

Inhalt

Einleitung	1
1. Die elektrische Ladung und das elektrostatische Feld im Vakuum	
1.1. Die elektrische Ladung und das elektrische Elementarquantum	3
1.2. Die elektrische Feldstärke und das elektrische Potential	6
1.3. Das Coulombsche Gesetz	9
1.4. Der elektrische Kraftfluß	13
1.5. Die Verteilung der Elektrizität auf Leitern	16
1.6. Beispiele zur Potentialtheorie	18
a) Der Kugelkondensator	18
b) Das gestreckte Rotationsellipsoid	20
c) Die Methode der konformen Abbildung	23
1.7. Influenzladungen	26
a) Eine Punktladung gegenüber einer leitenden Ebene	26
b) Eine Punktladung vor einer leitenden Kugel	27
c) Nochmalige Behandlung des Problems b). Die Legendreschen Kugelfunktionen .	29
1.8. Das elektrische Feld in großer Entfernung von den felderzeugenden Ladungen. Die Multipolfelder	33
a) Das Coulomb-Feld	33
b) Das Dipolfeld	33
c) Das Quadrupolfeld	35
d) Das allgemeine Multipolfeld	38
Aufgaben zum 1. Kapitel	40
2. Elektrostatik der Dielektrika	
2.1. Der Plattenkondensator mit dielektrischer Zwischenschicht	41
2.2. Die elektrische Polarisation	43
2.3. Die elektrostatischen Grundgleichungen in Isolatoren. Der Maxwellsche Verschiebungsvektor	47
2.4. Beispiele zur Elektrostatik der Dielektrika	49
a) Eine Punktladung gegenüber einem dielektrischen Halbraum	49
b) Eine dielektrische Kugel im homogenen elektrischen Feld	51
c) Das homogen polarisierte Ellipsoid. Der Entelektrisierungsfaktor	52
Aufgaben zum 2. Kapitel	56

VI Inhalt

3. Kraftwirkungen und Energieverhältnisse im elektrostatischen Feld

3.1. Systeme von Punktladungen im Vakuum	57
a) Der Dipol im elektrostatischen Feld	58
b) Der Quadrupol im elektrostatischen Feld	60
3.2. Die Feldenergie bei Anwesenheit von Leitern. Der Satz von Thomson	61
3.3. Die Feldenergie eines elektrostatischen Systems bei Anwesenheit von Isolatoren	65
3.4. Die elektrische Kraftdichte in einem polarisierten Dielektrikum	72
3.5. Die Maxwell'schen Spannungen	75
3.6. Elektrische Kraftwirkungen in homogenen Flüssigkeiten und Gasen	78
Aufgaben zum 3. Kapitel	81

4. Die Gesetze des elektrischen Stroms

4.1. Stromstärke und Stromdichte.	82
4.2. Das Ohmsche Gesetz	85
4.3. Eingeprägte Kräfte. Die galvanische Kette	89
4.4. Trägheitseffekte der Metallelektronen	92
4.5. Die Joulesche Wärme	95
Aufgaben zum 4. Kapitel	97

5. Das magnetische Feld

5.1. Die Lorentz-Kraft und die magnetische Induktion	98
5.2. Der Ringstrom als magnetischer Dipol	100
5.3. Das Faradaysche Induktionsgesetz	103
5.4. Das Magnetfeld von stationären Strömen im Vakuum. Das Oersted'sche Gesetz	107
5.5. Die Magnetisierung	113
5.6. Die magnetisierbaren Substanzen	119
1. Der Diamagnetismus	120
2. Der Paramagnetismus	121
3. Der Ferromagnetismus	121
Aufgaben zum 5. Kapitel	125

6. Elektrodynamik quasistationärer Ströme

6.1. Selbstinduktion und wechselseitige Induktion	126
6.2. Stromkreise mit Widerständen und Induktivitäten. Das Vektordiagramm	130
6.3. Stromkreis mit Widerstand, Induktivität und Kapazität	133
6.4. Der Energiesatz für ein System von linearen Strömen	136
Aufgaben zum 6. Kapitel	140

7. Die allgemeinen Grundgleichungen des elektromagnetischen Feldes

7.1. Die Vervollständigung der Maxwell-Gleichungen	141
7.2. Die Maxwell-Gleichungen bei Verwendung allgemeiner Koordinaten	144

7.3. Der Energiesatz in der Maxwellschen Theorie	148
7.4. Der Impulssatz in der Maxwellschen Theorie	153
Aufgaben zum 7. Kapitel	156
8. Elektromagnetische Wellen	
8.1. Elektromagnetische Wellen im Vakuum	157
8.2. Die Materialkonstanten bei elektromagnetischen Wellen in der Materie	161
a) Der dynamische Wert der Leitfähigkeit	162
b) Der dynamische Wert der Dielektrizitätskonstante	164
8.3. Ebene Wellen in homogener Materie	166
8.4. Die Reflexion elektromagnetischer Wellen an Grenzflächen	170
8.5. Die Stromverdrängung (Skin-Effekt)	173
8.6. Drahtwellen	176
8.7. Wellen in Hohlleitern	181
Aufgaben zum 8. Kapitel	184
9. Das Feld vorgegebener Ladungs- und Stromverteilungen	
9.1. Das Feld einer gleichförmig bewegten Ladung	185
9.2. Energie- und Impulsverhältnisse bei einem gleichförmig bewegten Teilchen	190
9.3. Die elektromagnetischen Potentiale einer allgemeinen Ladungs- und Stromverteilung	193
9.4. Das elektromagnetische Feld einer beliebig bewegten Ladung	197
9.5. Die Ausstrahlung eines Senders elektromagnetischer Wellen	201
9.6. Die Multipole und ihre Strahlungsanteile	205
Aufgaben zum 9. Kapitel	209
10. Die physikalischen und begrifflichen Grundlagen der Relativitätstheorie	
10.1. Das Relativitätsprinzip in der Elektrodynamik	210
10.2. Revision des Raum-Zeit-Begriffs	215
10.3. Die Lorentz-Transformation	217
10.4. Folgerungen aus der Lorentz-Transformation	220
a) Maßstäbe und Uhren bei der Lorentz-Transformation	220
b) Geometrische Darstellung der Lorentz-Transformation	221
c) Das Einsteinsche Additionstheorem der Geschwindigkeiten	223
10.5. Der Übergang zum vierdimensionalen Raum-Zeit-Kontinuum	226
10.6. Die allgemeine Lorentz-Transformation im vierdimensionalen Raum	230
Aufgaben zum 10. Kapitel	234
11. Die relativistische Elektrodynamik	
11.1. Die Feldgleichungen	234
11.2. Die Viererstromdichte	241

VIII Inhalt

11.3. Der Momententensor	245
11.4. Die Kraftdichte und der Energie-Impuls-Tensor des elektromagnetischen Feldes im Vakuum	250
11.5. Die ebene Lichtwelle	255
11.6. Das Strahlungsfeld eines bewegten Elektrons	260
Aufgaben zum 11. Kapitel	261
12. Die relativistische Mechanik	
12.1. Die Mechanik eines Massenpunktes	262
12.2. Die Trägheit der Energie.	265
12.3. Die mechanischen Spannungen	270
a) Die Energie-Impuls-Bilanz beim Elektron	270
b) Der Versuch von Trouton und Noble	272
Aufgaben zum 12. Kapitel	275
13. Vektor- und Tensorrechnung im dreidimensionalen Raum	
13.1. Vektoralgebra	276
a) Der Vektor	276
b) Das Skalarprodukt	276
c) Der Verschiebungsvektor ds und die Vektordarstellung bei Verwendung allgemeiner Koordinaten	277
d) Das Vektorprodukt	278
e) Das Spatprodukt und die Komponentendarstellung des Vektorproduktes	279
f) Weitere Produktbildungen	280
13.2. Vektoranalysis	281
a) Differentiation eines Vektors nach einem Parameter	281
b) Der Gradient	282
c) Die Divergenz	283
d) Der Laplace-Operator Δ	284
e) Die Rotation	285
f) Die räumlichen Polarkoordinaten als Beispiel	287
g) Die Integralsätze der Vektoranalysis	288
13.3. Tensoralgebra	289
a) Der Tensor und seine Komponenten	289
b) Allgemeine Rechenregel für Tensoren	290
c) Der orthogonale Tensor und die allgemeine Transformation von Tensoren	291
d) Das Symmetrieverhalten von Tensoren	292
e) Schiefsymmetrische Tensoren	293
f) Symmetrische Tensoren	295
14. Formelzusammenstellung	296
15. Lösung der Aufgaben	300
Sachverzeichnis	307