
Inhaltsverzeichnis

1	Mathematische Vorbereitungen	1
1.1	Dirac'sche δ -Funktion	2
1.2	Taylor-Entwicklung	7
1.3	Flächenintegrale	12
1.3.1	Orientierte Flächenelemente	12
1.3.2	Flächenintegrale	16
1.4	Differenzierungsprozesse für Felder	19
1.4.1	Integraldarstellung der Divergenz	19
1.4.2	Integraldarstellung der Rotation	22
1.5	Integralsätze	26
1.5.1	Der Gauß'sche Satz	26
1.5.2	Der Stokes'sche Satz	29
1.5.3	Die Green'schen Sätze	33
1.6	Zerlegungs- und Eindeutigkeitsatz	34
1.6.1	Zerlegungssatz	36
1.6.2	Eindeutigkeitsatz	38
1.7	Aufgaben	40
	Kontrollfragen	47
2	Elektrostatik	51
2.1	Grundbegriffe	53
2.1.1	Ladungen und Ströme	53

2.1.2	Coulomb'sches Gesetz, elektrisches Feld	57
2.1.3	Maxwell-Gleichungen der Elektrostatik	66
2.1.4	Feldverhalten an Grenzflächen	70
2.1.5	Elektrostatische Feldenergie	72
2.1.6	Aufgaben	75
2.2	Einfache elektrostatische Probleme	78
2.2.1	Plattenkondensator	78
2.2.2	Kugelkondensator	81
2.2.3	Zylinderkondensator	82
2.2.4	Der Dipol	84
2.2.5	Dipolschicht	89
2.2.6	Der Quadrupol	92
2.2.7	Multipolentwicklung	96
2.2.8	Wechselwirkung einer Ladungsverteilung mit einem äußeren Feld	100
2.2.9	Aufgaben	102
2.3	Randwertprobleme der Elektrostatik	106
2.3.1	Formulierung des Randwertproblems	106
2.3.2	Klassifikation der Randbedingungen	108
2.3.3	Green'sche Funktion	111
2.3.4	Methode der Bildladungen	116
2.3.5	Entwicklung nach orthogonalen Funktionen	124
2.3.6	Separation der Variablen	129
2.3.7	Lösung der Laplace-Gleichung in Kugelkoordinaten	135
2.3.8	Potential einer Punktladung, sphärische Multipolmomente	138
2.3.9	Aufgaben	142
2.4	Elektrostatik der Dielektrika	150
2.4.1	Makroskopische Feldgrößen	150
2.4.2	Molekulare Polarisierbarkeit	159
2.4.3	Randwertprobleme, elektrostatische Energie	163
2.4.4	Aufgaben	166
	Kontrollfragen	169

3	Magnetostatik	173
3.1	Der elektrische Strom	175
3.1.1	Elektrischer Strom: geordnete Bewegung elektrischer Ladungen	176
3.1.2	Stromstärke I	176
3.1.3	Stromdichte \mathbf{j}	177
3.1.4	Kontinuitätsgleichung	177
3.1.5	Ohm'sches Gesetz	178
3.1.6	Stromfaden	181
3.1.7	Elektrische Leistung	181
3.1.8	Spezialfall: <i>dünn</i> er Draht \Rightarrow Stromfaden	182
3.2	Grundlagen der Magnetostatik	182
3.2.1	Biot-Savart-Gesetz	182
3.2.2	Maxwell-Gleichungen	187
3.2.3	Vektorpotential	188
3.2.4	Aufgaben	190
3.3	Magnetisches Moment	193
3.3.1	Magnetische Induktion einer lokalen Stromverteilung	193
3.3.2	Kraft und Drehmoment auf eine lokale Stromverteilung	197
3.3.3	Aufgaben	200
3.4	Magnetostatik in der Materie	201
3.4.1	Makroskopische Feldgrößen	202
3.4.2	Einteilung der magnetischen Stoffe	206
3.4.3	Feldverhalten an Grenzflächen	211
3.4.4	Randwertprobleme	212
3.4.5	Aufgaben	216
	Kontrollfragen	219

4	Elektrodynamik	221
4.1	Maxwell-Gleichungen	223
4.1.1	Faraday'sches Induktionsgesetz	223
4.1.2	Maxwell'sche Ergänzung	227
4.1.3	Elektromagnetische Potentiale	229
4.1.4	Feldenergie	234
4.1.5	Feldimpuls	238
4.1.6	Aufgaben	241
4.2	Quasistationäre Felder	244
4.2.1	Gegen- und Selbstinduktion	244
4.2.2	Magnetische Feldenergie	250
4.2.3	Wechselströme	251
4.2.4	Der Schwingkreis	259
4.2.5	Resonanz	265
4.2.6	Schaltvorgänge	267
4.2.7	Aufgaben	270
4.3	Elektromagnetische Wellen	274
4.3.1	Homogene Wellengleichung	275
4.3.2	Ebene Wellen	276
4.3.3	Polarisation ebener Wellen	281
4.3.4	Wellenpakete	285
4.3.5	Kugelwellen	291
4.3.6	Fourier-Reihen, Fourier-Integrale	294
4.3.7	Allgemeine Lösung der Wellengleichung	303
4.3.8	Energietransport in Wellenfeldern	305
4.3.9	Wellenausbreitung in elektrischen Leitern	308
4.3.10	Reflexion und Brechung elektromagnetischer Wellen am Isolator	316
4.3.11	Interferenz und Beugung	330
4.3.12	Kirchhoff'sche Formel	333

4.3.13	Beugung am Schirm mit kleiner Öffnung	336
4.3.14	Beugung an der Kreisscheibe; Poisson'scher Fleck	340
4.3.15	Beugung an der kreisförmigen Blende	343
4.3.16	Beugung am Kristallgitter	345
4.3.17	Übergang von der Wellenoptik zur „geometrischen Optik“	352
4.3.18	Aufgaben	360
4.4	Elemente der Funktionentheorie	369
4.4.1	Zahlenfolgen	370
4.4.2	Komplexe Funktionen	371
4.4.3	Integralsätze	374
4.4.4	Reihen komplexer Funktionen	381
4.4.5	Residuensatz	391
4.4.6	Aufgaben	397
4.5	Erzeugung elektromagnetischer Wellen	398
4.5.1	Inhomogene Wellengleichung	398
4.5.2	Zeitlich oszillierende Quellen	403
4.5.3	Elektrische Dipolstrahlung	406
4.5.4	Elektrische Quadrupol- und magnetische Dipolstrahlung	411
4.5.5	Bewegte Punktladungen	418
4.5.6	Aufgaben	429
	Kontrollfragen	432
	Lösungen der Übungsaufgaben	437
	Sachverzeichnis	671