

# Elektrodynamik (SS19)

matthias.kleinmann@uni-siegen.de

## Inhalt

### I Einführung

- 1) Mathematische Grundlagen
  - a) Flächenintegrale
  - b) Divergenz und Rotation
  - c) Integralsätze
  - d) Dreidimensionale  $\delta$ -Distribution
  - e) Zerlegungssatz für Vektorfelder
- 2) Grundlagen der Elektrodynamik
  - a) Maxwell-Gleichungen
  - b) Lorentz-Kraftdichte
  - c) Gaußsches Maßsystem
  - d) Kontinuitätsgleichung
  - e) Kausalität der Maxwell-Gleichungen
  - f) Reversibilität

### II Elektrostatik

- 1) Gegebene Ladungsverteilungen
  - a) Das elektrische Feld
  - b) Coulombkraft
  - c) Energie von Ladungskonfigurationen
  - d) Fernfeld
  - e) Flächenladung und Kondensatoren
- 2) Randwertprobleme
  - a) Vorbetrachtung: elektrische Leiter
  - b) Klassifizierung von Randwertproblemen
  - c) Greensche Funktion
  - d) Bildladungen
- 3) Kugelsymmetrische Probleme
  - a) Vorbetrachtung: Basen von Funktionenräumen
  - b) Kugelflächenfunktionen
  - c) Lösung der Laplace-Gleichung
  - d) Sphärische Multipolmomente
- 4) Elektrostatik in Materie (Abriss)

### III Magnetostatik

- 1) Magnetfeld im Vakuum
  - a) Das magnetische Feld
  - b) Kräfte in magnetischen Feldern
  - c) Magnetisches Moment
  - d) Das Vektorpotential
- 2) Magnetfeld in Materie
  - a) Makroskopische Beschreibung
  - b) Randbedingungen

## IV Quasistationäre Ströme

- 1) Stationäre Ströme
  - a) Kirchhoffsche Regel
  - b) Ohmscher Widerstand
  - c) Leistungsdichte eines Stroms
  - d) Stromquellen
- 2) Quasistationäre Ströme
  - a) Quasistationäre Maxwell-Gleichungen
  - b) Magnetische Feldenergie
  - c) Induktivitäten
  - d) Berechnung von Selbstinduktivitäten
  - e) Exkurs: Magnetische Diffusion
- 3) Wechselstromkreise
  - a) ... mit eingprägter Spannung
  - b) ... ohne eingprägte Spannung
  - c) Stromverdrängungseffekt (Skinneffekt)

## V Zeitlich schnell veränderliche Felder

- 1) Grundlegendes
  - a) Wiederholung: Maxwell-Gleichungen
  - b) Elektromagnetische Potentiale (zeitabhängig)
  - c) Coulomb-Eichung
  - d) Lorenz-Eichung
  - e) Feldenergie
  - f) Feldimpuls
- 2) Freie elektromagnetische Wellen
  - a) Die homogene Wellengleichung
  - b) Ebene Wellen als Lösung
  - c) Polarisierung
  - d) Wellenpakete
  - e) Dispersion
- 3) Elektromagnetische Wellen in Materie
  - a) Ausbreitung in Leitern
  - b) Reflexion und Brechung
- 4) Erzeugung elektromagnetischer Wellen
  - a) Lösung der homogenen Wellengleichung mit Anfangsbedingungen
  - b) Lösung der inhomogenen Wellengleichung
  - c) Oszillierende Quellen
  - d) Bewegte Punktladungen
  - e) Spezialfälle

## VI Spezielle Relativitätstheorie

- 1) Grundlagen
  - a) Axiome
  - b) Metrischer Tensor und Lorentztransformationen
  - c) Mechanik des Massepunkts
  - d) Transformation der Differentialoperatoren
- 2) Relativistische Elektrodynamik
  - a) Ladungs- und Stromdichte
  - b) Potentiale und Felder

- c) Lorentz-Kraft
  - d) Transformation elektromagnetischer Felder
  - e) Energie-Impuls Tensor
- 3) Lagrangefunktion und kanonischer Impuls
- a) Lagrangefunktion bewegter geladener Teilchen
  - b) Bewegungsgleichungen
  - c) Hamiltonfunktion
  - d) Lagrangedichte der Felder

## Literatur

Hauptsächlich:

- W. Nolting, *Grundkurs Theoretische Physik 3: Elektrodynamik*, Springer-Verlag
- E. Rebhan, *Theoretische Physik: Elektrodynamik*, Spektrum Akademischer Verlag

Ergänzend:

- J.D. Jackson, *Klassische Elektrodynamik*, Walter de Gruyter
- S. Brandt und H.D. Dahmen, *Elektrodynamik*, Springer-Verlag
- L.D. Landau und E.M. Lifschitz, *Lehrbuch der Theoretischen Physik II: Klassische Feldtheorie*, Akademie Verlag