

Moderne Physik —Atome, Kerne, Teilchen — SS2007

E d w i n B a t k e

Programm

1. **Relativitätstheorie**
 - 1.1 **Klassische Mechanik**
 - 1.1.1 **Grundlagen, Grundbegriffe**
 - 1.1.2 **Newton'sche Bewegungsgleichungen in Lagrange- und Hamilton-Form**
 - 1.1.3 **Galilei-Transformation**
 - 1.2 **Die Lichtgeschwindigkeit**
 - 1.2.1 **Messung der Lichtgeschwindigkeit**
 - 1.2.2 **Der Äther**
 - 1.2.3 **Das Michelson-Morley Experiment**
 - 1.3 **Die Einsteinschen Postulate**
 - 1.4 **Die Lorentz-Transformation und Folgerungen**
 - 1.4.1 **Bestimmung des Lorentz-Transformationsfaktors γ**
 - 1.4.2 **Längenkontraktion**
 - 1.4.2 **Zeitdilatation**
 - 1.4.3 **Relativität der Gleichzeitigkeit**
 - 1.4.4 **Relativistische Geschwindigkeitstransformation**
 - 1.4.5 **Additionstheorem und Lorentz-Faktor γ**
 - 1.4.6 **Relativistische Beschleunigung**
 - 1.5 **Relativistische Dynamik**
 - 1.5.1 **Impulserhaltungssatz und Massenveränderlichkeit**
 - 1.5.2 **Masse-Energie-Äquivalenz $E = mc^2$**
 - 1.5.3 **Der relativistische Energie-Impuls-Satz**
 - 1.5.4 **Die invariante Ruhemasse m_0**
 - 1.6 **Das euklidische Raum-Zeit-Kontinuum**
 - 1.6.1 **Ereignisse und Linienelement**
 - 1.6.2 **Geometrische Interpretation der Lorentz-Transformation**
 - 1.6.3 **Raum-Zeit-Diagramme**
 - 1.6.3.1 **Relativität der Gleichzeitigkeit**
 - 1.6.3.2 **Relativität von Zeit und Länge**
 - 1.6.3.3 **Zwillingsparadoxon**
 - 1.7 **Der relativistische Doppler-Effekt**
 - 1.8 **Die Allgemeine Relativitätstheorie (ART)**
 - 1.8.1 **Äquivalenzprinzip von Trägheit und Schwere**
 - 1.8.2 **Raum-Zeit-Gravitation**
 - 1.8.2.1 **Maßstäbe im Gravitationsfeld**
 - 1.8.2.2 **Uhren im Gravitationsfeld**

1.9 Experimentelle Prüfungen der ART

1.9.1 Gravitations-Rotverschiebung

1.9.2 Ablenkung elektromagnetischer Wellen im Gravitationsfeld

1.9.3 Periheldrehungen der Planetenbahnen

1.9.4 Gravitationswellen

2. Die Quantisierung der Ladung

2.1 Das Elektron

2.1.1 Die Entdeckung des Elektrons

2.1.2 Bestimmung der spezifischen Ladung e/m

2.1.3 Bestimmung der Elementarladung e

2.1.4 Größe des Elektrons

2.2 Die Ionen und ihre Isotope 2.2.1

Massenspektroskopie 2.2.2 Die natürlichen Nuklide

3. Phänomenologische Quantenphysik

3.1 Temperaturstrahlung

3.2 Photoelektrischer Effekt

3.3 Röntgen-Bremsstrahlung

3.4 Compton Effekt

3.5 Spezifische Wärme

3.6 Das Atom

3.6.1 Klassische Ergebnisse

3.6.2 Rutherfordstreuung

3.6.3 Spektr*llinien und Bohrsches Atommodell

3.6.4 Wilson-Sommerfeldsche Erweiterung des Bohr'schen Atommodells

4. Materiewellen

4.1 Klassische Wellen

4.2 Freies Teilchen

4.1.1 Die Hypothese von Louis deBroglie

4.1.2 Welle-Teilchen Dualismus

4.1.2 Schrödingergleichung

4.1.3 Wellenpakete

4.3 Gebundene Teilchen

4.3.1 Teilchen im unendlichen Kastenpotential

4.3.2 Schrödingergleichung mit Potential

4.3.3 Beispiele: Kasten, Tunneleffekt, harmonischer Oszillator

4.3.4 WKB-Näherung : Kasten, harmonischer Oszillator, Coulombpotential

- 4.3.5 Die formale Theorie der Quantenmechanik
- 4.4 Das Wasserstoffatom
 - 4.4.1 Schrödingergleichung in Kugelkoordinaten
 - 4.4.2 Lösung des Winkelproblems
 - 4.4.2.1 Lösung des Azimutproblems
 - 4.4.2.2 Lösung des Theta-Problems
 - 4.4.3 Lösung des Radialproblems
 - 4.4.4 Aufhebung der 1-Entartung
 - 4.4.5 Aufhebung der m-Entartung
 - 4.4.5.1 Bahnbewegung und magnetisches Moment
 - 4.4.5.2 Magnetisches Moment und Spin
 - 4.4.5.3 Spin-Bahn-Kopplung und Feinstruktur
 - 4.4.5.4 Zeeman-Effekt
 - 4.4.5.5 Hyperfeinstruktur und NMR
- 4.5 Mehrelektronen-Atome
 - 4.5.1 L-S-Kopplung
 - 4.5.2 Pauli-Prinzip
 - 4.5.3 Periodensystem der Elemente

5. Molekülphysik

- 5.1 Chemische Bindungen
 - 5.1.1 Bindungstypen unterschiedlicher Molekülsorten
 - 5.1.2 H₂-Molekül-Ion H₂⁺
 - 5.1.2.1 Wellenfunktionen ψ_{\pm}
 - 5.1.2.2 Bindungsenergie H₂⁺
 - 5.1.3 Das Wasserstoff-Molekül H₂
 - 5.1.4 Die Hybridisierung der Wellenfunktionen
- 5.2. Molekülspektroskopie
- 5.3. Rotationsspektren
 - 5.3.1 Der starre Rotator (Hantel-Modell)
 - 5.3.2 Quantisierung der Rotation
 - 5.3.3 Frequenzen der Rotationsübergänge
- 5.4. Schwingungsspektren
 - 5.4.1 Zweiatomige Moleküle, harmonische Näherung
 - 5.4.2 Der anharmonische zweiatomige Oszillator
 - 5.4.3 Rotations-Schwingungsspektren
 - 5.4.4 Schwingungsmoden CO₂
 - 5.4.5 Der Treibhauseffekt
- 5.5 Elektronische Übergänge
 - 5.5.1 Lichtabsorption
 - 5.5.2 Potentialkurven
 - 5.5.3 Franck-Condon-Prinzip
 - 5.5.4 Lichtemission

6. Kernphysik

6.1 Aufbau des Atomkerns

6.2 Kerne im Grundzustand

6.2.1 Größe und Form

6.2.2 Stabilität

6.2.3 Massen und Bindungsenergien

6.2.3.1 Tröpfchenmodell, Weizsäcker'sche Massenformel

6.2.4 Kerndrehimpuls und kernmagnetisches Moment

6.3 Radioaktivität

6.3.1 Alphazerfall

6.3.2 Betazerfall

6.3.3 Gammazerfall

6.3.3.1 Mößbauereffekt

6.4 Die Kernkraft

6.5 Das Schalenmodell

6.6 Kernreaktionen

6.6.1 Einleitung Kernreaktionen

6.6.1.1 Energieerhaltung

6.6.1.2 Wirkungsquerschnitt

6.6.1.3 Compoundkern-Modell

6.6.1.4 Kernanregungsenergien

6.6.1.5 Reaktionen mit Neutronen

6.6.2 Kernspaltung, Kernfusion, Kernreaktoren

6.6.2.1 Kernspaltung

6.6.2.2 Kernfusion