

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	1
1.1 Grundbegriffe der Elektrodynamik	4
1.2 Die Maxwell'schen Gleichungen	10
1.3 Materialgleichungen	13
1.4 Coulomb- und Lorentz-Kraft	15
1.5 Übergang zu Gauß'schen Einheiten	15
1.6 Aufgaben	17
1.6.1 Vektoren, Matrizen und Tensoren	17
1.6.2 Einheitsvektoren, Koordinatensysteme	19
1.6.3 Flächen- und Volumenintegral, Satz von Gauß	20
1.6.4 Linien- und Flächenintegral, Satz von Stokes	21
Literatur	24
2 Elektrostatik	25
2.1 Elektrisches Feld und Potenzial	27
2.2 Coulomb-Kraft	30
2.3 Elektrostatische Energie	31
2.4 Mathematischer Einschub	33
2.5 Multipolentwicklung	43
2.5.1 Monopol, Dipol, Quadrupol	43
2.5.2 Multipolentwicklung in Kugelkoordinaten	49
2.5.3 Lösung der Laplace-Gleichung	51
2.5.4 Lösung der Poisson-Gleichung	53
	XI

2.6	Dielektrika	55
2.7	Elektrizität auf Leitern	63
2.8	Kapazität und Kugelkondensator	64
2.9	Feldenergie in Materie	67
2.10	Bildladungen	69
2.11	Green'scher Satz und Green'sche Funktion	71
2.12	Aufgaben	76
2.12.1	Ladungsdichte des Wasserstoffatoms	76
2.12.2	Gradient in Kugelkoordinaten	77
2.12.3	Potenzial und Feld einer geladenen Kugeloberfläche	78
2.12.4	Potenzial und Feld eines geladenen Drahtes	79
2.12.5	Multipolentwicklung	81
2.12.6	Multipolmomente	82
2.12.7	Feld und Energie einer geladenen Vollkugel	83
2.12.8	Potenzial im Würfel	84
2.12.9	Kugelflächenfunktionen als Ortho- normalsystem	87
2.12.10	Laplace-Gleichung in Kugel- koordinaten	90
2.12.11	Dielektrikum und Grenzbedingungen	93
2.12.12	Kondensator mit Dielektrika	95
2.12.13	Methode der Spiegelladungen	97
2.12.14	Spiegelladungen	98
2.12.15	Green'sche Funktion mit Dirichlet-Randbedingung	99
	Literatur	100
3	Magnetostatik	101
3.1	Ampère'sches Gesetz	103
3.2	Magnetischer Kraftfluss	104
3.3	Biot-Savart'sches Gesetz	105
3.4	Vektorpotenzial	109

3.5	Multipolentwicklung und magnetisches Moment	112
3.6	Magnetisierung von Medien	116
3.7	Energie und Kraft im magnetischen Feld	119
3.8	Aufgaben	121
3.8.1	Biot-Savart'sches Gesetz und Helmholtzspule	121
3.8.2	Vektorpotenzial und Eichfreiheit.	123
3.8.3	Magnetfeld und Vektorpotenzial	125
	Literatur.	128
4	Spezielle Relativitätstheorie	129
4.1	Einführung und Lorentz-Transformation.	130
4.2	Notation im Minkowski-Raum	141
4.3	Viererpotenzial, Relativitätsprinzip	144
4.4	Vierergeschwindigkeit und Viererimpuls, Invarianten	150
4.5	Aufgaben	155
4.5.1	Allgemeiner Lorentz-Boost	155
4.5.2	Lebensdauer von Myonen	158
4.5.3	Zeitdilatation: Myonen im Speicherring.	159
4.5.4	Geschwindigkeitsaddition und Rapidität.	160
4.5.5	Beschleunigte Bewegung.	162
4.5.6	Relativistische Kinematik	164
	Literatur.	165
5	Vierdimensionale Formulierung der Elektrodynamik	167
5.1	Feldstärketensor	168
5.2	Energie-Impuls-Tensor des EM-Feldes	173
5.3	Lagrange-Formulierung	176
5.4	Lagrange-Dichte des EM-Feldes	180
5.5	Aufgaben	183
5.5.1	Transformation der Felder	183
5.5.2	Schwerpunkt- und Laborsystem.	185
5.5.3	Feldstärketensor	187

5.5.4	Teilchen im elektromagnetischen Feld.	191
5.5.5	Relativistische Lagrange- und Hamiltonfunktion.	192
5.5.6	Feldstärke- und Energie- Impuls-Tensor	195
5.5.7	Wirkung des elektromagnetischen Feldes	197
	Literatur.	199
6	Elektromagnetische Wellen	201
6.1	Wellen im Vakuum.	202
6.2	Ebene Wellen	205
6.3	Elektromagnetische Wellen in Materie	212
6.3.1	Elektromagnetische Wellen in Leitern	216
6.3.2	Elektromagnetische Wellen in Hohlleitern	221
6.4	Wellenpakete	224
6.5	Reflexion und Brechung an Grenzflächen	228
6.6	Aufgaben	231
6.6.1	Fouriertransformation	231
6.6.2	Lösung der Wellengleichung	233
6.6.3	Felder und Potenziale ebener Wellen	234
6.6.4	Polarisation von Wellen	237
6.6.5	Wellenpaket in einer Dimension	239
	Literatur.	242
7	Felder bewegter Ladungen – elektrodynamische Potenziale.	243
7.1	Inhomogene Wellengleichungen und Green- Funktion.	244

7.2	Bestimmung der Green-Funktion mit funktionentheoretischen Methoden	246
7.3	Liénard-Wiechert-Potenziale für bewegte Punktladungen	252
7.4	Felder bewegter Punktladungen, Larmor-Formel	255
	Literatur	260
8	Hertz'scher Dipol	261
8.1	Zeitabhängige Potenziale des Dipols	261
8.2	Zeitabhängige Felder	264
8.3	Aufgabe: Elektromagnetische Strahlung einer Antenne	267
	Literatur	270
	Literatur	271
	Stichwortverzeichnis	273