

Inhalt

Vorwort — V

1 Einführung — 1

- 1.1 Vom Spektakel zur Wissenschaft — 1
- 1.2 Bedeutende Wissenschaftler — 3
- 1.3 Elektrische Größen im SI-Einheiten-System — 7
- 1.4 Tabellen — 8

2 Elektrostatik — 13

- 2.1 Elektrische Ladung — 13
 - 2.1.1 Phänomene — 13
 - 2.1.2 Ladungsträger — 14
 - 2.1.3 Influenz — 16
- 2.2 Kräfte auf Ladungen und elektrisches Feld — 19
 - 2.2.1 Coulomb-Gesetz — 19
 - 2.2.2 Elektrische Feldstärke — 22
 - 2.2.3 Elektrisches Potenzial und Spannung — 25
 - 2.2.4 Energieerhaltungssatz — 28
- 2.3 Elektrische Felder von mehreren Punktladungen — 33
 - 2.3.1 Gesamtfeld und Ladungsschwerpunkt — 33
 - 2.3.2 Elektrischer Dipol — 34
 - 2.3.3 Elektrischer Dipol in elektrischen Feldern — 39
- 2.4 Elektrische Felder beliebig verteilter Ladungen — 43
 - 2.4.1 Das Gesetz von Gauß — 43
 - 2.4.2 Felder einfacher Ladungsverteilungen — 46
 - 2.4.3 Der Plattenkondensator — 50
- 2.5 Kapazität — 54
 - 2.5.1 Definition — 54
 - 2.5.2 Kondensatoren — 55
 - 2.5.3 Zusammengeschaltete Kondensatoren — 58
- 2.6 Materie in elektrischen Feldern — 59
 - 2.6.1 Elektrische Leiter — 59
 - 2.6.2 Polarisierung von Dielektrika — 62
 - 2.6.3 Dielektrika im Plattenkondensator — 65
 - 2.6.4 Elektrische Felder in Dielektrika — 69
- 2.7 Energiedichte des elektrischen Felds — 70
- 2.8 Anwendungen der Elektrostatik — 76
 - 2.8.1 Ablenkung geladener Teilchenströme im Vakuum — 76
 - 2.8.2 Millikan-Fletcher-Experiment — 77

- 2.8.3 Xerografie — **79**
- 2.8.4 Elektrische Felder auf der Erde — **80**

3 Elektrischer Strom — 85

- 3.1 Definition und Einordnung — **85**
 - 3.1.1 Elektrische Stromstärke — **85**
 - 3.1.2 Stromdichte — **86**
 - 3.1.3 Ladungserhaltung — **86**
 - 3.1.4 Arten elektrischer Ströme — **87**
- 3.2 Ohmsches Gesetz — **89**
 - 3.2.1 Elektrisches Feld bei stationärem Strom — **89**
 - 3.2.2 Elektrische Leitfähigkeit — **90**
 - 3.2.3 Elektrischer Widerstand — **91**
 - 3.2.4 Mikroskopisches Modell des ohmschen Widerstands — **94**
 - 3.2.5 Temperaturabhängigkeit des elektrischen Widerstands in Feststoffen — **97**
 - 3.2.6 Stromleistung — **99**
- 3.3 Gleichstromkreise — **100**
 - 3.3.1 Symbole und Darstellungen — **100**
 - 3.3.2 Kirchhoffsche Regeln — **102**
 - 3.3.3 Laden und Entladen von Kondensatoren — **104**
- 3.4 Quellen und Messgeräte — **106**
 - 3.4.1 Innenwiderstände von Quellen — **106**
 - 3.4.2 Galvanische Zellen — **108**
 - 3.4.3 Strom- und Spannungsmessungen — **114**
- 3.5 Andere elektrische Ströme – eine Übersicht — **116**
 - 3.5.1 Ionenleitung — **116**
 - 3.5.2 Elektrische Ströme in Gasen — **122**

4 Magnetostatik — 130

- 4.1 Phänomene und Beobachtungen — **130**
 - 4.1.1 Magnetismus – seid alters vertraut — **130**
 - 4.1.2 Permanentmagnete — **131**
 - 4.1.3 Magnetfeld und elektrische Ströme — **136**
- 4.2 Magnetisches Feld — **137**
- 4.3 Lorentz-Kraft — **139**
 - 4.3.1 Definition — **139**
 - 4.3.2 Anwendungen — **140**
- 4.4 Magnetfelder elektrischer Ströme — **147**
 - 4.4.1 Geradliniger Leiter — **147**
 - 4.4.2 Das Biot-Savart-Gesetz — **148**

4.4.3	Ampèresches-Durchflutungsgesetz — 150
4.4.4	Das magnetische Dipolmoment — 155
4.4.5	Magnetisches Dipolmoment einer Punktladung auf einer Kreisbahn — 158
4.5	Materie im magnetischen Feld — 161
4.5.1	Magnetisierung — 161
4.5.2	Magnetismus der Materie — 162
4.5.3	Magnetfeld an Grenzflächen — 167
4.5.4	Ferromagnete in Spulen — 168
4.5.5	Energiedichte des magnetischen Felds — 170
4.5.6	Magnete — 170
4.6	Elektrostatik und Magnetostatik — 172
4.6.1	Vektorpotenzial — 172
4.6.2	Gegenüberstellung physikalischer Größen — 173
5	Induktion und Verschiebungsstrom — 177
5.1	Faradaysches Induktionsgesetz — 177
5.1.1	Induktionsphänomene — 177
5.1.2	Induktionsgesetz — 179
5.1.3	Lenzsche Regel — 183
5.2	Induktivität — 188
5.2.1	Definition — 188
5.2.2	Ein- und Auschaltvorgänge an Induktivitäten — 189
5.2.3	Zusammengeschaltete Induktivitäten — 191
5.2.4	Transformatoren — 191
5.2.5	Energiedichte des magnetischen Felds — 197
5.3	Maxwellscher Verschiebungsstrom — 198
5.4	Umwandlung zwischen mechanischer und elektromagnetischer Energie — 200
5.4.1	Generatoren — 200
5.4.2	Elektromotoren — 205
6	Wechselspannungen und -ströme — 210
6.1	Grundbegriffe — 210
6.1.1	Zeitabhängigkeiten — 210
6.1.2	Effektivwerte — 211
6.2	Komplexer Wechselstromwiderstand — 212
6.2.1	Komplexe Zahlen – eine kurze Erinnerung — 213
6.2.2	Anwendung komplexer Zahlen auf Wechselstromkreise — 214
6.2.3	Zusammengeschaltete Impedanzen — 218

6.3	Der elektrische Schwingkreis — 224
6.3.1	Impedanz des Serienschwingkreis — 224
6.3.2	Der elektrische Schwingkreis als harmonischer Oszillator — 226
6.3.3	Der freie, gedämpfte elektrische Oszillator — 228
6.4	Hertzscher Dipol — 229
6.4.1	Vom elektrischen Schwingkreis zum schwingenden Dipol — 229
6.4.2	Ablösung des elektromagnetischen Felds — 231
6.4.3	Elektrische und magnetische Felder im Fernfeld des hertzschen Dipols — 234
6.5	Beschleunigte Punktladungen — 236
7	Elektromagnetische Wellen — 241
7.1	Eigenschaften elektromagnetischer Wellen im materiefreien Raum — 241
7.1.1	Wellengleichung — 241
7.1.2	Polarisation — 243
7.1.3	Spektrum — 245
7.1.4	Intensität — 250
7.1.5	Wellenimpuls und Strahlungsdruck — 251
7.1.6	Wellenausbreitung — 253
7.2	Elektromagnetische Wellen in Materie — 256
7.2.1	Reflexion — 256
7.2.2	Brechung — 256
7.2.3	Totalreflexion — 260
7.2.4	Brewster-Polarisation — 262
7.2.5	Dispersion — 263
7.2.6	Absorption — 268
7.2.7	Streuung — 270
7.3	Elektromagnetische Wellen in anisotropen und inhomogenen Medien — 271
7.3.1	Doppelbrechung — 272
7.3.2	Inhomogene Medien — 275
7.4	Polarisation elektromagnetischer Wellen — 277
8	Wellenoptik — 283
8.1	Kohärenz — 283
8.1.1	Superpositionsprinzip und Interferenz — 283
8.1.2	Kohärenz von Lichtwellen unterschiedlicher Quellen — 283
8.1.3	Kohärenzspalt — 284
8.2	Interferenz an dünnen Schichten — 285
8.2.1	Zweistrahlinterferenz — 286
8.2.2	Interferenz an Schichten wechselnder Dicke — 287

8.2.3	Vielstrahlinterferenz —	289
8.3	Interferometrie —	292
8.3.1	Prinzip —	292
8.3.2	Anwendung: Michelson-Morley-Miller-Experimente und die Widerlegung der Ätherhypothese —	294
8.4	Beugung —	299
8.4.1	Grundlagen —	299
8.4.2	Beugung am Strichgitter in Fraunhofer-Näherung —	301
8.4.3	Beugung am Einfachspalt in Fraunhofer-Näherung —	307
8.4.4	Beugung am Gitter mit endlich breiten Spalten in Fraunhofer-Näherung —	310
8.4.5	Weitere Beugungsphänomene —	314
9	Geometrische Optik —	319
9.1	Grundlagen der Strahlenoptik —	319
9.1.1	Begriffe —	319
9.1.2	Licht und Schatten —	322
9.1.3	Lochkamera —	323
9.2	Spiegel —	324
9.2.1	Ebener Spiegel —	324
9.2.2	Sphärischer Hohlspiegel —	326
9.3	Linsen —	331
9.3.1	Abbildung durch eine brechende, sphärische Grenzfläche —	331
9.3.2	Dünne Linsen —	333
9.3.3	Die Brennebene —	339
9.3.4	Zusammengesetzte dünne Linsen —	341
9.4	Aberrationen —	342
9.4.1	Monochromatische Aberrationen —	342
9.4.2	Chromatische Aberration —	346
9.5	Optische Instrumente —	347
9.5.1	Das menschliche Auge —	347
9.5.2	Die Lupe —	352
9.5.3	Kepler-Fernrohr —	352
9.5.4	Einfaches Mikroskop —	355
9.6	Auflösungsvermögen optischer Instrumente —	356
9.6.1	Rayleigh-Kriterium —	356
9.6.2	Abbe-Kriterium —	359
9.7	Wellenfronten in der gaußschen Optik —	360
9.7.1	Sphärischer Hohlspiegel —	360
9.7.2	Sphärische Sammellinse —	361

10 Grundbegriffe der speziellen Relativitätstheorie — 365

10.1 Einsteinsche Kinematik — 365

10.1.1 Postulate — 365

10.1.2 Lorentz-Transformation — 366

10.1.3 Der Verlust der Gleichzeitigkeit — 368

10.1.4 Lorentz-Fitzgerald-Längenkontraktion — 368

10.1.5 Zeitdilatation — 369

10.2 Einsteinsche Dynamik — 372

10.2.1 Impuls, Kraft und Massenzunahme — 372

10.2.2 Kinetische Energie und Masse — 374

10.3 Anwendung auf bewegte Ladungen — 376

10.3.1 Magnetismus — 376

10.3.2 Magnetfeld bewegter Punktladungen — 378

Bildnachweis — 381

Stichwortverzeichnis — 382