

Klassische theoretische Physik 3 - Elektrodynamik

KIT, WS 2016/17, Thomas Schwetz-Mangold
Info: <https://cr.ikp.kit.edu/pargner/teaching/theoc1617/>

Literatur

- T. Fließbach, Elektrodynamik, Lehrbuch zur Theoretischen Physik II
- D.J. Griffiths, Elektrodynamik (Deutsch/Englisch)

Umfassendes Nachschlagewerk:

- J.D. Jackson, Klassische Elektrodynamik (Deutsch/Englisch)

Weitere Bücher:

- W. Greiner, Klassische Elektrodynamik
- W. Nolting, Grundkurs Theoretische Physik 3, Elektrodynamik

Literatur zur Relativitätstheorie:

- Bücher von Jackson und Griffiths, sowie Fließbach zur rel. Elektrodynamik
- W. Rindler, Relativity: Special, General, and Cosmology (auch in Deutsch)

Inhalt

1 Einführung

2 Mathematische Hilfsmittel

2.1 Vektoren, Skalarfelder, Vektorfelder

Linien-, Oberflächen- und Volumsintegral

2.2 Vektoranalysis

Gradient, Divergenz, Rotation

Gauss'sche Satz, Stokesscher Satz, Greensche Sätze, Helmholtz'scher HS der Vektoranalysis
krümmungslinige Koordinaten

2.3 δ -Distribution

3 Elektrostatik

3.1 Coulombgesetz, Ladungsdefinition

3.2 Das elektrische Feld

Felddefinition, Punktladung, Feldlinien, Gauss'sches Gesetz, $\operatorname{div} \vec{E} = 4\pi\rho$, $\operatorname{rot} \vec{E} = 0$

3.3 Das elektrische Potential

Poisson Gleichung, elektrostatische Energie

3.4 Randwertproblem, Greensfunktion

3.5 Lösungen der Laplace Gleichung

Separationsansatz, Legendre-Polynome, allgemeine Lösung der Laplace Gleichung mit Zylindersymmetrie, Kugelfunktionen, allgemeine Lösung

3.6 Multipolentwicklung

in Kugelfunktionen, in kartesischen Koordinaten

4 Magnetostatik

Bewegte Ladungen, Kontinuitätsgleichung

Magnetfeld, Kraftgesetz, Biot-Savart Gesetz, Vektorpotential, Ampere'sches Gesetz

Magnetischer Dipol, Energie im äusseren Feld

5 Maxwell-Gleichungen

5.1 Faradaysches Induktionsgesetz

5.2 Maxwellsche Verschiebungsstrom und die vollen Maxwell-Gleichungen

Energiedichte im elektromagnetischem Feld,
Lösungen der Maxwell Gleichungen, Skalar- und Vektorpotentiale, Eichfreiheit

5.3 Lösungen der homogenen Maxwell-Gleichungen

ebene Wellen, Polarisierung, Hohlraumwellen

5.4 Allgemeine Lösungen der Maxwell-Gleichungen

Fourier-Transformation, retardierte und avanzierte Potentiale
Felder bewegter Punktladungen, Lienard-Wiechert-Potentiale, Abstrahlung EM-Wellen
Oszillierende Ladungsverteilungen, Kugelwellen, Dipolstrahlung,
Streuung von Licht (Thomson, Rayleigh), kohärente/inkohärente Streuung

6 Spezielle Relativitätstheorie

6.1 Einsteinschen Postulate

Relativität von Gleichzeitigkeit, Zeitdilatation, Längenkontraktion

6.2 Lorentz-Transformation

Raum-Zeit-Diagramm, maximale Ausbreitungsgeschwindigkeit, Geschwindigkeitsaddition,
Eigenzeit, 4-Geschwindigkeit, relativistische Energie-Impulsbeziehung

6.3 Minkowski-Metrik und 4-Vektor Notation

kontra- und kovariante Vektoren, Lorentz-Skalarprodukt

6.4 Relativistische Elektrodynamik

Maxwellgleichungen in 4-Vektor Schreibweise, relativistische Verallgemeinerung der Lorentz-Kraft, Transformationsverhalten von elektrischen und magnetischen Feldern, ebene Wellen und relativistischer Dopplereffekt

7 Maxwell-Gleichungen in Materie

Makroskopische Maxwell-Gleichungen, Polarisierung und Magnetisierung, dielektrische Funktion und Permeabilität, Stetigkeitsbedingungen an Grenzflächen

7.1 Beispiele aus Elektrostatik in Materie

Dielektrikum im Plattenkondensator, Punktladung und Dielektrikum

7.2 Wellenausbreitung im Medium

Dispersion, Absorption, Reflexion, Brechung