

Klausur / 1 Hinweise zur Klausur

Stoff:

- Zentrale Begriffe und Konzepte der Quantenmechanik und Atomphysik (s.u.)
- Wichtige Formeln (rot unterlegt in Folien) und deren Anwendung
- Schlüsselexperimente, wichtige physikalische Effekte (Versuchsaufbau, was wird gemessen, Ergebnisse, physikalische Erklärung der Ergebnisse)
- Grundwissen aus Physik 1 und 2 speziell Bewegung von Massenpunkten, Beschreibung von Wellen / Interferenz, Grundlagen Elektromagnetismus (Kräfte, Potentiale für Punktladungen/Dipole)

Hilfsmittel:

- Stift, Lineal
- Zusätzliche Daten (Werte von Naturkonstanten) und benötigte Formeln (z.B. Wellenfunktionen für spezielle Systeme, speziellere Formeln der Atomphysik, schwierigere Integrale) werden auf Aufgabenblatt mit angegeben

Klausur / 2 Das sollten Sie wissen / können

Photonen:

- Photon: Beziehungen zwischen Photonenenergie, Photonenimpuls, Frequenz, Wellenlänge, Wellenzahl
- Experimente, die Teilchennatur von elektromagnetischer Strahlung zeigen (Comptoneffekt, Photoeffekt)
- Experimente, die Wellennatur von elektromagnetischer Strahlung zeigen (Beugung, Bragg-Reflektion)
- Spektrale Verteilung von thermischer Strahlung (Schwarzkörperstrahlung): spektrale Energiedichte/Strahlflussdichte, integrierte abgestrahlte Leistung, Position des Maximums im Spektrum
- Charakteristische Photonenenergien/Wellenlängen von IR, UV, sichtbarem Licht, Röntgenstrahlung

Masseteilchen:

- Beziehungen zwischen Energie – Impuls – Wellenlänge - Wellenvektor für nichtrelativistische Teilchen
- Experimente, die Wellennatur von Masseteilchen zeigen (Beugung)
- Charakteristische Größe von Atomen

Klausur / 3 Das sollten Sie wissen / können

Grundlagen Quantenmechanik:

- Wellenfunktionen (Bedeutung, Aufenthaltswahrscheinlichkeit)
- Schrödingergleichung (1D/3D, zeitunabhängig/zeitabhängig), Aufstellung einer SG für gegebenes Potential, Hamiltonoperator
- Operatoren: Aufstellung des Operators für eine physikalische Größe, Bedeutung/Bestimmung von Eigenwerten und Eigenfunktionen, Entartung, Bedingung für gleichzeitige Messbarkeit zweier Operatoren
- Ergebnis physikalischer Messungen, Bedeutung/Berechnung von Erwartungswerten, Wellenfunktion nach Messung (Zustandsreduktion)
- Nachweis, dass gegebene Wellenfunktion einem Zustand mit stationärem (d.h. zeitunabhängigen) Wert einer Messgröße (z.B. der Gesamtenergie) entspricht

Klausur / 4 Das sollten Sie wissen / können

Einfache quantenmechanische Systeme:

- freie Teilchen (1D, 3D): Wellenfunktionen, Teilchenenergie
- Potentialstufen/Potentialbarrieren: Wellenfunktionen, Randbedingung an Stufen, Definition/Bestimmung von Reflektions-/Transmissionskoeff.
- Kastenpotential (1D, 3D): Quantenzahlen und ihre Werte, Energieeigenwerte, Wellenfunktionen
- Quantenmechanischer Oszillator (1D): Quantenzahlen und ihre Werte, Energieeigenwerte, Auswahlregeln für optische Übergänge, Anwendung auf Molekülschwingungen
- Quantenmechanischer Rotator (1D, 3D): Quantenzahlen und ihre Werte, Energieeigenwerte, zugehöriger Drehimpuls und dessen stationäre Komponenten (Quantisierung von Betrag und Richtung), Auswahlregeln für optische Übergänge, Anwendung auf Molekülrotationszustände

Klausur / 5 Das sollten Sie wissen / können

Wasserstoffatom:

- Aufbau des Wasserstoffatoms und wasserstoffähnlicher Systeme
- Bohr'sches Atommodell: Grundideen, Abhängigkeit der Bindungsenergie E_n und der Radien a_n von Quantenzahl n und Kernladung Z
- Quantenmechanisches Modell: Quantenzahlen und ihre Werte, Radial- und Winkelabhängigkeit der Wellenfunktionen bzw. zugehörigen Aufenthaltswahrscheinlichkeiten (qualitativer Verlauf, für Radialanteil nur für $l = 0, 1$)
- Elektronenspin: Quantenzahlen und ihre Werte, magnetisches Moment und gyromagnetisches Verhältnis, experimenteller Nachweis des Spins bzw. allg. der Drehimpulsquantisierung (Stern-Gerlach)
- Feinstruktur: Beiträge zur Feinstruktur, Kopplung von Spin und Bahndrehimpuls, Quantenzahlen und ihre Werte für Gesamtdrehimpuls, Lage der Energieniveaus in Abhängigkeit von relevanten Quantenzahlen, Termbezeichnungen
- Hyperfeinstruktur und Lamb-Shift: qualitatives Wissen zu Existenz und Herkunft

Klausur / 6 Das sollten Sie wissen / können

Atome mit mehreren Elektronen:

- Pauli-Prinzip: Verknüpfung mit Symmetrieeigenschaften, Relevanz für erlaubte Quantenzahlen
- Kopplung zweier QM Drehimpulse, deren Quantenzahlen für Länge und z-Komponente definiert sind: resultierende Werte der Quantenzahlen für resultierenden Gesamtdrehimpuls
- He-Atom: Termschema, Singlett und Triplett Zustände
- Elektronenstruktur der Elemente: Unterschalen, Aufbauprinzip, Regeln zur Besetzung der Unterschalen im Grundzustand (Hund'sche Regeln)
- LS-Kopplung: Kopplungsregeln, Werte von Gesamtspin, Gesamtbahndrehimpuls, Gesamtdrehimpuls, Termsymbole, maximales magnetisches Moment, Drehimpulse und magn. Moment im Grundzustand
- jj-Kopplung: Kopplungsregeln, Werte von Gesamtdrehimpuls, Termsymbole, max. magn. Moment
- Röntgenspektren: charakteristische Linien für Übergänge in inneren Schalen, Energieschema inkl. Feinstruktur, Herkunft und energetische Lage von Absorptionskanten

Klausur / 7 Das sollten Sie wissen / können

Atome in externen Feldern:

- Anomaler Zeeman Effekt: effektives magnetisches Moment, Aufspaltung der Energieniveaus im Magnetfeld (Anzahl und energetische Lage der aufgespaltenen Niveaus, relevante Quantenzahlen)
- Paschen-Back Effekt: effektives magnetisches Moment, Aufspaltung der Energieniveaus im Magnetfeld (Anzahl und energetische Lage der aufgespaltenen Niveaus, relevante Quantenzahlen)
- Stark-Effekt: qualitative Erklärung der Veränderung der Energieniveaus in starken elektrischen Feldern (linearer und quadratischer Stark-Effekts)

Klausur / 8 Das sollten Sie wissen / können

Optische Übergänge:

- Allgemeines: Absorption, spontane/induzierte Emission
- Übergangsdipolmoment: Definition und Bedeutung für Übergänge
- Auswahlregeln: grundlegende Herleitung von Auswahlregeln mit Hilfe des Übergangsdipolmoments, Auswahlregeln für Bahndrehimpuls, Spin, Gesamtdrehimpuls, magnetische Quantenzahl, Paritätsauswahlregel
- Lebensdauer von angeregten Zuständen: wovon abhängig, Zusammenhang mit natürlicher Linienbreite
- Laser: prinzipieller Aufbau, qualitatives Funktionsprinzip, Laserbedingung (Bedeutung und experimentelle Realisierung der Inversion)