

Inhalt

Vorwort — V

Zum Inhalt von Band III — VII

Danksagung — IX

Symbolverzeichnis Band III — XVI

1	Elektrostatik — 1
1.1	Coulombsches Gesetz, Elementarladung, elektrisches Feld — 3
1.1.1	Coulombsches Gesetz — 3
1.1.2	Elektrische Ladung — 5
1.1.3	Elektrisches Feld und elektrische Feldstärke — 8
1.2	Elektrischer Fluss, Gaußsches Gesetz — 12
1.2.1	Elektrischer Fluss — 12
1.2.2	Gaußsches Gesetz — 13
1.2.3	Anwendungsbeispiele — 15
1.3	Elektrostatisches Potenzial — 18
1.4	Der elektrische Dipol — 26
1.4.1	Multipole — 26
1.4.2	Der elektrische Dipol — 29
1.4.3	Der Dipol im elektrischen Feld — 33
1.4.4	Der elektrische Quadrupol — 36
1.5	Influenz, Kondensator, gespeicherte elektrische Energie — 38
1.5.1	Influenz — 38
1.5.2	Der Kondensator (<i>Capacitor</i>) — 42
1.5.3	Im elektrischen Feld gespeicherte Energie — 47
1.6	Das elektrische Feld im Dielektrikum — 51
1.6.1	Die dielektrische Polarisation — 52
1.6.2	Bestimmungsgleichung des elektrischen Feldes im Medium — 62
1.6.3	Die elektrische Feldenergie im Dielektrikum — 65
1.7	Zusammenhang der elektrostatischen und mechanischen Bestimmungsgleichungen — 67
1.7.1	Elektrostatik als Fernwirkungstheorie — 67
1.7.2	Elektrostatik als Nahwirkungstheorie — 68
1.7.3	Elektrostatik in Substanzen — 69
1.7.4	Bestimmungsgleichungen des elektrischen Feldes bei gegebener Ladungsverteilung — 70
	Zusammenfassung — 71

- Anhang 1 Die Clausius-Mosotti-Gleichung — 77
- Anhang 2 Elektrisches Feld an Grenzflächen — 81
 - A2.1 Grenzfläche zwischen Dielektrika — 81
 - A2.2 Feldkomponenten auf einer Leiteroberfläche — 85
- Anhang 3 Der elektrische Quadrupoltensor — 87

2 Stationäre elektrische Ströme — 91

- 2.1 Der elektrische Strom — 91
 - 2.1.1 Der Strom als Ladungstransport — 91
 - 2.1.2 Wirkung und Richtung des elektrischen Stromes — 94
 - 2.1.3 Die Kontinuitätsgleichung — 95
 - 2.1.4 Driftgeschwindigkeit und elektrischer Widerstand — 96
 - 2.1.5 Stromleistung und Joulesche Wärme — 102
- 2.2 Einfache Schaltkreise — 103
 - 2.2.1 Ohmscher Widerstand und Spannungsteiler — 103
 - 2.2.2 Aufladung und Entladung eines Kondensators — 105
 - 2.2.3 Die Kirchhoffschen Regeln — 110
 - 2.2.4 Serien- und Parallelschaltung von Widerständen, Widerstandsvergleich in der Wheatstone Brücke — 111
 - 2.2.5 Schaltung von Strom- und Spannungsmessern — 113
 - 2.2.6 „Eingeprägte Kraft“: *EMK* und *EKL*; Innenwiderstand von Spannungsquellen — 114
- 2.3 Mechanismen der Stromleitung — 118
 - 2.3.1 Festkörper: Leiter und Halbleiter — 118
 - 2.3.2 Leitungsmechanismen in Flüssigkeiten (Elektrolyse); Faraday-Gesetze — 120
 - 2.3.3 Stromleitung in Gasen und im Vakuum — 122
- Zusammenfassung — 126

3 Statische Magnetfelder (Magnetfeld stationärer Ströme) — 133

- 3.1 Die Lorentz-Kraft — 136
 - 3.1.1 Die Kraft auf bewegte Ladungen im Magnetfeld — 136
 - 3.1.2 Magnetische Feldlinien — 139
 - 3.1.3 Magnetischer Fluss und magnetisches Gaußsches Gesetz — 141
 - 3.1.4 Gekreuztes elektrisches und magnetisches Feld — 142
 - 3.1.4.1 Bestimmung der *spezifischen Ladung* e/m des Elektrons nach J. J. Thomson, Massenspektrometer — 142
 - 3.1.4.2 Hall-Effekt — 146
 - 3.1.4.3 Zyklotron und Synchrozyklotron, Synchrotron — 149
 - 3.1.5 Stromdurchflossener Leiter und Leiterschleife im Magnetfeld, magnetischer Dipol — 153
- 3.2 Das Magnetfeld stationärer Ströme — 160

3.2.1	Das Gesetz von Biot-Savart — 160
3.2.2	Beispiele für Feldberechnungen — 162
3.2.2.1	Langer gerader Leiter — 162
3.2.2.2	Kreisbogen, Kreisschleife, ideale Spule — 164
3.2.3	Das Amperesche Gesetz (Durchflutungsgesetz, Verkettungsgesetz, <i>Ampere's circuital law</i>) — 165
3.2.4	Beispiele für Magnetfeldberechnungen — 168
3.2.4.1	Magnetfeld einer langen Spule (Solenoid) — 168
3.2.4.2	Magnetfeld eines Toroids — 171
3.2.5	Die stromdurchflossene Leiterschleife als magnetischer Dipol — 172
3.2.6	Das Vektorpotenzial — 177
3.3	Elektromagnetisches Feld und Relativitätsprinzip — 179
3.3.1	Kraft zwischen parallelen, stromdurchflossenen Leitern — 179
3.3.2	Kraft zwischen bewegten Ladungen — 181
3.3.3	Das elektrische Feld einer bewegten Ladung — 182
3.3.4	Ablenkung eines Elektronenstrahls im Magnetfeld eines zum Strahl parallelen, stromdurchflossenen Leiters — 190
3.3.5	Die Transformationsgleichungen des elektromagnetischen Feldes — 201
3.3.6	Das Biot-Savart-Gesetz als relativistisches Coulomb-Gesetz — 205
3.3.7	Parallel zueinander bewegte Ladungen — 207
3.4	Magnetismus der Materie — 209
3.4.1	Magnetisierung und magnetische Suszeptibilität — 209
3.4.2	Das magnetische Moment von Atomen — 217
3.4.3	Diamagnetismus — 219
3.4.4	Paramagnetismus — 221
3.4.5	Ferromagnetismus — 223
3.4.6	Antiferro- und Ferrimagnete — 230
3.5	Rückblick auf statische Felder — 232
	Zusammenfassung — 235
Anhang 1	Magnetfeld innerhalb und außerhalb eines stromdurchflossenen, geraden Leiters — 242
Anhang 2	Lorentz-Transformation von Impuls, Energie und Kraft — 243
Anhang 3	Gaußsche Methode der Bestimmung des magnetischen Moments eines Stabmagneten und der Horizontalkomponente des Erdmagnetfeldes — 248
4	Zeitlich veränderliche Felder und Maxwell Gleichungen — 253
4.1	Faradaysches Induktionsgesetz — 254
4.2	Selbstinduktion, Gegeninduktion, Energie des elektromagnetischen Feldes — 262
4.2.1	Selbstinduktion — 262

- 4.2.2 Schaltvorgang im *LR-Kreis* — **265**
- 4.2.3 Gegeninduktion (*mutual induction*) — **268**
- 4.2.4 Die Energie des elektromagnetischen Feldes — **269**
- 4.3 Induzierte Magnetfelder — **271**
- 4.4 Die Maxwell-Gleichungen — **277**
- Zusammenfassung — **279**
- Anhang 1 Der Maxwellsche Verschiebungsstrom (Maxwellsche Ergänzung, *displacement current*) — **284**

5 Wechselstromkreis und elektromagnetische Schwingungen und Wellen — 289

- 5.1 Der Wechselstromkreis — **290**
 - 5.1.1 Nur rein ohmscher Widerstand R im Kreis — **290**
 - 5.1.2 Wechselstromleistung am ohmschen Widerstand, Effektivwert, Zeigerdiagramm — **291**
 - 5.1.3 Nur eine Spule mit Induktivität L im Kreis — **294**
 - 5.1.4 Nur ein Kondensator mit Kapazität C im Kreis — **298**
 - 5.1.5 Der R - L - und der R - C -Kreis — **301**
 - 5.1.6 Der L - C - R Serien-Kreis — **306**
 - 5.1.7 Wechselstromleistung bei Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung — **310**
 - 5.1.8 Der Transformator — **314**
- 5.2 Der elektromagnetische Schwingkreis — **317**
 - 5.2.1 Der freie, ungedämpfte Schwingkreis — **317**
 - 5.2.2 Gedämpfte Schwingung im freien L - C - R -Kreis — **320**
 - 5.2.3 Erzwungene Schwingung — **324**
 - 5.2.3.1 Serienschwingkreis (Spannungsresonanz) — **324**
 - 5.2.3.2 Parallelschwingkreis (Stromresonanz) — **329**
- 5.3 Der „offene“ Schwingkreis = Hertzscher Dipol — **333**
- 5.4 Die Abstrahlung einer beschleunigten Ladung — **342**
- 5.5 Elektromagnetische Wellen — **344**
 - 5.5.1 Rückblick auf den Maxwellschen Verschiebungsstrom (= Maxwellsche Ergänzung) und die Ladungserhaltung (Kontinuitätsgleichung) — **344**
 - 5.5.2 Die Wellengleichung — **346**
 - 5.5.3 Ebene elektromagnetische Wellen — **348**
 - 5.5.4 Energietransport, Impulstransport und Drehimpuls einer elektromagnetischen Welle — **355**
 - 5.5.5 Wellenausbreitung auf Leitungen — **362**
 - 5.5.6 Das elektromagnetische Spektrum — **369**
- Zusammenfassung — **372**
- Anhang 1 Der Transformator — **378**

A1.1	Unbelasteter, idealer Eisentransformator —	378
A1.2	Belastung der Sekundärspule mit einer Impedanz \vec{Z} —	379
Anhang 2	Zur Synchrotronstrahlung —	382
Anhang 3	Übertragung von Drehimpuls durch eine elektromagnetische Welle —	386
A3.1	Übertragung von Drehimpuls durch eine elektromagnetische Welle auf frei bewegliche Metallelektronen in einem klassischen Modell —	386
A3.2	Übertragung von Drehimpuls durch eine elektromagnetische Welle auf Moleküle mit Dipolmoment in einem klassischen Modell —	390
Anhang 4	Lösung der Telegraphengleichung —	392
Literatur —		401
Register —		403