

Überblick über regelmäßig angebotene Vorlesungen im Bereich Optik und Spektroskopie

Stand Dezember 2015

Die Vorlesungen im Master-Bereich lassen sich jeweils zu SCP, SPP, WFA, WFB kombinieren.

Bei Fragen wenden sie sich bitte an M. Lippitz oder J. Köhler.

Vorlesung Moderne Optik (5. Semester Bachelor, 4 SWS)

Einen guten Überblick über das Thema bietet das Buch von Saleh und Teich: Grundlagen der Photonik (80/UH 7500 S163).

1. **Wdh. Geometrische Optik (kurz, war EPB1)** Axiome, Fermat'sches Prinzip, Linse, Matrizen-Optik
2. **Wdh. Wellenoptik (kurz, war EPB1)** Postulate, elementare Wellen (Kugel, ebene), beispielhafte optische Elemente, Laserpulse
3. **Gauß'sche Strahlen** Eigenschaften, Laser-Resonatoren, Optische Komponenten, Hermit-Gaußsche Strahlen
4. **Fourier-Optik** Raumfrequenzen, Transferfunktion, Impulsantwort, optische Fourier-Trafo. Beugung (Fraunhofer, Fresnel), Abbildung, Nahfeldmikroskopie
5. **Wdh. Maxwell-Gleichungen (kurz, war TP)** Materialgleichung, Poynting-Theorem, elementare Wellen, Absorption, Dispersion, Kramers-Kronig, Lorentz-Oszillator
6. **Polarisation** Jones-Formalismus, Stokes, Fresnel-Gleichung, anisotrope Medien, Bauelemente, dielektrische Multischichten
7. **Quantenoptik / Photonenoptik** Das Photon, Photonen-Statistik, Kohärenz, nicht-klassisches Licht

Bonus-Material (je nach dem wie viel Zeit noch bleibt und wozu der Wunsch besteht)

8. **Integrierte Optik / Faseroptik**
9. **Negativer Brechungsindex und Metamaterialien**
10. **Photonische Kristalle**
11. **Nanooptik**
12. **Optische Bauelemente**
13. **Nichtlineare Optik**

Blockvorlesung Nanooptik & Plasmonik (1. Jahr Master, 2 SWS = 1 Woche)

Einen guten Überblick über das Thema bietet das Buch von Hecht und Novotny: Principles of Nanooptics (80/UH 5600 N945). Die Themen sind an aktuellen wissenschaftlichen Artikeln orientiert und variieren von Jahr zu Jahr. Hier die Themen von 2015.

1. **Quantifying the magnetic nature of light emission** Näherung elektrischer Dipol, Mag. Dipol und elektrischer Quadrupol, Dipol an Grenzfläche, k-space spectroscopy
2. **Systematic determination of absolute absorption cross-section of individual carbon nanotube** Absorption, Streuung, extinction, Optical theorem, Schrotrauschen, Homodyne Detektion, CNT band structure
3. **Optical detection of single non-absorbing molecules using the surface plasmon resonance of a gold nanorod** Plasmon Resonanz, Plasmonischer Sensor, Detektion der Änderung der Plasmonresonanz, Photothermische Methode
4. **Strongly modified plasmon-matter interaction with mesoscopic quantum emitters** Oberflächen-Plasmonen, Dispersionsrelation, Drexhage Experiment, Lokale Zustandsdichte, Quantenpunkte, Quadrupol-Übergänge in strained QD
5. **Quantum interference in plasmonic circuits** Quantenmechanik des Strahlteilers, Photonen-Paarerzeugung, Gekoppelte Wellenleiter, Supraleitende Detektoren

Vorlesung Grundlagen der Spektroskopie (1. Jahr Master, 2 SWS)

Diese Vorlesung wird manchmal mit 4SWS im ersten Teil eines Semesters gelesen, so dass im zweiten Teil die unten stehende ‚Kohärente Spektroskopie‘ folgen kann.

1. **Wdh. WW von Materie mit Licht** semiklassisch, zeitabh. Störungstheorie
2. **Grundlagen der statischen Spektroskopie** Absorptions-, Emissions-, Anregungsspektroskopie, apparative Faktoren
3. **Grundlagen der zeitaufgelösten Spektroskopie** direkte Messung, gated detection, time-correlated single photon counting, streak camera
4. **Spektroskopie molekularer Aggregate** molekulare Exzitonen, Förster Transfer
5. **Fluoreszenzmikroskopie** Prinzip, total internal reflection, super-resolution techniques (SNOM, PALM, STED)
6. **Fluoreszenzkorrelationsspektroskopie** Zufallsvariablen und Verteilungen, Experimentelles
7. **Polarisationsspektroskopie** Emissionsanisotropie, Rotation von Molekülen, linearer bzw. zirkularer Dichroismus
8. **Einzelmolekülspektroskopie** Grundlagen, Linienbreiten, spektrale Diffusion, tracking
9. **Multiphotonspektroskopie** Pump-Probe Spektroskopie; transiente Absorption, Zwei-Photonenspektroskopie
10. **Nicht-lineare Spektroskopie** Zweite harmonische, Hyper-Rayleigh-Streuung

Bonus-Material (je nach dem wie viel Zeit noch bleibt und wozu der Wunsch besteht)

11. **Linienbreiten & Profile von Spektrallinien**
12. **Laserkühlen / Atomfallen**

Vorlesung Kohärente Spektroskopie (1. Jahr Master, 2 SWS)

Diese Vorlesung wird manchmal mit 4SWS im zweiten Teil eines Semesters gelesen, so dass im ersten Teil die oben stehende ‚Grundlagen der Spektroskopie‘ gehört werden kann.

1. **Allgemeines Zwei-Niveausystem** ohne / schwache / starke Kopplung, Stationäre Zustände, Zeitverhalten
2. **Das Spin 1/2 System** Rechenregeln für Drehimpulsoperatoren, rotierendes Koordinatensystem, Spin-Kohärenz Experimente, Transiente Nutation, Rotations-Echo, FID, Spin Echo
3. **Spin 1/2 System in Zwei-Niveausystem Sprache** Quantenmechanisches Analogon zum rotierenden Koordinaten-System; Heisenberg und WW-Darstellung
4. **Dämpfung: Bloch'sche Gleichungen** Lösung im Gleichgewicht, homogene Linienbreite; T_1 , T_2 , T_2^*
5. **Verallgemeinerung auf beliebige Zwei-Niveausysteme** Der fiktive Spin eines ZNS, Geometrische Interpretation, rotating-wave approximation
6. **Feynman-Vernon-Hellwarth Transformation** Dichte Matrix Formalismus, Pseudospin, Blochvektor
7. **Dichtematrixdarstellung der Bloch'schen Gleichungen** Ohne / Mit Dämpfung

Bonus-Material (je nach dem wie viel Zeit noch bleibt und wozu der Wunsch besteht)

8. **2D Spektroskopie**
9. **Quantenoptik** Quantum Cavity Dynamics, Jaynes Cummings Modell, dressed states, Mollow Triplett, AC Stark Effekt