

Prüfungsstoff Hauptdiplomprüfung Experimentalphysik (Prof. Dr. P. Fumagalli)

Prüfungsschwerpunkt liegt auf dem physikalischen Verständnis sowie auf dem Bilden von Zusammenhängen.

Das Fortgeschrittenenpraktikum ist integraler Bestandteil des Prüfungsstoffes und die gängigen experimentellen Methoden sollten bekannt sein.

INHALT Atom- und Molekülphysik

Grundlegende Konzepte zum Atom und zur Quantenphysik

Grundlagen der Atomphysik, Bohr-Modell des Wasserstoffatoms, grundlegende Konzepte der Quantenphysik, quantenphysikalische Beschreibung des Wasserstoffatoms

Aufhebung der L-Entartung und Atome in externen Feldern

Bahn- und Spin-Magnetismus, Spin-Bahn-Kopplung, normaler und anomaler Zeeman-Effekt, Feinstruktur und Lamb-Shift, Stark Effekt, Polarisierbarkeit, Atome in starken Laserfeldern, Kernspin und Hyperfeinstruktur

Atome mit vielen Elektronen

Helium und Helium-ähnliche Ionen, Vielelektronensysteme: experimentelle Befunde, Hartree-Fock-Methode, Slater-Determinanten

Absorption and Emission von Photonen

Einstein-Koeffizienten und Auswahlregeln, Anregungslebensdauer und spektrale Linienbreite, Röntgenstrahlung, Prinzip des Lasers, Kühlen von Atomen mit Licht, Bremsen von Licht,

Moleküle: Struktur und physikalischer Ursprung der chemischen Bindung

Fundamentale Eigenschaften der Bindung am Beispiel des H_2 -Ions, Approximation und Wellenfunktion des H_2 -Moleküls, Hybridisierung, aromatische Moleküle, die Hückel-Methode zur Berechnung des Benzols, molekulare Symmetrien, Symmetrie und Bindung, chirale Moleküle, Multipol-Wechselwirkungen zwischen Atomen und Molekülen, empirisches Wechselwirkungspotential

Elektronische Zustände von diatomischen Molekülen

Die Bildung von Molekülorbitalen und ihre Nomenklatur

Rotation und Vibration von Molekülen

Molekulare Rotation und Vibration, Kopplung von Rotation und Vibration in Molekülen, Rotationsvibrationsübergänge, molekulare Spektren: elektronische Übergänge und Franck-Condon-Prinzip, Photodissoziation, Fluoreszenz und Phosphoreszenz

Moleküle mit mehr als zwei Atomen

Die Struktur von triatomischen Molekülen: H_2O und der Bindungswinkel von AH_2 -Molekülen, die Struktur und Eigenschwingungen von mehratomigen Molekülen: NH_3 und CH_3

LITERATUR

- H. Haken und H.C. Wolf, Atom- und Quantenphysik
- B.H. Bransden and C.J. Joachain, The Physics of Atoms and Molecules
- F. Engelke, Aufbau der Moleküle
- W. Demtröder, Experimentalphysik 3, Atome, Moleküle und Festkörper
- T. Mayer-Kuckuk, Atomphysik - Eine Einführung
- G. Otter, Gerd und R. Honecker, Atome - Moleküle - Kerne (2 Bd.)

INHALT Festkörperphysik

Chemische Bindung im Festkörper

Van-der-Waals-Bindung, ionische Bindung, kovalente Bindung, Metallbindung, Wasserstoff-Brücken-Bindung

Strukturen des Festkörpers

Ordnung im Festkörper, periodische Anordnung von Atomen, fundamentale Gitterstrukturen, Miller Indizes, einfache Kristallstrukturen, 32 Kristallklassen

Reziproker Raum, Brillouin-Zonen

Beugung an periodischen Strukturen: Bragg-Bedingung, reziprokes Gitter, Streuamplitude, Brillouin-Zonen, Strukturfaktoren, Atomfaktor, Methoden der Strukturanalyse, Temperaturabhängigkeit von Röntgenreflexen

Elastische und thermische Eigenschaften von Gitterschwingungen (Phononen)

Gitterschwingungen in Kristallen mit einatomiger Basis, Gitterschwingungen in Kristallen mit zweiatomiger Basis, Kristallimpuls, inelastische Streuung von Phononen, Quantisierung elastischer Schwingungen: Phononen, Zustandsdichte, Wärmekapazität der Phononen: Debye- und Einstein-Modell

Freies Elektronengas

Energie-Niveaus in einer Dimension, Fermi-Dirac-Verteilung, freies Elektronengas in drei Dimensionen, Wärmekapazität des freien Elektronengases, elektrische Leitfähigkeit: Drude-Modell und Ohmsches Gesetz, Elektronenbewegung im Magnetfeld, Hall-Effekt, thermische Leitfähigkeit der Metalle, Wiedemann-Franz-Gesetz

Elektronen in periodischen Strukturen, Energiebänder

Modell des quasifreien Elektronengases, Bloch-Theorem, Kronig-Penney-Modell, Wellengleichung der Elektronen im periodischen Potential, Eigenschaften von Bloch-Wellen, Bandstruktur

Fermi-Flächen

Konstruktion der Fermi-Fläche, exp. Messmethoden zur Bestimmung der Fermi-Fläche

Halbleiter, p-n-Übergang

Bandlücke, Bewegungsgleichung im Halbleiter, effektive Masse, intrinsische Ladungsträgerdichte, Dotierung von Halbleitern, Ladungsträgerdichte im dotierten Halbleiter, p-n-Übergang

Grundlagen des Magnetismus

Theoretische Beschreibung von Dia- und Paramagnetismus, Langevin-Diamagnetismus, Theorie des Paramagnetismus, paramagnetische Suszeptibilität der Leitungselektronen, Ferromagnetismus, Heisenberg Austausch-Wechselwirkung, Bandmodell des Ferromagnetismus: Stoner-Wohlfahrt-Modell, Molekularfeld-Näherung

Grundlagen der Supraleitung

Feldabhängigkeit, Meissner Effekt, Wärmekapazität, London-Gleichungen, Typ II-Supraleiter, Vortex-Zustände, Thermodynamik des supraleitenden Übergangs, Cooper-Paare, Kohärenzlänge, BCS-Theorie, Flussquantisierung

LITERATUR

- Ch. Kittel: Einführung in die Festkörperphysik
- Ashcroft/Mermin: Solid State Physics
- Ibach/Lüth: Einführung in die Festkörperphysik

INHALT Kern- und Teilchenphysik

Grundlagen.

Einführung : Überblick und Einordnung, Energien, Stabile und Instabile Kerne, Kernumwandlungen, Zerfallsgesetz

Kerneigenschaften

Kernmasse, Kernradius, Kernzustände, Kernmomente, Gamma-Zerfall, Hyperfeinwechselwirkung, Kernkräfte, Kernmodelle

Kernumwandlungen

Alpha-Zerfall, Beta-Zerfall, Kernreaktionen, Kernspaltung, Kernreaktoren

Anwendungen

Wechselwirkung Strahlung -Materie, Detektoren, Beschleuniger, Biologische Strahlenwirkung, beschleunigerbasierte Anwendungen in Festkörperphysik, Materialforschung und Medizin

Hochenergiephysik

Relativistische Mechanik, Antiproton, Detektoren (Cerenkov), Beschleuniger, Zerfall, Lebensdauer, Breit-Wigner-Formel, Antiteilchen, Ladungs-Konjugation

Starke Wechselwirkung

Reichweite, Quark-Eigenschaften, Quarkonium, farbmagnetische Kopplung, Isospin, Multiplett-Klassifizierung, Massenformeln, Baryonen-Spektrum, Farbe, Farb-Singulets, SU(3), magnetische Momente, Gluonen, Vakuum-Polarisation, asymptotische Freiheit, Hadronisierung, Jets, QCD-Wechselwirkung

Schwache Wechselwirkung

Reichweite, Klassifizierung, Anzahl Neutrino Generationen, Paritätsverletzung, Helizität, W- und Z-Vektor-Bosonen, Neutrino-Oszillationen, Neutrino-Massen, solare Neutrinos, Eichtheorien, elektroschwache Vereinheitlichung

LITERATUR

- B. Povh, Rith, "Teilchen und Kerne", Springer Lehrbuch
- Ch. Berger, "Teilchenphysik", Springer Lehrbuch
- W. Demtröder, "Experimentalphysik 4", Springer Lehrbuch
- Th. Mayer-Kuckuk, "Kernphysik", TeubnerStudienbücher
- Frauenfelder, Henley, "Teilchen und Kerne", Oldenburg, 1996
- Schatz, Weidinger, „Nuclear Condensed Matter Physics“, Wiley 1995 (deutschTeubner)
- B. R. Martin, G. Shaw, „Particle physics“, Wiley, 1997, 2nd edition
- D. H. Perkins, “Introduction to high energy physics”, Cambridge, 2000, 4th edition
- G. Kane, “Modern elementary particle physics”, Addison Wesley, 1993, 2nd edition