

Quantenelektronik

Inhaltsverzeichnis (14 Wochen)

Prof. Ursula Keller, HPT E16.2, ETH Hönggerberg, 044/633 21 46, keller@phys.ethz.ch

Das Vorlesungskript und Vorlesungsfolien können als PDF heruntergeladen werden unter

<http://www.ulp.ethz.ch/education/lectures/quantenelektronik.html>

Weitere Unterlagen wie Übungen werden per Moodle verteilt:

<https://blogs.ethz.ch/letblog/2018/12/18/neues-moodle-design-ab-januar-2019/>

Am Donnerstag werden auch Vorlesungsexperimente und Konzeptfragen durchgeführt. Diese Unterlagen werden nicht zusätzlich verteilt.

Eingeschriebene Studenten und Studentinnen haben Zugang über ihr nethz-Passwort.

Bitte zu beachten: Die Abbildungen in den Vorlesungsunterlagen sind zu einem grossen Teil aus den Büchern kopiert, die hier anschliessend referenziert sind. Das Copyright gehört diesen Verlagen und Autoren und darum sind meine Vorlesungsunterlagen nicht frei auf dem Web erhältlich. Diese Notizen dürfen daher nicht weiter an andere Leute verteilt werden und schon gar nicht auf das Internet hochgeladen werden.

Übungs-Chef: Dr. Jochen Maurer

<http://www.ulp.ethz.ch/education/lectures/quantenelektronik/assistenz.html>

Gewisse Kapitel (blau markiert) sind als Repetition zu betrachten und werden in der Vorlesung **nicht** behandelt (kann wenn notwendig selber aufgefrischt werden und wird nochmals in der 1. Übung repetiert).

1. Wellenausbreitung und Brechungsindex

1.1 Maxwellgleichungen

1.2 Materialgleichungen

1.3 Wellengleichung mit Brechungsindex

1.4 Brechungsindex: Physikalische Bedeutung

1.5 Dispersion

1.6 Metalle

Appendix 1A: Fourier-Laplace Transformation und differentielle Operatoren

Appendix 1C: δ -Funktion

2. Lineare Pulsausbreitung

2.1 Motivation

- 2.2 Wellengleichung im Spektralraum: Helmholtzgleichung
- 2.3 Lineare versus nichtlineare Wellenausbreitung
- 2.4 Lichtpulse
- 2.5 Lineare Pulsausbreitung
- Appendix 2A: Fourier-Transformation
- Appendix 2B: Faltung
- Appendix 2C: Dispersion für quantenmechanische Teilchen

3. Reflexion und Transmission an einer Grenzfläche

- 3.1 Reflexions- und Snellius-Gesetz
- 3.2 Fresnel-Formeln für dielektrische Grenzflächen
- 3.3 Brewster-Winkel
- 3.4 Kritischer Winkel für Totalreflexion
- 3.5 Quergedämpfte Welle bei der Totalreflexion
- 3.6 Änderung der Polarisierung bei schrägem Einfall

4. Interferenz und Kohärenz

- 4.1 Definition von Interferenz und Kohärenz
- 4.2 Interferenz von Kugelwellen
- 4.3 Interferenz von ebenen Wellen
- 4.4 Voraussetzung für Interferenz
- 4.5 Interferometer: Michelson, Mach-Zehnder, und Sagnac
- 4.6 Analogie zur Akustik und Hochfrequenztechnik
- 4.7 Fabry-Perot
- 4.8 Vielschichtensysteme
- 4.9 Impedanztransformationsgesetz
- 4.10 Matrix-Methode
- 4.11 Kohärenz

5. Fourier-Optik

- 5.1 Motivation für eine räumliche Fourier-Transformation
- 5.2 Lineare Wellenausbreitung einer beliebigen Wellenfront
- 5.3 Bildverarbeitung durch räumliches Filtern
- 5.4 Beugung
- 5.5 Holographie

6. Grundlagen des Lasers

- 6.1 Einleitung
- 6.2 Spontane und stimulierte Emission (Einstein-Koeffizienten)
- 6.3 Pumpen von Laser
- 6.4 Verschiedene Lasertypen
- 6.5 Axiale Moden und Spektrallinien
- 6.6 Ratengleichungen eines 4-Niveau-Lasers
- 6.7 Experimentelle Parameter eines Lasers
- 6.8 Laserresonatoren und Lasermoden
- 6.9 Gepulste Laser (kurze Übersicht)

7. Lineare Wellenausbreitung in optisch anisotropen Medien

- 7.1 Dielektrischer Tensor

- 7.2 Phasengeschwindigkeit und Strahlengeschwindigkeit
- 7.3 Die Fresnel-Formeln zur Lichtausbreitung in Kristallen
- 7.4 Indexellipsoid oder optische Indikatrix
- 7.5 Normalenflächen oder k_n -Fläche
- 7.6 Optische Klassifizierung von Kristallen
- 7.7 Optische Eigenschaften von uniaxialen Kristallen
- 7.8 Doppelbrechung
- 7.9 Dichroismus
- 7.10 Polarisations-elemente
- 7.11 Optische Aktivität
- 7.12 Faraday-Effekt
- 7.13 Induzierte Doppelbrechung
- 7.14 Optischer Modulator

8. Wellenleiter und Integrierte Optik

- 8.1 Einleitung
- 8.2 Planarer Wellenleiter
- 8.3 Zusammenfassung: Moden von Wellenleiter
- 8.4 Optische Faser
- 8.5 Kopplung zwischen zwei planaren Wellenleiter
- 8.6 Integrierte elektrooptische Modulatoren
- Appendix 8A: Herleitung der "Coupled mode equation"

9. Einführung in die nichtlineare Optik

- 9.1 Störungsrechnung für die nichtlineare Polarisation
- 9.2 Wellengleichung im nichtlinearen Medium
- 9.3 Nichtlineare Prozesse 2. Ordnung: Rektifikation, Frequenzverdopplung (SHG), Dreiwellenmischung
- 9.4 Typ I und Typ II Phasenanpassung
- 9.5 Parametrische Erzeugung: OPO und OPA
- 9.6 Nichtlinear Prozesse 2. Ordnung: Gekoppelte Wellentheorie
- 9.7 Phasenanpassung, Kohärenzlänge, Quasi-Phasenanpassung (QPM)
- 9.8 Nichtlineare Prozesse 3. Ordnung: THG, optische Kerr Effekt, Selbstphasenmodulation (SPM), Selbstfokussierung

Empfohlene Literatur und Referenzen für viele Abbildungen in den Vorlesungsunterlagen

B. E. A. Saleh, M. C. Teich, "Fundamentals of Photonics", John Wiley & Sons, Inc.

F. K. Kneubühl, M. W. Sigrist, "Laser," Teubner Studienbücher, Stuttgart

A. E. Siegman, "Lasers," University Science Books, Mill Valley, California

O. Svelto, "Principles of Lasers," fourth edition, Plenum Press, New York

J. W. Goodman, "Introduction to Fourier Optics," MacGraw-Hill Publishing Company, New York

T. Tamir (Editor), "Guided-Wave Optoelectronics," Springer Verlag

Testatbedingung: QEI

Keine Testatbedingungen