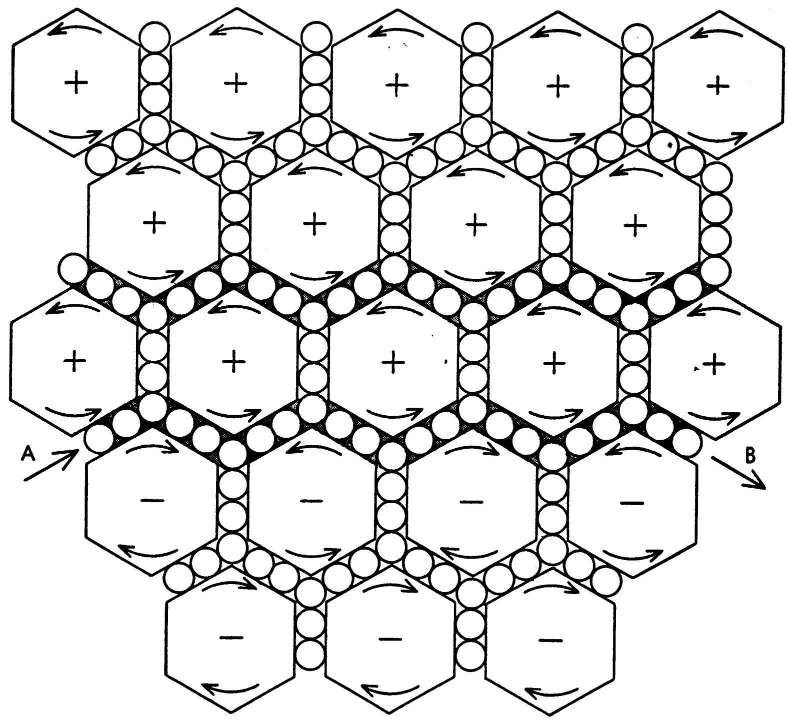

Das Maxwellsche Äthermodell ist charakteristisch für die mechanischen Theorien des Äthers, die im 19. Jahrhundert vorherrschten. Maxwell stellte sich ein Magnetfeld als Menge von „Molekularwirbeln" vor, die um die Feldlinien rotieren. Ihre Rotationsgeschwindigkeit ist dabei der Feldstärke proportional. Die „Kugellager" zwischen den Wirbeln sollen aus Ladungsteilchen bestehen. Rotieren benachbarte Molekularwirbel verschieden schnell, so kommt es zur Verschiebung der Ladungsteilchen. Dieses Modell des Elektromagnetismus lag der Herleitung der Maxwellschen Gleichungen zugrunde. Die Aufstellung der Relativitätstheorie durch Albert Einstein im Jahre 1905 setzte derartigen mechanischen Erklärungsversuchen für elektromagnetische Erscheinungen ein Ende.

Relativität Gruppen Teilchen

Spezielle Relativitätstheorie als Grundlage der Feld- und Teilchenphysik

Roman U. Sexl
Helmuth K. Urbantke

Springer-Verlag Wien GmbH

Prof. Dr. Roman U. Sexl
Dr. Helmuth K. Urbantke

Institut für Theoretische Physik
der Universität Wien
und Institut für Weltraumforschung
der Österreichischen Akademie
der Wissenschaften

Ursprünglich erschienen bei Springer Vienna 1976.
ISBN 978-3-211-81364-5 ISBN 978-3-7091-2246-4 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-7091-2246-4

Mit 57 Abbildungen

Library of Congress Cataloging in Publication Data

Sexl, Roman Ulrich.
Relativität, Gruppen, Teilchen.

Bibliography: p.
Includes indexes.
1. Relativity (Physics) 2. Field theory (Physics)
3. Representations of groups. 4. Particles (Nuclear physics) I. Urbantke, Helmuth Kurt, joint author.
II. Title.
QC173.65.S48 530.1'1 76-1840

VORWORT

Die Grundlagen der speziellen Relativitätstheorie werden heute meist in einführenden Vorlesungen über Mechanik oder Elektrodynamik gelehrt. Die Anwendungen der Theorie sind dagegen vor allem in der Teilchenphysik zu finden, wo relativistische Kinematik und die Darstellungstheorie der Lorentzgruppe eine prominente Rolle spielen. Zwischen Grundlagen und Anwendungen klafft allerdings oft eine weite Lücke: Die Vielzahl der in den Einführungsvorlesungen zu behandelnden Themen verbietet es, der Relativitätstheorie dort breiten Raum einzuräumen. Andererseits ist es Aufgabe der Spezialvorlesungen über Teilchenphysik, möglichst schnell zu den konkreten Rechnungen der Quantenelektrodynamik, Theorie der schwachen Wechselwirkungen etc. vorzustoßen, so daß auch dort nur wenig Zeit für die mit der Relativitätstheorie eng verknüpften Grundlagen erübrigt werden kann.

Diese Lücke zu schließen und zwischen Einführung und Anwendung zu vermitteln, ist Ziel der Vorlesungen über spezielle Relativitätstheorie, die die Autoren seit einigen Jahren in Wien abhalten. Ziel der Vorlesung ist es aber auch, an Hand der Lorentzgruppe eine Einführung in die Darstellungstheorie Liescher Gruppen zu geben. Wenn wir diese Vorlesungen nun in Buchform vorlegen, so war dafür die Tatsache ausschlaggebend, daß bisher nur in der englischsprachigen Literatur einführende Werke mit verwandter Aufgabenstellung zur Verfügung stehen.

Da die experimentellen Grundlagen der Einsteinschen Theorie in anderen Lehrbüchern ausführlich dargestellt sind, haben wir uns hier nur auf ganz wenige charakteristische Experimente zur Illustration der Theorie beschränkt. Insbesondere wurde dem Michelson-Morley-Experiment weit weniger Raum zugewiesen, als dies üblicherweise geschieht. Historische Analysen der letzten Jahre haben gezeigt, daß diesem Experiment keine entscheidende Bedeutung in der Entstehungsgeschichte der Relativitätstheorie zukam. Eine kurze Einführung in diese historische Problematik wird in Abschnitt 2.10 gegeben. Dieser Abschnitt wie auch diejenigen über Uhrensynchronisation und Hydrodynamik wurden in Zusammenarbeit mit Dr. R. Mansouri gestaltet, dem wir für seine Mitarbeit herzlich danken.

Bei der Behandlung der Darstellungstheorie der Lorentzgruppe nehmen mathematische Entwicklungen breiten Raum ein. Wir haben dabei heuristische Betrachtungen und die Motivierung der verwendeten Begriffe in den Vordergrund gestellt. Leider mußte auf Funktionalanalysis völlig verzichtet werden, ihre Bedeutung wird jedoch an einigen Stellen hinreichend erläutert. Die Darstellungstheorie der Lie-Gruppen läßt sich – bei ansteigender Schwierigkeit – an der räumlichen Drehgruppe, der homogenen Lorentzgruppe und der Poincaré-Gruppe gut illustrieren, wobei sich anschauliche Beispiele für Begriffe wie Mannigfaltigkeit, Lie-Algebren, Überlagerungsräume, Faserbündel etc. ergeben. Da diese Begriffe heute immer stärker in die mathematisch-physikalische Literatur eindringen, erscheint es günstig, sie in einfachen, aber einprägsamen Situationen kennenzulernen.

Für eine gründliche Durchsicht des Manuskriptes und viele Verbesserungsvorschläge danken wir den Herren Prof. Dr. Paul Urban und Prof. Dr. Otto Nachtmann. Frau F. Wagner hat die schwierigen Schreibarbeiten rasch und exakt ausgeführt. Die Zeichnungen wurden größtenteils von Herrn H. Prossinger angefertigt.

Wesentlich für das Zustandekommen des vorliegenden Buches war auch die Unterstützung durch den „Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich" sowie durch die Österreichische Akademie der Wissenschaften im Rahmen des Instituts für

Weltraumforschung. Die Unterstützung durch diese Organisationen hat es uns ermöglicht, die internationale Entwicklung aktiv mitzuverfolgen und in diesem Buch im Überblick darzustellen.

Wien, im September 1975

Roman U. Sexl
Helmuth K. Urbantke

INHALTSVERZEICHNIS