

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 Polarisation 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 – seit 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 Ausschaltvorgänge 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	Zweistrahlerinterferenz — 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 Beugungssphänomene — 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	Einsti nsche 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	Einsti nsche 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

E1 **Erratum zu: Physik für das Lehramt**