

Theorie der Kondensierten Materie I

Notiztitel

27.10.2010

Vorlesung im WS 2010/11 von Nils Blümer

Überblick

0 Einleitung

- Kondensierte Materie – Festkörper
- Abgrenzung gegenüber anderen Feldern der Physik: Kernphysik, Atomphysik, Hochenergiephysik, Kosmologie ... und Chemie
- Hamiltonoperator der Kondensierten Materie für Atomkerne und Elektronen
- Ziele: Statistische Physik thermodyn. Ensembles
- Ausblick: ARPES-Spektren, Metall-Isolator-Übergänge, Magnetismus, optische Leitfähigkeit

1 Periodische Strukturen

- Kristallgitter
- Reziprokes Gitter
- Gitterperiodische Funktionen

2 Separation von Gitter- und Elektronendynamik

- Born-Oppenheimer-Näherung

①

3 Gitterschwingungen

- Harmonische Näherung
- Statistische Mechanik der Phononen
- Beispiele: harmonische Kette, kubisches Gitter, ...
- Anharmonische Korrekturen

4 Elektronen im periodischen Potential

- Bloch-Theorem
- Wannier-Funktionen
- Bandstruktur $\left\{ \begin{array}{l} \text{schwach} \\ \text{stark} \end{array} \right\}$ gebundener Elektronen
- Quantenstatistik des Elektronengases, von Halbleitern
- Ausblick: Dichtefunktionaltheorie

5 Elektronen im Magnetfeld

- Pauli-Paramagnetismus
- Landau-Niveaus
-

6 Ausblick: aktuelle Forschungsthemen

- Ultrakalte Atome auf optischen Gittern als Modellsysteme für Festkörper

0 Einleitung

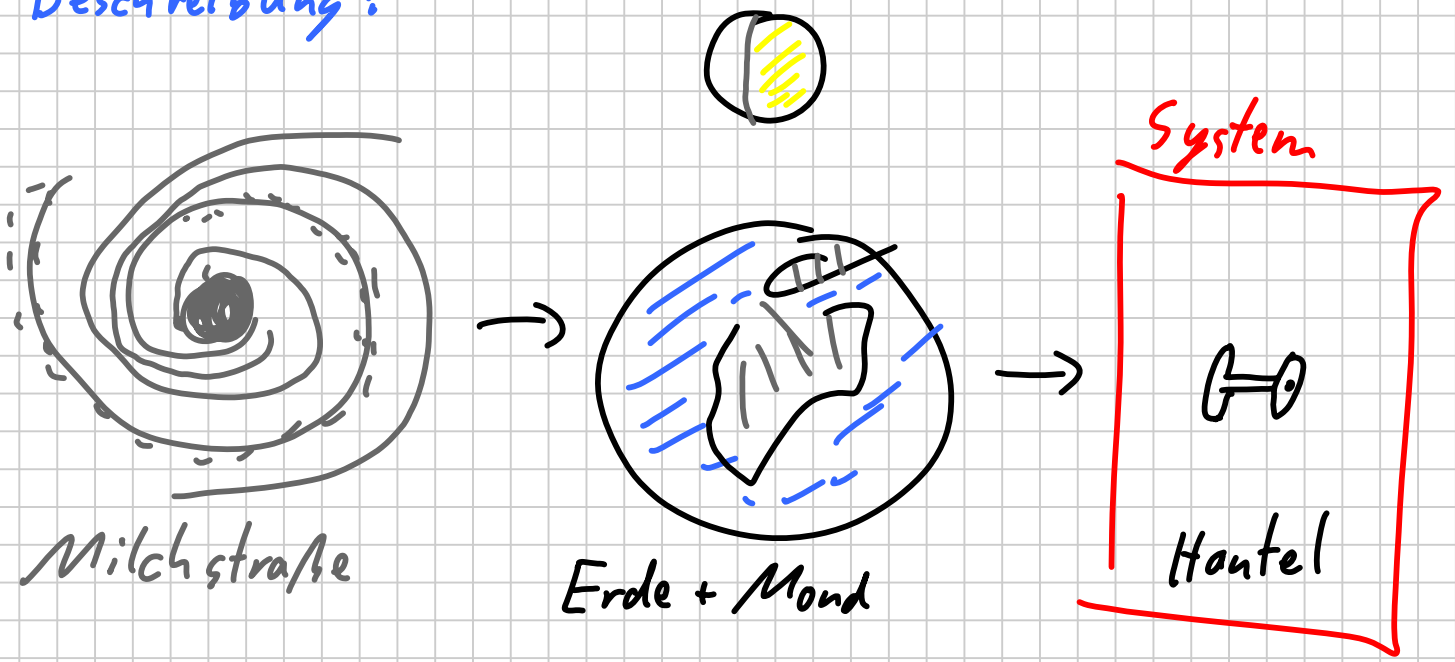
Womit befasst sich die Theorie der kondensierten Materie? Unterschied zur Festkörperphysik?

- Festkörperphysik:
- Kristalle
 - Gläser
 - nanoskopische Systeme: Fullereene, Strukturen in Festkörpern
 - Oberflächen, Hochdruckphasen (z.B. metallisches H)

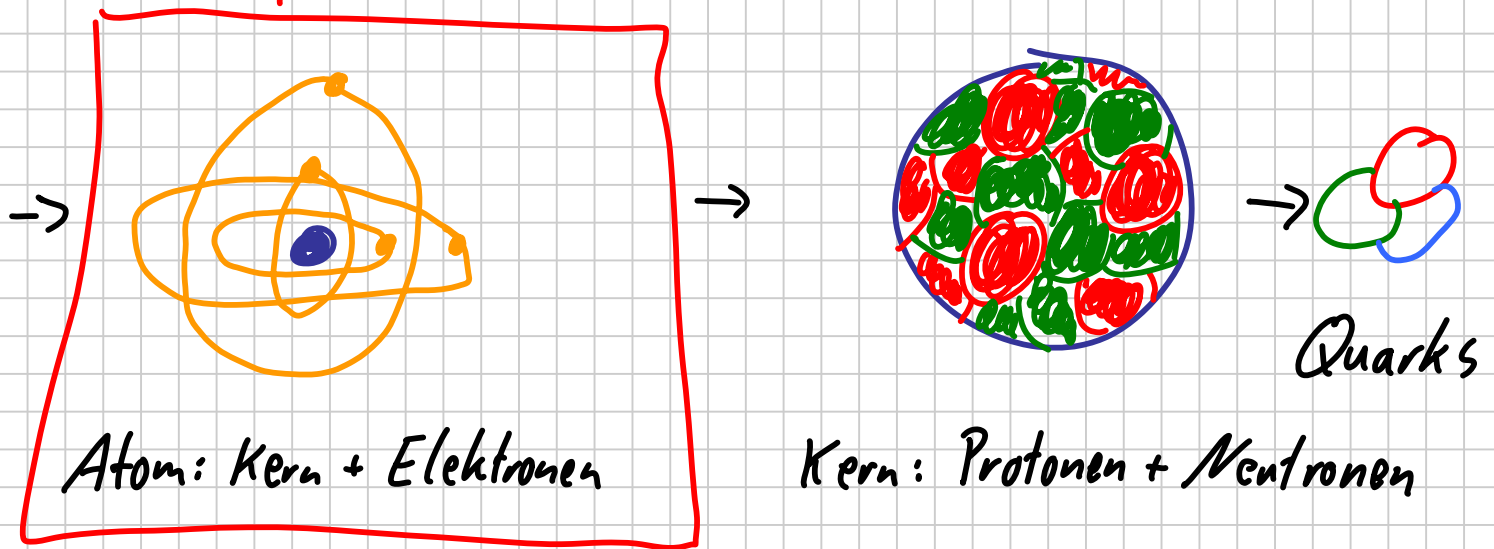
- Kondensierte Materie:
- Festkörper
 - weiche kondensierte Materie: Gewebe, Polymere, Zellen, ...

- Chemie: kleine Systeme
- Kolloide

Einbettung in Physik insgesamt? Grenzen der Beschreibung?



Baustein



In dieser Vorlesung: große Systeme aus etwa 10^{20} Atomen (Kerne + Elektronen) bei niedrigen Temperaturen + Energien

- Kerne werden als elementar betrachtet
- statistische Methoden nötig, normalerweise nur Ensemble-Mittelwerte interessant (kleine Systeme mit 2-1000 Teilchen \rightarrow Chemie)

- Kräfte:
- starke Kraft
 - schwache Kraft
 - elektromagnetische WW \leftarrow explizit
 - Gravitation \leftarrow höchstens als äußeres Feld (wie ext. Druck / Schub)

Hamilton-Operator:

$$H = \sum_{i=1}^{N_e} \frac{p_i^2}{2m} + \sum_{k=1}^L \frac{P_k^2}{2M_k} + \sum_{i < j} \frac{e^2}{|\vec{r}_i - \vec{r}_j|} + \sum_{k < l} \frac{Z_k Z_l e^2}{|\vec{R}_k - \vec{R}_l|} - \sum_{i,k} \frac{Z_k e^2}{|\vec{r}_i - \vec{R}_k|}$$

Wichtig: kleiner Parameter $\frac{m}{M_k} \lesssim 1000$

→ Entkopplung der Dynamik von Elektronen und Gitterionen durch Born-Oppenheimer-Näherung

28.10.10

Beispiele für Fragestellungen: Slides