

Veranstaltung 11.2 Atom- und Molekülphysik I

Bezeichnung	Atom- und Molekülphysik I (A & M I)
Zusatz	Experimentelle und quantenmechanische Grundlagen Atome mit einem und mehreren Elektron(en) Wechselwirkung von Atomen mit äußeren Feldern
Art der Veranstaltung	Vorlesung (4 SWS) Übungen (2 SWS)
Leistungspunkte (LP)	9
Kurzbeschreibung	Einführung in die experimentellen und theoretischen Grundlagen und Methoden der modernen Atomphysik. Neben der Vermittlung von Basiswissen werden auch neueste Ergebnisse dieses Faches behandelt.
Voraussetzungen	Modul 3
Prüfungsanforderungen	Stoff der Vorlesung
Leistungsnachweis	Klausur oder mündliche Prüfung, benotet

Inhalte/ Ziele

Der Inhalt der Veranstaltung ermöglicht es den Studierenden, anhand einfacher theoretischer Methoden Aufbau, Struktur und fundamentale Eigenschaften der Atome zu verstehen. Besonderes Gewicht wird auf die Darstellung der Wechselwirkung von Atomen mit äußeren Feldern, insbesondere mit Licht als Grundlagen der Atomspektroskopie, gelegt. Das erlernte Wissen wird mit der Diskussion grundlegender Experimente, Phänomene und moderner technischer und wissenschaftlicher Anwendungen vertieft. Der Lernstoff ist gegliedert in experimentelle und quantenmechanische Grundlagen, Atome mit einem Elektron, Wechselwirkung mit äußeren Feldern sowie Atome mit zwei und mehr Elektronen sowie eine Einführung in die Molekülphysik

Kernpunkte der Veranstaltung sind:

Experimentelle und quantenmechanische Grundlagen

- *Geschichte und fundamentale Experimente der frühen Atomphysik*
- *Postulate der Quantenmechanik und wichtige Sätze*
- *Konstanten der Bewegung*
- *Quantenmechanik des Bahndrehimpulses*
- *Stationäre und nicht-stationäre Zustände*
- *Das Zentralfeldproblem*

Atome mit einem Elektron

- *Wellenfunktionen und Energieeigenwerte von Wasserstoff und ähnlichen Systemen*

- Rydbergatome: Theorie und Experimente
- Alkali-Atome: Theorie, Experimente und die Entdeckung des Elektronenspins
- Elektronenspin und Drehimpulskopplung
- Feinstruktur und Hyperfeinstruktur von Wasserstoff- und Alkaliatomen

Wechselwirkung von Atomen mit äußeren Feldern

- Wechselwirkung mit kohärenter und inkohärenter elektromagnetischer Strahlung
- Dipol- und höhere Multipolübergänge: Auswahlregeln
- Polarisation emittierter und absorbierter Strahlung und die Helizität des Photons
- Form von Spektrallinien und die Lebensdauer von Zuständen: Theorie und Experimente
- Der normale und anomale Zeeman-Effekt: die Polarisation der emittierten/absorbierten Strahlung
- Der Paschen-Back-Effekt
- Optisches Pumpen, Doppelresonanz, Abbremsen von Atomen durch Laserstrahlung, Abkühlen von Atomen in magneto-optischen Fallen

Atome mit zwei und mehr Elektronen

- Das He-Atom und das Anti-Symmetrisierungspostulat
- Grundzustand, einfach angeregte und auto-ionisierende Zustände von He
- Die Zentralfeldnäherung für N Elektronen
- Das Periodensystem der Elemente und die Elektronenkonfiguration
- Die Russel-Saunders-Kopplung
- Äquivalente Elektronen
- Die Spin-Bahn-Wechselwirkung
- Hund'sche Regeln: die Grundzustandsterme der Elemente
- j-j-Kopplung
- Röntgen-Strahlung. Theorie und Experimente

Moleküle (kurze Einführung)

- Bindungstypen, zweiatomige Moleküle
- Freiheitsgrade

Lehre und Selbststudium:

Die Lehrveranstaltung besteht aus einer Vorlesung, sowie von Tutoren betreuten Übungen in kleinen Gruppen. Zur Vorlesung sollen sich die Studierenden das Verständnis deren Stoffs anhand von Lehrbüchern und Internetangeboten sowie Übungsaufgaben erarbeiten. Die Übungsaufgaben sind vorlesungsbegleitend, sollen zu Hause gelöst und in den Präsenzübungen vorgerechnet werden. Die Studierenden erhalten Unterstützung von den Lehrenden und den Tutoren der Übungen. Die Ausgabe der Übungsaufgaben erfolgt eine Woche vor dem Termin des Tutoriums.

Anforderungen und Einzelleistungen (Prüfungen):

Die Studierenden nehmen regelmäßig an den Veranstaltungen des Moduls 11.2 teil. In den Übungen wird die Teilnahme (d.h. regelmäßige Anwesenheit und aktive Mitarbeit) kontrolliert. Das Modul wird mit einer benoteten Klausur abgeschlossen, die sich auf die Vorlesungen und die Übungsaufgaben zu Atom & Molekülphysik bezieht.

Wenn die Studierenden die Klausur bestanden haben, erhalten sie für das Modul 9 LP gutgeschrieben. Die Note der Klausur geht in die Abschlussnote für den B.Sc. ein.

Die Dozenten können wahlweise entscheiden, ob zum Abschluss des Moduls anstelle einer Klausur ein mündlicher Leistungsnachweis durchgeführt wird.

Stellung im Studium/ Angebotsturnus

Es wird empfohlen, das Modul im 5. Semester zu beginnen und mit der Klausur abzuschließen. Jährlich/ im Wintersemester

Lehrende :

Die Lehrenden sind Professor(inn)en und Dozent(inn)en der Physik im Wechsel. In den Übungen werden die Studierenden von Tutoren, i.d.R. erfahrene Studierende oder Assistenten, betreut.

Literatur:

Die Veranstaltung folgt keinem bestimmten Lehrbuch. Zu Beginn der Veranstaltung wird unterstützende Literatur bekanntgegeben.

Folgende beispielhafte Standardwerke sind zu empfehlen:

Bransden/Joachin: "Physics of Atoms and Molecules"

Haken/Wolf: „Atom- und Quantenphysik“

Otter/Honecker: „Atome-Moleküle-Kerne, Band I (Atomphysik)“

Mayer/Kuckuk: „Atomphysik“

Bergmann/Schaefer: „Teilchen, Band 4“