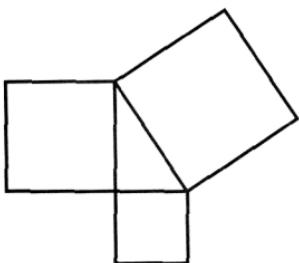


M. I. KAGANOW

**GRUNDZÜGE DER  
FESTKÖRPERPHYSIK**

Mit 51 Abbildungen



VERLAG HARRI DEUTSCH  
THUN · FRANKFURT AM MAIN  
1994

---

## Inhaltsverzeichnis

<b>An den deutschen Leser</b> . . . . .	1
<b>Vorwort</b> . . . . .	6
<b>Kapitel 1</b> . . . . .	9
Quantenmechanik	
Die Grundlage des modernen Weltbildes . . . . .	9
Verstehen - das heißt vereinfachen . . . . .	9
Was heißt das, Naturgesetze zu erkennen ? . . . . .	12
Wo ist die Grenze des erkannten Gebietes ? . . . . .	14
Makro- und Mikrotheorien . . . . .	14
Die Hierarchie der modernen Wissenschaft . . . . .	16
Abstraktion und Modell . . . . .	17
Worauf mußte man bei der Schaffung der Quantenmechanik verzichten ? . . . . .	17
Die klassische Physik kann die Existenz von Atomen nicht erklären . . . . .	20
Das Unbestimmtheitsprinzip . . . . .	23
Die räumlichen Dimensionen eines Atoms.	
Die Energieniveaus . . . . .	26
Das Pauli-Prinzip . . . . .	28
Unbestimmtheitsrelation und Wellen . . . . .	30
Der Platz der Atomphysik in der modernen Wissenschaft . . . . .	31
Aus was besteht die uns umgebende Welt ? . . . . .	35
Spin und Statistik der Teilchen und Antiteilchen . . . . .	38
Das Photon . . . . .	41
Die Wechselwirkung der Teilchen . . . . .	43
Noch einmal über 1/137 . . . . .	49
Teilchen oder Welle ? . . . . .	49
Die Schrödinger-Gleichung. Die $\psi$ -Funktion. . . . .	56

<b>Kapitel 2</b> . . . . .	63
Statistische Physik: Bosonen und Fermionen . . . . .	63
Der Impulsraum. Die Verteilungsfunktion . . . . .	64
Die Heliumisotope helfen, die Quantenstatistik zu verstehen . . . . .	66
Die Bose-Einstein-Kondensation . . . . .	68
Die Fermi-Dirac-Entartung . . . . .	69
Fermionen und Bosonen . . . . .	71
Einige Formeln . . . . .	72
<b>Kapitel 3</b> . . . . .	78
Wie bewegen sich "unbewegliche" Atome und Moleküle in einem Festkörper ? . . . . .	78
Der Aufbau von Kristallen . . . . .	78
Die Atome - mikroskopische Pendel . . . . .	81
Nicht Pendel, sondern Welle . . . . .	82
Der Quantenoszillator . . . . .	88
Die klassische und die quantentheoretische Wärmekapazität von Kristallen . . . . .	89
Phonenen . . . . .	91
Abschweifung zu den Photonen . . . . .	94
Phonenen übertragen Wärme . . . . .	94
Kann man ein "einzelnes" Phonon sehen ? . . . . .	99
<b>Kapitel 4</b> . . . . .	103
Elektronen im Kristall: Metalle, Dielektrika, Halbleiter . . . . .	103
Das Elektronenenergiespektrum von Kristallen . . . . .	103
Leiter oder Isolator ? . . . . .	106
Halbleiter, Halbmetalle . . . . .	108
Die Fermi-Fläche . . . . .	111
Die Leitungselektronen - ein entartetes Fermi-Gas . . . . .	114
<b>Kapitel 5</b> . . . . .	119
Die Grenzen der Freiheit freier Elektronen (die Natur des elektrischen Widerstandes) . . . . .	119
Sind die Metallelektronen frei ? . . . . .	119
Das Ohmsche Gesetz . . . . .	121
Der Hall-Effekt. Abschätzung der Beweglichkeit . . . . .	122

Freie

Elekt

Das

An

w

Elekt

Elekt

Freih

**Kapi**

Mag

Zwei

Die

Para

Von

Anti

Mag

Mag

Die

Resc

**Kap**

Was

Schl

**Nan**

---

---

Freie Flugzeit. Freie Weglänge . . . . .	123
Elektronen transportieren Wärme.	
Das Wiedemann-Franzsche Gesetz. . . . .	126
An was reiben sich die Elektronen ? . . . . .	128
Elektronen stoßen sich mit Phononen . . . . .	131
Elektronen stoßen sich gegenseitig . . . . .	137
Freiheit - das Resultat der Vereinigung . . . . .	139
<b>Kapitel 6</b> . . . . .	147
Magnonen - die Träger der magnetischen Ordnung . . . . .	147
Zwei Sorten von Atomen . . . . .	148
Die Austausch-Wechselwirkung . . . . .	149
Paramagnete, Ferromagnete . . . . .	151
Von was wir abstrahiert haben. Die magnetischen Bereiche . . . . .	153
Antiferromagnetika . . . . .	155
Magnonen in einem Ferromagneten . . . . .	156
Magnonen in einem Antiferromagneten . . . . .	160
Die Magnonen von einem etwas anderen Gesichtspunkt . . . . .	161
Resonanzen . . . . .	165
<b>Kapitel 7</b> . . . . .	173
Was ist nun Festkörperphysik ? . . . . .	173
Schlußbemerkungen . . . . .	194
<b>Namen und Sachverzeichnis</b> . . . . .	198