

Harald Stumpf

Wolfgang Schuler

Elektrodynamik

Mit 58 Abbildungen



Friedr. Vieweg + Sohn · Braunschweig

Inhalt

Symbolverzeichnis	11
Einleitung	17
I. Vakuumelektrodynamik und Elektronentheorie	19
1. Statisches Punktladungsmodell	19
1.1. Coulombgesetz	19
1.2. Superposition	21
1.3. Differential- und Integraldarstellung (Gauß-Gesetz)	22
1.4. Skalares Potential	23
1.5. Elektrostatische Energie	24
1.6. Elektrische Multipole	27
2. Stationäres Stromkreismodell	33
2.1. Ladungserhaltung	33
2.2. Ampère-Gesetz	36
2.3. Differential- und Integraldarstellung	38
2.4. Vektorpotential	39
2.5. Magnetische Multipole	41
2.6. Multipolentwicklung der Feldkraft	43
2.7. Magnetostatische Feldenergie	45
3. Maxwellgleichungen	47
3.1. Induktionsgesetz	47
3.2. Verschiebungsströme	49
3.3. Skalar- und Vektorpotentiale	51
3.4. Eichungen	52
3.5. Leistungsbilanz (Poynting-Theorem)	56
3.6. Impuls- und Drehimpulserhaltung	58
4. Wellenausbreitung und -erzeugung	61
4.1. Wellengleichungen	61
4.2. Aperiodische ebene Wellen	62
4.3. Periodische Wellen	65
4.4. Wellenpakete	68
4.5. Green-Funktionen	70
4.6. Multipolstrahlung	78
4.7. Liénard-Wiechert-Potentiale	84

5. Maxwell-Lorentz-Theorie	92
5.1. Modellvorstellung	92
5.2. Gekoppelte Materie-Feld-Gleichungen	92
5.3. Erhaltungssätze	94
5.4. Einteilchenproblem (Abraham-Lorentz)	96
5.5. Integrodifferentialgleichung der Bewegung	100
5.6. Strahlungsgedämpfter Oszillator	102
5.7. Feldmassenhypothese	105
 II. Relativistische Feldtheorien	 108
6. Transformationen und Invarianten	108
6.1. Physikalische Grundlagen	108
6.2. Geometrische Grundlagen	109
6.3. Invarianten linearer Räume	113
6.4. Forminvarianz	119
6.5. Lorentztransformationen	122
6.6. Infinitesimale Transformationen	130
 7. Klassische Felder	 139
7.1. Variationsprinzip	139
7.2. Forminvariante Maxwell-Gleichungen	145
7.3. Relativistische Einteilchenmechanik	152
7.4. Klassische Feldtypen	164
7.5. Einheitliche Feldtheorie	176
 8. Erhaltungssätze	 179
8.1. Noetherscher Satz	179
8.2. Energie-Impuls-Erhaltung	183
8.3. Drehimpuls-Erhaltung	191
8.4. Eichinvarianz	195
 III. Phänomenologisches Leitermodell	 197
9. Statisches Leitermodell	197
9.1. Modellvorstellung	197
9.2. Potentialtheorie	199
9.3. Bildladungsmethode	203
9.4. Reihenentwicklungsmethode	205
9.5. Kapazitätskoeffizienten	206
9.6. Anwendungsbeispiele	209
9.7. Raumladungsfreie Probleme	212
9.8. Konforme Abbildung	217
9.9. Feldenergie	220

10. Stationäres Leitermodell	222
10.1. Modellvorstellung	222
10.2. Ohmsches Gesetz	225
10.3. Eingeprägte Felder	228
10.4. Differentialgesetze	230
10.5. Energiebilanz	239
11. Quasistationäres Leitermodell	243
11.1. Induktionskoeffizienten	243
11.2. Induktiv gekoppelte Stromkreise	247
11.3. Stromkreise mit Kapazitäten	249
11.4. Superposition	251
11.5. Eigenschwingungen und Resonanzen	253
11.6. Wechselstromwiderstand	257
11.7. Vierpole und Netzwerke	258
11.8. Einfachste Vierpole	262
11.9. Telegraphengleichung	265
10.10. Netzwerktheorie	268
11.11. Energie- und Leistungsbilanz	271
11.12. Magnetisches Paradoxon	277
11.13. Quasistationäre elektromagnetische Maschinen	277
12. Wellenausbreitung und Beugung	282
12.1. Wellengleichungen für leitende Medien	282
12.2. Ebene Wellen im homogenen Leiter	285
12.3. Grenzbedingungen	287
12.4. Wellenleiter	291
12.5. Hohlraumresonatoren	300
12.6. Greenfunktionen der Beugungstheorie	302
12.7. Skalare Kirchhoff-Identitäten	310
12.8. Kirchhoff-Verfahren	315
12.9. Beugungseffekte	319
12.10. Babinet'sches Prinzip	326
12.11. Röntgenbeugung (-interferenz)	328
IV. Phänomenologisches Isolatormodell	334
13. Statisches Isolatormodell	334
13.1. Modellvorstellung	334
13.2. Makroskopische Feldgrößen	335
13.3. Klassisch-atomistische Polarisationstheorie	337
13.4. Lineare Isolatoren endlicher Ausdehnung	343
13.5. Energiebilanz	354
13.6. Kräfte auf Isolatoren	357

14. Magnetische Materialien	361
14.1. Modellvorstellung	361
14.2. Makroskopische Feldgrößen	362
14.3. Paramagnetika	364
14.4. Diamagnetika	372
14.5. Magnetika endlicher Ausdehnung	375
14.6. Ferromagnetika	380
14.7. Einfaches ferromagnetisches Modell (<i>P. Weiß</i>)	385
14.8. Permanente Magnetisierung	388
15. Dispersionstheorie	392
15.1. Makroskopische Feldgrößen und Gleichungen	392
15.2. Elektromagnetisch lineare Medien	401
15.3. Wellenausbreitung in homogenen isotropen linearen Medien	406
15.4. Dispersion	409
15.5. Brechung und Reflexion an ebenen Grenzflächen	415
15.6. Dielektrische Drahtwellen	422
15.7. Geometrische Optik	427
15.8. Interferenz	434
Anhang	447
I. Vektor- und Tensoroperationen	447
II. Distributionen	447
III. Lineare partielle Differentialgleichungen 2. Ordnung	461
IV. Green-Funktionen	472
V. Vektorfelder	480
VI. Spezielle Funktionen-Systeme	483
VII. Variationsrechnung	499
VIII. Vektorielle Kirchhoff-Methode	501
IX. Umrechnungen	515
X. Maßeinheiten	518
XI. Tabellen und Konstanten	528
Literaturverzeichnis	532
Sachwortverzeichnis	536