

INTEGRIERTER KURS IV

Übersicht

G. Burkard / E. Scheer – SS 2010

1. Einführung

- 1.1 Was ist Atomphysik?
- 1.2 Historie

2. Bausteine des Atoms

- 2.1 Atome
 - 2.1.1 Größe des Atoms
 - 2.1.2 Masse des Atoms
 - 2.1.3 Bestimmung der Loschmidt-Zahl
- 2.2 Elektron
 - 2.2.1 Entdeckung
 - 2.2.2 Bestimmung der Elementarladung
 - 2.2.3 Größe des Elektrons
 - 2.2.4 Masse des Elektrons
- 2.3 Massenspektrometrie
 - 2.3.1 Geladene Teilchen in elektrischen und magnetischen Feldern
 - 2.3.2 Hochauflösende Massenspektrometrie
 - 2.3.3 Der Versuch nach Kaufmann
- 2.4 Isotope
- 2.5 Streuexperimente
 - 2.5.1 Wirkungsquerschnitt
 - 2.5.2 Streuung von Elektronen an Materie
 - 2.5.3 Rutherford-Streuung
- 2.6 Photon, der Photoeffekt
 - 2.6.1 Einstein'sche Lichtquantenhypothese und Photonen
 - 2.6.2 Der Photoeffekt
- 2.7 Compton-Effekt
- 2.8 Elektronenbeugung
 - 2.8.1 Die de Broglie-Wellenlänge
 - 2.8.2 Das Davisson-Germer-Experiment
 - 2.8.3 Das Debye-Scherrer-Verfahren
- 2.9 Schwarzkörperstrahlung, Planck'sches Strahlungsgesetz
 - 2.9.1 Elektromagnetische Felder im Hohlraum, klassisches Strahlungsgesetz (Rayleigh-Jeans)
 - 2.9.2 Planck'sches Strahlungsgesetz

3. Welle-Teilchen Dualismus

- 3.1 Interferenzexperimente mit Materiewellen, Wahrscheinlichkeitsinterpretation
- 3.2 Die Wellenfunktion
- 3.3 Wellenpakete
- 3.4 Heisenberg'sche Unschärferelation

4. Bohr'sches Atommodell

- 4.1 Grundlegende Experimente
 - 4.1.1 Spektrallinien des Wasserstoffs
 - 4.1.2 Franck-Hertz-Versuch
- 4.2 Bohr'sches Atommodell
- 4.3 Isotopenverschiebung, Spektrum wasserstoffähnlicher Atome, myonische Atome, Rydberg-Atome
- 4.4 Sommerfeld'sche Erweiterung, relativistische Korrekturen, Mängel des Bohr'schen Modells

5. Die Schrödinger-Gleichung

- 5.1 Die Schrödingergleichung für freie Teilchen
- 5.2 Einführung über die Hamilton-Jacobi Theorie
- 5.3 Normierbarkeit der Wellenfunktion, Erwartungswerte
- 5.4 Wellenfunktion im Impulsraum
- 5.5 Operatoren, Kommutator, Unschärferelation

6. Teilchen in einer Dimension

- 6.1 Randbedingungen an Unstetigkeiten
- 6.2 Potenzialbarriere
- 6.3 Tunneleffekt
- 6.4 Potenzialtopf, gebundene Zustände
- 6.5 Delta-Potential
- 6.6 Periodisches Potenzial, Energiebänder
- 6.7 Der harmonische Oszillator I

7. Das mathematische Gerüst der Quantenmechanik

- 7.1 Zustände und Observablen, Präparation von reinen Zuständen
- 7.2 Hilbertraum der Quantenzustände
- 7.3 Dualraum, Dirac-Notation
- 7.4 Lineare Operatoren
- 7.5 Das Eigenwertproblem
- 7.6 Der Messprozess in der Quantenphysik
- 7.7 Die Postulate der Quantenmechanik
- 7.8 Anwendung: Harmonischer Oszillator II

8. Bewegung im Zentralfeld und Wasserstoffatom

- 8.1 Drehimpuls
- 8.2 Ortsdarstellung, Kugelflächenfunktionen, Symmetrien
- 8.3 Quantenmechanische Beschreibung des H-Atoms
- 8.4 Radialfunktionen

9. Magnetische Momente

- 9.1 Magnetisches Moment eines klassischen Kreisstroms
- 9.2 Bahnmoment im äußeren Magnetfeld
- 9.3 Abstrahlung
 - 9.3.1 Übergangswahrscheinlichkeiten
 - 9.3.2 Auswahlregeln beim H-Atom
- 9.4 H-Atom im Magnetfeld (ohne Spin), normaler Zeeman-Effekt

10. Der Elektronenspin

- 10.1 Das Stern-Gerlach-Experiment
- 10.2 Eigenschaften des Spins
- 10.3 Messung des gyromagnetischen Verhältnisses
 - 10.3.1 Einstein-de-Haas- Versuch
 - 10.3.2 Resonanzmethode von Rabi
 - 10.3.3 Elektronenspinresonanz (ESR)
- 10.4 Einfluss des Spins auf die Wasserstoff-Energieniveaus
 - 10.4.1 Spin-Bahn-Kopplung, Feinstruktur
 - 10.4.2 Wasserstoffatom im Magnetfeld (mit Spin), anomaler Zeeman-Effekt
 - 10.4.3 Quantenmechanische Behandlung des Spins und des Elektrons im Magnetfeld, Pauli-Matrizen

11. Weitere Effekte auf Energieniveaus des Wasserstoffatoms

- 11.1 Relativistische Korrekturen
- 11.2 Lambshift, Quantenelektrodynamik
- 11.3 Die Hyperfeinstruktur
- 11.4 Weitere Kerneigenschaften

12. Stationäre Störungsrechnung

- 12.1 Nicht-entartete Störungsrechnung
- 12.2 Entartete Störungsrechnung

13. Quantenmechanische Zeitentwicklung

- 13.1 Zeitabhängige Schrödingergleichung, Schrödinger-Bild, Propagator
- 13.2 Heisenberg-Bild
- 13.3 Ehrenfest-Theorem
- 13.4 Wechselwirkungs-Darstellung (Dirac-Bild)
- 13.5 Zeitabhängige Störungstheorie

14. Mehrelektronensysteme, Periodensystem

- 14.1 Identische Teilchen
- 14.2 Das Heliumatom
- 14.3 Spektren der Alkaliatome
- 14.4 Schalenmodell
- 14.5 Periodensystem der Elemente

15. Grundlagen der Chemischen Bindung