

Inhaltsverzeichnis

1	Grundlagen der Elektrostatik	1
1.1	Vorbemerkungen	1
1.2	Das Coulombgesetz	6
1.3	Das elektrische Feld	10
1.4	Das Integraltheorem von Gauß	24
1.4.1	Einfache Anwendungen des Gaußtheorems	27
2	Grundgleichungen der Elektrostatik	33
2.1	Die Grundgleichungen der Elektrostatik	33
2.1.1	Integralform	34
2.1.2	Differentielle Form	35
2.2	Weitere Verwertung der Integralform	38
2.2.1	Die Feldverteilung in Leitern	41
2.3	Distributionen und Ladungsdichten	46
2.4	Das elektrische Potential	49
2.5	Das elektrische Feld als Energiespeicher	60
3	Lösung der Poissongleichung: einfache Randbedingungen .	63
3.1	Probleme mit Kugelsymmetrie	63
3.2	Probleme mit Azimutalsymmetrie	69
3.3	Allgemeine Probleme: Lösung mit Kugelkoordinaten	78
3.4	Multipolmomente	84
4	Lösung der Poissongleichung: allgemeine Randbedingungen	95
4.1	Zur Klassifikation von Randbedingungen	96
4.2	Dirichletprobleme	99
4.3	Greensche Funktionen	112
4.4	Kondensatoren	122
4.5	Polarisation von Dielektrika	127
4.6	Das komplexe Potential	144
5	Magnetostatik	155
5.1	Der elektrische Strom	156
5.2	Stationäre Magnetfelder	162
5.2.1	Experimentelle Basis	162

5.2.2	Das Gesetz von Ampère	165
5.2.3	Die Formel von Biot-Savart	169
5.3	Das (magnetische) Vektorpotential	174
5.4	Materie im Magnetfeld	187
5.4.1	Pauschale Magnetisierungsmodelle	187
5.4.2	Die drei Magnetfelder	193
5.4.3	Die magnetische Materialgleichung	195
5.4.4	Das Verhalten von \mathbf{B} und \mathbf{H} an Grenzschichten	196
5.4.5	Explizites zum Verhalten von Materie im Magnetfeld	197
5.5	Kräfte auf Ladungen im Magnetfeld	205
6	Elektrodynamik: Grundlagen	213
6.1	Induktionsgesetze	214
6.1.1	Varianten des Faradayschen Gesetzes	214
6.1.2	Selbst- und Wechselinduktion	217
6.2	Die Maxwell'schen Gleichungen	220
6.3	Elektromagnetische Wellen	226
6.3.1	Wellengleichungen	226
6.3.2	Wellenlösungen der Maxwellgleichungen	234
6.3.3	Elektromagnetische Wellen	236
6.4	Energie und Impuls des elektromagnetischen Feldes	244
6.4.1	Energietransport durch elektromagnetische Wellen	244
6.4.2	Der Impulssatz	247
6.5	Elektromagnetische Potentiale	250
6.6	Lösung der inhomogenen Wellengleichungen	253
7	Elektrodynamik: Anwendungen	259
7.1	Technische Umsetzung der Induktion	259
7.1.1	Der Wechselstromgenerator	259
7.1.2	Der Transformator	260
7.2	Wellenausbreitung	262
7.2.1	Reflexion und Brechung in der Kristalloptik	262
7.2.2	Wellenausbreitung in Metallen	271
7.2.3	Hohl- und andere Wellenleiter	275
7.2.4	Beugung	282
7.3	Wellenerzeugung: Das Senderproblem	291
7.3.1	Spezifikation des Senders	291
7.3.2	Die Hertz'sche Dipolstrahlung	295
7.3.3	Höhere Multipolbeiträge	298
7.3.4	Die vollständige Multipolentwicklung	302
7.3.5	Ein exakt lösbares Senderproblem	304
7.4	Wellenerzeugung: Die Strahlung bewegter Punktladungen	310
7.4.1	Die Liénard-Wiechert Potentiale	310
7.4.2	Zur klassischen Bremsstrahlung	314
7.4.3	Zur Čerenkovstrahlung	318

8	Relativitätstheorie und Elektromagnetismus	323
8.1	Die Lorentztransformation	325
8.1.1	Das Michelson-Morley Experiment	326
8.1.2	Eine einfache Form der Transformationsgleichungen	329
8.2	Folgerungen aus der Lorentztransformation	333
8.2.1	Das Additionstheorem für Geschwindigkeiten	333
8.2.2	Die Lorentzkontraktion	337
8.2.3	Die Zeitdilatation	339
8.3	Der Minkowskiraum	343
8.3.1	Definition	343
8.3.2	Darstellung der Lorentztransformation	346
8.3.3	Formale Fassung I: Ko- und kontravariante Koordinaten	349
8.3.4	Formale Fassung II: Imaginäre Zeitkoordinate	354
8.4	Zur relativistischen Mechanik	357
8.4.1	Die Vierergeschwindigkeit	357
8.4.2	Der Viererimpuls und die relativistische Energie	360
8.4.3	Die relativistischen Bewegungsgleichungen	364
8.5	Elektrodynamik aus der Sicht der Relativitätstheorie	367
8.5.1	Die Potentialgleichungen	368
8.5.2	Die Feldgleichungen: Kovarianz der Maxwellgleichungen	369
8.5.3	Die Kraftgleichungen	375
8.5.4	Die Lagrangegleichungen	377
8.6	Die kurze Geschichte des Aethers und weitere historische Anmerkungen	381
	Literaturverzeichnis	385
	Lebensdaten	389
	Einheitensysteme der Elektrodynamik	395
A.1	Die Maßsysteme	395
A.2	Tabellen	401
	Formelsammlung: Formeln der Vektoranalysis	407
B.1	Mehrfachprodukte von Vektoren	407
B.2	Produktregeln für die Anwendung des ∇ -Operators	407
B.3	Zweifache Anwendung von ∇	408
B.4	Differentialoperatoren in Kugel- und Zylinderkoordinaten	408
	Winkelfunktionen	411
C.1	Legendrepolynome	411
C.1.1	Eigenschaften der Polynome P_l	412
C.1.2	Die Funktionen $Q_l(x)$	413
C.2	Zugeordnete Legendrefunktionen	413
C.3	Kugelflächenfunktionen	415
	Index	417