

Elektrodynamik (SS17/18)

matthias.kleinmann@uni-siegen.de

Inhalt

I Einführung

- 1) Mathematische Vorbetrachtungen
 - a) Flächenintegrale
 - b) Divergenz und Rotation
 - c) Integralsätze
 - d) Dreidimensionale δ -Distribution
 - e) Zerlegungssatz für Vektorfelder
- 2) Überblick 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) Beispiel: Flächenladung und Kondensatoren
- 2) Randwertprobleme
 - a) Vorbetrachtung: elektrische Leiter
 - b) Klassifizierung von Randwertproblemen
 - c) Greensche Funktion
 - d) Beispiel: Unendlich ausgedehnte Metallplatte (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) Das ampèresches Gesetz
 - c) Magnetisches Moment
 - d) Das Vektorpotential
- 2) Magnetfeld in Materie
 - a) Makroskopische Beschreibung
 - b) Übergänge und Randbedingungen

IV Quasistationäre Ströme

- 1) Stationäre Ströme
 - a) Kirchhoffsche Regel
 - b) Ohmscher Widerstand
 - c) Leistungsdichte
 - d) Stromquellen
- 2) Quasistationäre Ströme
 - a) Quasistationäre Näherung
 - 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
 - (i) Randbedingungen
 - (ii) Ausbreitungsrichtung
 - (iii) Intensitäten
 - (iv) Totalreflexion
- 4) Erzeugung elektromagnetischer Wellen
 - a) Homogenen Wellengleichung mit Anfangsbedingungen
 - b) Die inhomogenen Wellengleichung
 - c) Oszillierende Quellen
 - (i) Näherung kleiner Quellen
 - (ii) Hertzscher Dipol
 - (iii) Strahlungszone
 - (iv) Nahzone
 - d) Bewegte Punktladungen
 - e) Spezialfälle
 - (i) Feld einer gleichförmig bewegten Ladung
 - (ii) Langsam bewegte Ladung

(iii) Energieabstrahlung

VI Spezielle Relativitätstheorie

1) Grundlagen

- a) Axiome
- b) Metrischer Tensor und Lorentztransformationen
- c) Mechanik des Massepunkts
 - (i) Eigenzeit
 - (ii) Minkowski-Geschwindigkeit und relativistischer Impuls
 - (iii) Minkowski-Kraft und Energie-Impuls-Beziehung
- d) Kovariante Differentiation

2) Relativistische Elektrodynamik

- a) Ladungs- und Stromdichte
- b) Potentiale und Felder
- c) Transformation elektromagnetischer Felder
- d) Lorentz-Kraft
- e) Energie-Impuls Tensor

3) Lagrangefunktion und kanonischer Impuls (Abriss)

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