3H ₂ O and (MnOH) ₄ V ₂ O ₇ · 4H ₂ O	161
K ₂ Mn ₅ Sb ₃ O ₁₆	135	MnV ₂ O ₆	161
SrMn _{0.5} Sb _{0.5} O ₃ and BaMn _{0.5} Sb _{0.5} O ₃	135	MnV ₂ O ₆ · 4H ₂ O	162
InMn ₂ SbO ₆	136	Isopolyvanadates(V)	162
LaMn _{0.67} Sb _{0.33} O ₃	136	Other Compounds with Mn ^{II} and V ^V (Garnet Type)	163
Compounds of Manganese with Oxygen and Bismuth	136	Compounds with Mn ^{IV} and V ^V	164
Bi ₂ O ₃ · nMnO	136	Tetравanadomanganates(IV)	164
BiMnO ₃	137	11-Vanadomanganates(IV)	165
Bi ₂ Mn ₄ O ₁₀	138	13-Vanadomanganates(IV)	166
Basic Bismuth Permanganates	140	Compounds with Mn ^V and V ^V	167
Solid Solutions of BiMnO ₃ with Other Oxocompounds	141	Compounds of Manganese with Oxygen and Niobium	167
BiMnO ₃ -CaMnO ₃	141	MnNb ₂ O _{3.67}	167
BiMnO ₃ -Ca ₂ MnO ₄	144	Mn ₃ Nb ₁₀ O ₂₈	167
BiMnO ₃ -SrMnO ₃	145	MnNb ₂ O ₆	168
BiMnO ₃ -CaMnO ₃ -SrMnO ₃ and BiMnO ₃ -CaMnO ₃ -BaMnO ₃	145	Mn ₇ Nb ₁₂ O ₃₇ · nH ₂ O	171
BiMnO ₃ -YMnO ₃	145	Mn ₄ Nb ₂ O ₉	171
BiMnO ₃ -CaMnO ₃ -LaMnO ₃ and BiMnO ₃ -SrMnO ₃ -LaMnO ₃	145	MnNbO ₄ (?)	172
BiMnO ₃ -CaMnO ₃ -PbMnO ₃	147	MnNb ₁₂ O ₃₈ ⁻	173
BiMnO ₃ -PbTiO ₃	147	Compounds of Mn with O, Nb, and Other Metals	173
Other Solid Solution Systems	148	Li ₂ Mn _{0.5} Nb _{0.5} O _x (with x = 2.75 to 3.0)	173
2.11.10 Compounds of Manganese with Oxygen and Metals of Subgroup 5	149	Heteropoly-12-niobomanganates(IV)	174
Review	149	MMn _x Nb _{1-x} O ₃ (M = Ca, Sr, Ba)	176
Compounds of Manganese with Oxygen and Vanadium	150	The MnO-Nb ₂ O ₅ -BaTiO ₃ System	176
The MnO-VO-O System	150	The MnNb ₂ O ₆ -YTbNbO ₆ System	176
		PbMn _{0.33} Nb _{0.67} O ₃	177
		PbMn _{0.5} Nb _{0.5} O ₃	177
		PbM _x Mn _y Nb _{0.5} O ₃ (M = Li, Mg, Zn, Cd)	179
		The PbMn _{0.5} Nb _{0.5} O ₃ -PbTiO ₃ System	180
		Pb _{1-x} La _x MnNb _{0.5-x} Ti _x O ₃	181
		Compounds of Manganese with Oxygen and Tantalum	181
		The Mn-Ta-O System	181
		Mn ₃ Ta ₃ O	181