Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Verzeichnis der verwendeten Symbole

1. FORMELSAMMLUNG 1
1.0 Kurzer Abriß der Vektoranalysis 1
1.0.1 Skalare Felder, Gradient 1
1.0.2 Vektorfelder, Rotation und Divergenz 2
1.0.3 Tensorfelder 4
1.0.4 Vektoranalytische Formeln 4
1.0.5 Integralsätze von Stokes, Gauß, Green 5

ELEKTRODYNAMIK 6
1.1 Maxwell-Gleichungen und Folgerungen 6
1.1.1 Maxwell-Gleichungen in integraler Form 6
1.1.2 Maxwell-Gleichungen in differentieller Form . 7
1.1.3 Bilanzgleichungen für Ladung, Energie und Impuls 8
1.1.4 Stetigkeitsbedingungen für die Felder an Grenzflächen 9
1.1.5 Retardierte Potentiale 10
1.1.6 Klassifikation elektromagnetischer Felder ... 11

1.2 Elektrostatik 13
1.2.1 Allgemeine Grundgleichungen für nichtpolare Medien 13
1.2.2 Lösungsverfahren zur Berechnung elektrostatischer Felder 14
1.2.3 Systeme von Leitern, Kapazitätskoeffizienten 16
1.2.4 Kraft- und Energiebetrachtungen für lineare dielektrische Medien 17
1.2.5 Medien mit permanenter Polarisation 17
1.2.6 Elektrische Multipole und Multipolentwicklung des Potentials 18

Bibliografische Informationen
http://d-nb.info/840299346

digitalisiert durch DEUTSCHE NATIONAL BIBLIOTHEK

1.3 Magnetostatik, stationäre Ströme und Magnetfelder 22

1.3.1 Magnetostatik 22

1.3.2 Stationäre Ströme und Magnetfelder 23

1.3.3 Magnetisches Blatt 24

1.4 Induktionsphänomene, quasistationäre Probleme, Wechselströme 25

1.4.1 Induktionskoeffizienten 25

1.4.2 Schwingkreise 26

1.4.3 Vierpol 27

1.4.4 Wechselströme 28

1.5 Elektromagnetische Wellen 29

1.5.1 Elektromagnetische Wellen im Vakuum 29

1.5.2 Elektromagnetische Wellen in anisotropen, nichtleitenden Medien 30

1.5.3 Elektromagnetische Wellen in isotropen, leitenden Medien 30

1.5.4 Elektromagnetische Wellen in Hohlleitern 31

1.5.5 Drahtwellen, Telegraphengleichung 32

1.5.6 Erzeugung elektromagnetischer Wellen 33

1.6 Relativistische Elektrodynamik 36

2. AUFGABEN 41

2.1 Potential-, Influenz- und Kapazitätsprobleme der Elektrostatik 41

2.1.1 Elektrisches Sechspolfeld 41

2.1.2 Gleichung der Feldlinien ruhender Punktladungen 44

2.1.3 Potential und Feld des Wasserstoffatoms 48

2.1.4 Potential eines Rotationsellipsoids 49

2.1.5 Potential einer dipolaren bzw. homogen geladenen Kreisscheibe 51

2.1.6* Potential im Innern einer rechteckigen Schachtel 53

2.1.7 Punktladung gegenüber metallischer Ebene 57

2.1.8 Punktladung gegenüber isolierender Metallkugel 59

2.1.9 Geladenes Staubkorn innerhalb einer Metallhohlkugel 62

2.1.10 Koordinaten von Bildladungen verschiedener Anordnungen 64

2.1.11 Kapazitätskoeffizienten einer kugelsymmetrischen Anordnung 65

2.1.12 Kapazität einer Doppelleitung 67

2.1.13* Kapazität eines elliptischen Zylinderkondensators 70

2.1.14 Kraft auf dritte Platte in ebenem Plattenkondensator 72

2.2 Elektrische Multipole, Multipolentwicklung des Potentials, Dielektrika 75

2.2.1 Berechnung von Dipol- und Quadrupolmomenten . 75

2.2.2 Kraft und Drehmoment auf einen Dipol im Feld einer Punktladung 77

2.2.3 Kraft und Drehmoment auf einen Dipol im Feld eines Dipols 78

2.2.4 Dipol-Quadrupol und Quadrupol-Quadrupol-Wechselwirkung 80

2.2.5 Punktladungen an den Ecken eines regulären Oktaeders 82

2.2.6 Zwei Halbkugeln auf unterschiedlichem Potential 85

2.2.7 Potential einer $\cos^2\vartheta$- Ladungsverteilung 87

2.2.8 Plattenkondensator mit inhomogenem Dielektrikum 89

2.2.9 Dielektrische Kugel im homogenen Dielektrikum 91

2.2.10 Einschieben eines Dielektrikums in einen Plattenkondensator 95

2.2.11 In dielektrische Flüssigkeit eingetauchte Metallkugel 98

2.3 Magnetostatik, stationäre Ströme und Magnetfelder 101

2.3.1 Flußänderung in einer Spule beim Einbringen eines magnetischen Dipols 101

2.3.2 Felder eines quermagnetisierten, langen, zylindrischen Ferromagneten 103

2.3.3 Homogen magnetisierter zylindrischer Stab ... 105

2.3.4 Felder magnetisierter symmetrischer Körper .. 107

2.3.5 Wheatstone-Brücke 108

2.3.6 Schottky-Langmuirsche Raumladungs-charakteristik 110

2.3.7 Erdkabel 112

2.3.8 Leitfähigkeit bei Anwesenheit eines äußeren Magnetfeldes 115

2.3.9 Magnetisches Moment einer translatorisch bzw. rotatorisch bewegten inhomogenen geladenen Hohlkugel 117

2.3.10 Magnetfeld eines Kreiszylinders mit Bohrung . 119

2.3.11 Magnetfeld einer Spule endlicher Länge 121

2.3.12 Helmholtz-Spulen 125

2.3.13 Änderung des Magnetfeldes einer Spule beim Einbringen eines permeablen Materials 127

2.3.14 Kraft eines Elektromagneten auf einen Eisenanker 129

2.3.15 Felder einer gleichförmig bewegten, homogen geladenen Vollkugel 130

2.3.16 Magnetfeld einer homogen geladenen, rotierenden Vollkugel 133

2.3.17 Magnetfeld einer rotierenden Hohlkugel 136

2.3.18 Vektorpotential paralleler Ströme 139

2.3.19 Energiebilanz für Gleichstromkreis 140

2.4 Induktionserscheinungen und quasistationäre Probleme, Wechselströme 143

2.4.1 Elektrisches Feld bei langsamer Rotation eines quermagnetisierten Ferromagneten 143

2.4.2 Induziertes elektrisches Feld und Energiefluß bei Abbremsung einer rotierenden, homogen geladenen Vollkugel 144

2.4.3 Betatron 146

2.4.4 Ein- und Ausschalten einer Spule über einen zeitabhängigen Widerstand 148

2.4.5 Spiegelgalvanometer 151

2.4.6 Parallelschwingkreis 154

2.4.7 Kapazitiv gekoppelte Schwingkreise 158

2.4.8 Transformator 160

2.4.9* Modell für Wirbelströme im Transformatorkern. 163

2.4.10 Modell einer Wirbelstrombremse 169

2.4.11 Berechnung von Selbstinduktionskoeffizienten. 171

2.4.12 Gegeninduktivität von Draht und rechteckiger Stromschleife 175

2.4.13 Symmetrischer Vierpol 177

2.4.14 Siebkette 179

2.5 Elektromagnetische Wellen, Strahlungstheorie 183

2.5.1 Elliptisch polarisierte ebene Wellen 183

2.5.2 Reflexion ebener Wellen am ruhenden idealen Metallspiegel 185

2.5.3* Reflexion ebener Wellen am harmonisch schwingenden idealen Metallspiegel 188

2.5.4 Vergütung von Glas 191

2.5.5 Lichtdruck 194

2.5.6 Erzeugung von ebenen Wellen 196

2.5.7* Strahlungsfeld zweier Metallhalbkugeln unter Wechselspannung 198

2.5.8 Magnetische Dipolstrahlung 202

2.5.9 Strahlungsdämpfung eines elektrischen Dipols. 205

2.5.10 Reziprozitätssatz der Strahlungstheorie 207

2.5.11 Drehimpulserhaltung für Vakuumfelder 210

2.5.12* Spin des elektromagnetischen Feldes 211

2.5.13* TM-Moden im ideal leitenden Hohlzylinder 213

2.5.14 Drahtwellen längs Telegraphenleitung 217

2.6 Bewegung geladener Teilchen in elektromagnetischen Feldern. Relativistische Elektrodynamik 221

2.6.1 Nichtrelativistische Bewegung eines geladenen Teilchens in gekreuzten homogenen elektrischen und magnetischen Feldern 221

2.6.2 Klassische Theorie des Zeeman-Effektes 223

2.6.3* Bewegung zweier geladener Teilchen mit magnetischer Wechselwirkung 226

2.6.4 Relativistische Bewegung eines Elektrons im homogenen Magnetfeld 231

2.6.5 Relativistische Bewegung einer Ladung in parallelen homogenen elektrischen und magnetischen Feldern 233

2.6.6 Lienard-Wiechert-Potentiale 236

2.6.7 Forminvarianz der Maxwell-Gleichungen 238

2.6.8 Lorentz-Invarianten des elektromagnetischen Feldes 241

2.6.9 Reflexion einer ebenen Welle am gleichförmig bewegten idealen Spiegel 242

3. MATHEMATISCHER ANHANG 247

3.1 Einige nützliche Formeln für kartesische Tensoren 247

3.1.1 Isotrope Tensoren 247

3.1.2 Einfaches und doppeltes Vektorprodukt 247

3.1.3 Integration von Tensoren über die Oberfläche der Kugel 247

3.1.4 Irreduzible Tensoren 249

3.1.5 Multipolpotentiale 249

3.2 Legendre-Polynome und Kugelflächenfunktionen 250

3.2.1 Legendre-Polynome 250

3.2.2 Zugeordnete Legendre-Funktionen $P_n^m(x)$ 252

3.2.3 Kugelflächenfunktionen $Y_{lm}(\vartheta,\varphi)$ 252

3.3 Bessel-Funktionen 254

3.3.1 Bessel-Funktionen ganzzahliger Ordnung 254

3.3.2 Bessel-Funktionen halbzahliger Ordnung (sphärische Bessel- und Neumann-Funktionen) 255

Literaturhinweise 259