

Inhaltsverzeichnis

Seite

<u>1. Elektrostatik.</u>	1
1.1. Der Begriff der elektrischen Ladung	1
1.2. Masssysteme	7
1.2.1. Historische Bemerkungen	7
1.2.2. Das heutige internationale Masssystem SI	11
1.3. Das Coulomb'sche Gesetz	14
1.4. Das elektrische Feld $\vec{E}$ und das elektrostatische Potential V	16
1.5. Der Feldfluss und der Satz von Gauss	20
1.6. Feldlinien und Äquipotentialflächen	29
1.7. Die Gleichung von Laplace	30
1.8. Die Gleichung von Poisson	35
1.9. Der Kondensator und der Begriff der Kapazität	38
1.10. Die elektrostatische Energie	43
1.10.1. Der Satz der elektrostatischen Energie	43
1.10.2. Die Energiedichte des elektrischen Feldes	44
1.11. Nichtleitende Materie im elektrischen Feld	48
1.11.1. Demonstrationsexperimente zur Einleitung	48
1.11.2. Induzierte elektrische Dipole	48
1.11.3. Permanente elektrische Dipole	50
1.11.4. Die dielektrische Polarisation	52
1.11.5. Phänomenologische Charakterisierung des dielektrischen Materials	55
1.11.6. Der Satz von Gauss im Dielektrikum	58
1.11.7. Energiebetrachtungen	62
1.11.8. Elektrostatische Kräfte zwischen geladenen Körpern im Dielektrikum	64
1.11.9. Bedingungen an Grenzflächen	67

2. Der elektrische Strom

2.1. Die einfachsten Modellvorstellungen	71
2.1.1. Der Strom als bewegte Ladung	71
2.1.2. Der Strom bei vielen bewegten Ladungsträgern	73
2.1.3. Ionenleitung in Elektrolyten	75
2.1.4. Das Gas-Modell eines Leiters	80
2.2. Phänomenologische Beziehungen	82
2.2.1. Der Widerstand R und der spezifische Widerstand ρ	82
2.2.2. Die Joule'sche Wärme	84
2.3. Bemerkungen zur Leitfähigkeit der Metalle	84
2.4. Das Stromdichtefeld und die Kontinuitätsgleichung	85
2.4.1. Das Stromdichtefeld im stationären Zustand	85
2.4.2. Das stationäre Stromdichtefeld bei nicht-Ohm'schem Ladungstransport	88
2.4.3. Nichtstationäre Ströme	90
2.4.4. Der Polarisationsstrom im Dielektrikum	91
2.4.5. Das RC -Glied als Schaltelement	92

3. Das Magnetfeld stationärer Ströme

3.1. Die Kraftwirkung zwischen Strömen	94
3.2. Die Lorentz-Kraft und das Feld $\vec{B}$	95
3.3. Ströme als Erzeuger des Feldes $\vec{B}$	98
3.3.1. Das Feld $\vec{B}$ des unendlich langen, geraden Leiters	98
3.3.2. Das Zirkulationsintegral der magnetischen Induktion	101
3.3.3. Anwendung des Zirkulationsintegrals bei der Berechnung des Feldes $\vec{B}$	102
3.3.4. Der Zusammenhang zwischen dem Vektorfeldern $\vec{j}$ und $\vec{B}$	104
3.3.5. Das Vektorpotential $\vec{A}$	106

<u>IV</u>		<u>V</u>
1	<u>4. Die Lorentz - Kraft</u>	110
1	4.1. Die Relativität elektrischer und magnetischer Felder	110
3	4.2. Ein einfaches Experiment zur Relativität elektrischer und magnetischer Felder	114
5	4.3. Die Unipolarmaschine	116
2	4.4. Freie Elektronen im homogenen Felde $\vec{B}$	122
2	4.5. Die Übertragung der Lorentz-Kraft auf das Leitermaterial	125
4	4.5.1. Die Biot-Savart - Kraft	125
4	4.5.2. Übertragung der Lorentz-Kraft bei zwei- und dreidimensionalen Leitern	126
5	4.5.3. Der Hall - Effekt	128
5	<u>5. Die Magnetisierung der Materie</u>	130
8	5.1. Der Begriff des magnetischen Momentes	130
2	5.2. Magnetische Momente von Atomen und anderen Teilchen	132
1	5.3. Die Definition der Magnetisierung	134
1	5.4. Phänomenologische Betrachtung der Magnetisierung und der Molekularströme	134
1	5.5. Das Feld $\vec{H}$ als phänomenologische Rechengröße	137
1	5.6. Das Beispiel des permanenten Magneten	139
1	5.7 Die Charakterisierung magnetischer Materialien	141
	5.7.1. Ferromagnetische Materialien	141
	5.7.2. Nicht-ferromagnetische Materialien	143
	5.8. Bedingungen an Grenzflächen	145
	<u>6. Das Induktionsgesetz von Faraday</u>	149
	6.1. Eine experimentelle Tatsache und ihre Deutungen	149

6.1.1. Der Induktionsstrom im geschlossenen Leiterkreis	149
6.1.2. Induktionsgesetz und Lorentz-Kraft	154
6.2. Induktionsgesetz und Energieerhaltung	156
6.3. Fälle, bei denen die Integralform des Induktionsgesetzes nicht anwendbar ist.	158
6.4. Wirbelströme	160
6.5. Gegenseitige Induktion und Selbstinduktion	161
6.5.1. Die gegenseitige Induktion von Leiterschleifen	161
6.5.2. Der Koeffizient der Selbstinduktion	166
6.5.3. Die Selbstinduktion von Leitungen	170
6.5.4. Ein- und Ausschalten einer Selbstinduktion	172
6.6. Energiebetrachtungen	174
6.6.1. Die Energiedichte des magnetischen Feldes	174
6.6.2. Die Energie eines Systems von zwei Leiterschleifen	177
<u>7. Der Maxwell'sche Verschiebungsstrom</u>	177
7.1. Die Symmetrie der Beziehung zwischen $\vec{E}$ und $\vec{B}$ im Vakuum	177
7.2. Die Rotation der Felder $\vec{B}$ und $\vec{H}$ im allgemeinen Fall	179
<u>8. Zusammenfassung der wichtigsten Gleichungen</u>	180
<u>9. Aus der Technik der Wechselströme</u>	181
9.1. Die komplexe Schreibweise	181
9.2. Der Bereich der Anwendbarkeit der komplexen Schreibweise	192
9.3. Die Leistung eines Wechselstromes	193
9.4. Der Transformator	194
9.5. Resonanz und Schwingkreise	198
9.5.1. Serie-Resonanzkreis im eingeschwungenen Zustand	198

9.5.2. Der freischwingende RCL-Seriekreis	204
9.5.3. Der Q-Faktor des RCL-Seriekreises	205
9.5.4. Die Erzeugung von ungedämpften Schwingungen	206
9.5.5. Gekoppelte Schwingkreise	208
<u>10. Elektromagnetische Wellen</u>	212
10.1. Wellenfortpflanzung längs einer Doppelleitung	213
10.2. Die Impedanz einer Doppelleitung	218
10.2.1. Die unendlich lange Doppelleitung	218
10.2.2. Die Doppelleitung endlicher Länge	221
10.3. Wellenausbreitung im freien Raum	223
10.3.1. Demonstrationsexperiment zur Einleitung	223
10.3.2. Der Zusammenhang zwischen den Maxwell'schen Gleichungen und der Wellengleichung	224
10.3.3. Die ebene, laufende elektromagnetische Welle im nichtleitenden Medium	231
10.4. Der Energietransport in der elektromagnetischen Welle und der Poynting'sche Vektor	236
10.5. Das Problem der Abstrahlung: Der Hertz'sche Dipol	241
10.5.1. Abstrahlung elektromagnetischer Wellen durch einen oszillierenden elektrischen Dipol im Vakuum	241
10.5.2. Abstrahlung elektromagnetischer Wellen durch einen oszillierenden magnetischen Dipol im Vakuum	247
10.5.3. Die Streuung elektromagnetischer Wellen	248
<u>Nachwort</u>	253