

Experimentalphysik IV (SoSe 2015), Vorlesungsprogramm

Atom-, Molekül-physik und Festkörperphysik

Vorlesungen: Dr. Semën Gorfman

Übungsleiter: Dr. Behnam Khanbabaee

Teil 1: Atom und Molekülphysik (12 Vorlesungen)

1.0. Kurze Wiederholung von Experimentalphysik III (1 Vorlesung). Das Konzept und die Bedeutung von Wellenfunktion(en). Erwartungswerte. Die Schrödingergleichung. Das Wasserstoffatom, Wasserstoffzustände, Haupt- (n), Drehimpuls- (l) und magnetische (m) Quantenzahl. Energie, Enttarnungen Term Schema des Wasserstoffes. Übergänge und Auswahlregeln. Spin.

1.1. Systeme mit zwei Elektronen, Heliumatom (2 Vorlesungen)
Symmetrieeigenschaften von Wellenfunktionen. Symmetrische und Antisymmetrische Wellenfunktionen. Das Pauliprinzip. Bosonen und Fermionen. Spin. Zusammenhang zwischen Spin und Teilchentyp (als empirische Beobachtung). Atom-, Molekül-, und Kristallorbitale. Ortho- und Para- Zustände von Systemen mit zwei Elektronen. Elektron-Elektron Wechselwirkung. Effektives Potential (ein gemitteltes Potential in dem sich ein Elektron bewegt). Die Energien von s, p, d, \dots Elektronen in effektivem Potential. Term-Schema des He-Atoms. Austauschenergie: Definition und Konsequenzen.

1.2. Atome mit mehreren Elektronen (2 Vorlesungen) Orbitalmodell von Atomen mit mehreren Elektronen. Elektronenkonfigurationen. Schalen und Unterschalen. Aufbauprinzip. Gesamter Drehimpuls und gesamter Spin von Atomen. Elektronische Terme und Russel-Saunders Term-Symbole. Term-Schema der Atome mit mehreren Elektronen: Energieaufspaltung von verschiedenen Termen, die gleiche Konfiguration haben.

-

1.3. Emission und Absorption von Röntgen Strahlung (2 Vorlesungen)

Erzeugung von Röntgenstrahlen. Bremsstrahlung und charakteristische Röntgenstrahlung. Feinstruktur der Röntgenstrahlung, die „Loch“ Energie. $K_{\alpha 1}$, $K_{\alpha 2}$, $K_{\beta 1}$, $K_{\beta 2}$, $K_{\beta 3}$ Linien. L-Linien. Physikalischer Ursprung der Aufspaltung zwischen K-Linien. Absorption von Röntgenstrahlung: einfache Streuung, Photoeffekt, Compton Effekt, Paarbildung. Quantitative Beschreibung des Photoeffekts. Absorptionskanten. Abhängigkeit des Absorptions-Koeffizienten von der Energie.

1.4. Grundlagen der Molekülphysik: Elektronische Struktur der Moleküle (2 Vorlesungen)

Molekülorbitale. LCAO Näherung und Überlappungsintegralen. Bindende und antibindende Molekülorbitale. Energien von bindenden und antibindenden Orbitalen im H_2^+ Molekül Ion. Potentialenergiekurve. Verlauf der Potentialenergiekurve für bindende und antibindende Orbitale. σ - und π -Molekülorbitale, σ - und π -Bindungen.

1.5. Grundlagen der Molekülphysik: Rotation und Schwingungen von Molekülen (3 Vorlesungen)

Born-Oppenheimer Näherung: die gesamte Wellenfunktion eines Moleküls. Rotationszustände / Rotationsenergie. Schwingungen zweiatomiger Moleküle. Schwingungs-Rotations-Term-Schema. Übergangsmatrixelemente und auswahlregeln bei Schwingungs-Rotations-Übergängen (homonukleare Moleküle / heteronukleare Moleküle). Rotationsschwingungsbande. Rotation und Schwingungen mehratomiger Moleküle. Eigenwerte und Eigenvektoren der Dynamischen Matrix. Normal-Koordinaten. Experimentelle Infrarot- bzw. Raman-Spektroskopie.

Teil 2: Festkörperphysik und Laserspektroskopie (12 Vorlesungen)

2.1 Grundlagen der Festkörperphysik (3 Vorlesungen)

Definition eines Festkörpers. Eigenschaften von Festkörpern. Amorphe und kristalline Festkörper und die Unterschiede zwischen beiden. Fernordnung und Nahordnung. Anisotropie physikalischer Eigenschaften von Festkörpern.

Elementarzelle und Kristallgitter. Gittervektoren und Gitterkonstanten. Reziprokes Gitter: Definition und Anwendungen. Netzgitterebenen und Millersche Indizes. Eigenschaften und Entstehung von Netzgitterebenen.

2.2 Experimentelle Methoden der Festkörperphysik (3 Vorlesungen)

Interferenz von Röntgenstrahlung an Kristallen. Bragg Ansatz zum Problem und Bragg Gleichung. Intensität der Röntgenstrahlbeugung an Kristallen: Streuamplitude und Elektronendichte. Röntgenbeugung an periodischen Strukturen. Laue-Interferenz-Funktion, allgemeiner Verlauf der Laue Funktion und Laue Gleichung. Atomare Form Faktor und Struktur Faktor. Einkristalldiffraktometrie und Pulverdiffraktometrie. Grundlagen der Kristallstrukturbestimmung.

2.3. Elektronen in Kristallen. Elektrische Eigenschaften von Festkörpern (4 Vorlesungen) Elektronen im periodischen Potential. Bloch-Theorem. LCAO Ansatz für 1D periodischen Kristall. Physikalischer Ursprung der Energiebänder in Kristallen. Anzahl der erlaubten elektronischen Zustände pro Band. Zustandsdichte und Fermi-Dirac Verteilung. Fermi-Niveau. Definition von Valenzband und Leitungsband. Leitfähigkeit. Isolatoren, Metalle und Halbleiter. Reine und dotierte Halbleiter. Photodiode und Transistoren.

2.4. Elementen der Laserphysik und Laserspektroskopie (2 Vorlesungen)