

Kapitel 1

Einleitung

1.1 Worum geht es?

Inhalt der theoretischen Festkörperphysik ist es die

- Struktur der Festkörper,
- die kondensierten Phasen sowie
- die elementaren Anregungen

zu verstehen und fortschrittliche Methoden zu ihrer Beschreibung zu entwickeln. In dieser Vorlesung wird die Betonung auf den theoretischen Konzepten liegen, welche eine Beschreibung von Festkörpern gestatten.

Es ist klar, daß Festkörper ebenso wie Atome und Moleküle nur im Rahmen der Quantentheorie verstanden werden können. Insbesondere garantieren erst Quanteneffekte die Stabilität der Materie, d.h.

- eine endliche Grundzustandsenergie E_0 sowie
- die thermodynamische Stabilität $E_0 \simeq N$ (nur wenn schwere Teilchen mit leichten Fermionen wechselwirken (Dyson, Lieb, Thirring))

Ferner erklärt die Quantentheorie die (chemische) Bindung.

Hin und wieder können manche Eigenschaften kondensierter Materie auch mit klassischer Mechanik und Statistik behandelt werden. Über die Legitimität solcher Zugänge wird man sich im einzelnen Gedanken machen müssen.

Hamilton-Operator

Zunächst befindet man sich in der Festkörperphysik wie in der Atomphysik, aber anders als in der Kernphysik, in der glücklichen Lage, den Hamilton-Operator, der die Dynamik und die Statistik beschreibt, genau zu kennen. Jeder Festkörper besteht aus Elektronen

- Halbleiter: Transistoren, Chips.
- Halbleiter: Anderson Lokalisierung der Elektronen durch Unordnung.
- Supraleitung: Meissner Effekt, Josephson Effekt, magnetische Flußschläuche, Hoch-Temperatur-Supraleitung.
- Spektroskopie: Atomphysik, Kurzzeitspektroskopie, Nicht-lineare Optik (optische Schalter), Magnetooptik.
- Transport: elektrische und Wärme-Leitfähigkeit, Leitwertquantisierung in mesoskopischen Systemen.
- Quanten-Hall-Effekt: ganzzahlig (Unordnung) und fraktionell (Coulomb-Abstoßung), Quantisierung des magnetischen Flusses.
- Magnetismus: Anti- und Ferromagnete (Isolatoren/Metalle), kolossaler Magnetowiderstand.
- Bose-Einstein Kondensation: ^4He , Edelgase
- etc.

Es ist klar, dass in dieser Vorlesung nur die Grundlagen erarbeitet werden. Diese Grundlagen sollten jedoch im Prinzip ausreichen, um sich gegebenenfalls in weitere Gebiete der Festkörperphysik einarbeiten zu können.

1.2 Literatur

- P.W. Anderson, *“Basic Notions of Condensed Matter Physics”* (reprint), Perseus Press, 1997.
- N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, *“Solid State Physics”*, Holt-Aunders, 1976.
- J. Callaway, *“Quantum Theory of the Solid State”, Part A+B*, Academic Press 1974.
- P.M. Chaikin and T.C. Lubensky, *“Principles of condensed matter physics”*, Cambridge Univ. Press 1995.
- W.A. Harrison, *“Solid State Theory”*, McGraw-Hill 1970.
- G. Czycholl, *“Theoretische Festkörperphysik”*, Vieweg 2000 und Springer 2000.
- C. Kittel, C.Y. Fong (Contributor), *“Quantum Theory of Solids”*, 2nd Revised Edition John Wiley 1987.
- J.M. Ziman, *“Principles of the Theory of Solids”*, Cambridge Univ. Press 1979.

