

Inhaltsverzeichnis.

A. Elektrizitätslehre.

I.	Meßinstrumente für Strom und Spannung.	1
§ 1	Vorbemerkung	1
§ 2	Der elektrische Strom	1
§ 3	Technische Ausführung von Strommessern oder Amperemetern	6
§ 4	Die Eichung der Strommesser oder Amperemeter	7
§ 5	Die elektrische Spannung	8
§ 6	Technischer Aufbau statischer Spannungsmesser oder Voltmeter	8
§ 7	Die Eichung der Spannungsmesser oder Voltmeter	10
§ 8	Stromdurchflossene Spannungsmesser oder Voltmeter. Widerstand	10
§ 9	Einige Beispiele für Ströme und Spannungen verschiedener Größe	11
§ 10	Stromstöße und ihre Messung	13
§ 11	Strom- und Spannungsmesser kleiner Einstellzeit. Die BRAUNsche Röhre	15
§ 12	Elektrische Messung der Energie	15
II.	Das elektrische Feld.	17
§ 13	Vorbemerkung	17
§ 14	Grundbeobachtungen. Elektrische Felder verschiedener Gestalt	17
§ 15	Das elektrische Feld im Vakuum	21
§ 16	Die elektrischen Ladungen	22
§ 17	Feldzerfall durch Materie	23
§ 18	In Leitern können Ladungen wandern.	24
§ 19	Influenz und ihre Deutung.	25
§ 20	Sitz der ruhenden Ladungen auf der Leiteroberfläche	27
§ 21	Stromquellen für sehr hohe Spannungen	29
§ 22	Strom beim Feldzerfall	29
§ 23	Messung elektrischer Ladungen durch Stromstöße. Zusammenhang von Ladung und Strom	30
§ 24	Das elektrische Feld	32
§ 25	Proportionalität von Flächendichte der Ladung und elektrischer Feldstärke.	34
§ 26	Das elektrische Feld der Erde. Raumladung und Feldgefälle. Erste MAXWELLSche Gleichung.	36
§ 27	Kapazität von Kondensatoren und ihre Berechnung.	37
§ 28	Aufladung und Entladung eines Kondensators	40
§ 29	Kondensatoren verschiedener Bauart. Dielektrika und ihre Polarisierung	41

III.	Kräfte und Energie im elektrischen Feld.	45
§ 30	Drei Vorbemerkungen	45
§ 31	Der Grundversuch	45
§ 32	Die allgemeine Definition des elektrischen Feldes \mathbf{E}	47
§ 33	Erste Anwendungen der Gleichung $\mathbf{F} = Q\mathbf{E}$	47
§ 34	Druck auf die Oberfläche geladener Körper. Verkleinerung der Oberflächenspannung	50
§ 35	GUERICKE'S Schwebeversuch (1672). Elektrische Elementarladung $e = 1,60 \cdot 10^{-19}$ Amperesekunden	51
§ 36	Energie des elektrischen Feldes	54
§ 37	Elektrisches Potential und Äquipotentialflächen	54
§ 38	Elektrischer Dipol, elektrisches Dipolmoment	56
§ 39	Influenzierte und permanente elektrische Dipolmomente. Pyro- und piezoelektrische Kristalle	57
IV.	Das magnetische Feld.	60
§ 40	Herstellung magnetischer Felder durch elektrische Ströme	60
§ 41	Das magnetische Feld \mathbf{H}	63
§ 42	Bewegung elektrischer Ladungen erzeugt ein Magnetfeld. ROWLAND'Scher Versuch (1878)	65
§ 43	Auch die Magnetfelder permanenter Magnete entstehen durch Bewegung elektrischer Ladungen	66
V.	Die Induktionserscheinungen.	69
§ 44	Vorbemerkung	69
§ 45	Die Induktionserscheinungen (M. FARADAY, 1832)	69
§ 46	Induktion in ruhenden Leitern	71
§ 47	Definition und Messung des magnetischen Flusses Φ und der magnetischen Flußdichte \mathbf{B}	73
§ 48	Induktion in bewegten Leitern	74
§ 49	Allgemeine Form des Induktionsgesetzes	76
VI.	Die Verknüpfung elektrischer und magnetischer Felder.	78
§ 50	Vertiefte Auffassung der Induktion. Die zweite MAXWELL'Sche Gleichung	78
§ 51	Der magnetische Spannungsmesser	80
§ 52	Die magnetische Spannung des Leitungsstromes. Anwendungsbeispiele	81
§ 53	Verschiebungsstrom und die dritte der MAXWELL'Schen Gleichungen	84
§ 54	Die MAXWELL'Schen Gleichungen im Vakuum	87
VII.	Die Abhängigkeit der Felder vom Bezugssystem.	88
§ 55	Vorbemerkung	88
§ 56	Quantitative Auswertung des ROWLAND'Schen Versuches	88
§ 57	Deutung der Induktion in bewegten Leitern	89
§ 58	Die Felder und das Relativitätsprinzip	90
§ 59	Zusammenfassung: Das elektromagnetische Feld	93

VIII. Kräfte in magnetischen Feldern.	94
§ 60 Zur Vorführung der auf bewegte Ladungen wirkenden Kraft	94
§ 61 Kräfte zwischen zwei parallelen Strömen	95
§ 62 Regel von LENZ. Wirbelströme	97
§ 63 Dämpfung von Drehspulmeßgeräten. Kriechgalvanometer. Magnetischer Fluß bei verschiedenem Eisenschluß	100
§ 64 Das magnetische Moment m	101
§ 65 Lokalisierung des magnetischen Flusses	105
IX. Anwendungen der Induktion, insbesondere Generatoren und Elektromotoren.	110
§ 66 Vorbemerkung. Allgemeines über Stromquellen	110
§ 67 Induktive Stromquellen. Generatoren	111
§ 68 Elektromotoren	115
§ 69 Drehfeldmotoren für Wechselstrom	118
X. Trägheit des Magnetfeldes. Wechselströme.	121
§ 70 Die Selbstinduktion und die Induktivität L	121
§ 71 Die Trägheit des Magnetfeldes als Folge der Selbstinduktion	123
§ 72 Quantitatives über Wechselströme	127
§ 73 Spule im Wechselstromkreis	127
§ 74 Kondensator im Wechselstromkreis	130
§ 75 Spule und Kondensator im Wechselstromkreis in Reihe geschaltet	130
§ 76 Spule und Kondensator im Wechselstromkreis parallel geschaltet	132
§ 77 Leistung des Wechselstromes	133
§ 78 Transformatoren und Induktoren	134
XI. Elektrische Schwingungen.	136
§ 79 Vorbemerkung	136
§ 80 Freie elektrische Schwingungen	136
§ 81 Hochfrequente Wechselströme als Hilfsmittel für Schauversuche	138
§ 82 Erzeugung ungedämpfter elektrischer Schwingungen durch Selbststeuerung (Rückkopplung) mit Trioden	141
§ 83 Selbststeuerung (Rückkopplung) mit Dioden	143
§ 84 Erzwungene elektrische Schwingungen	144
§ 85 Quantitative Behandlung erzwungener Schwingungen eines aus Kondensator und Spule gebildeten Kreises	145
XII. Elektromagnetische Wellen.	149
§ 86 Vorbemerkung	149
§ 87 Ein einfacher elektrischer Schwingkreis	150
§ 88 Der stabförmige elektrische Dipol	150
§ 89 Stehende Wellen zwischen zwei parallelen Drähten, LECHER-System	155
§ 90 Fortschreitende elektromagnetische Wellen zwischen zwei parallelen Drähten. Ihre Geschwindigkeit	157
§ 91 Der Verschiebungsstrom des Dipols. Die Ausstrahlung freier elektromagnetischer Wellen	158
§ 92 Wellenwiderstand	164
§ 93 Wesensgleichheit der elektromagnetischen Wellen und der Lichtwellen	165

§ 94	Technische Bedeutung der elektromagnetischen Wellen	166
§ 95	Die Erzeugung ungedämpfter Wellen im Zentimetergebiet. Schauversuche zur Wellenoptik	166
§ 96	Hohlleiter für kurze elektromagnetische Wellen (Mikrowellen)	168
XIII.	Materie im elektrischen Feld.	173
§ 97	Einleitung. Die Dielektrizitätskonstante ε	173
§ 98	Messung der Dielektrizitätskonstante ε	173
§ 99	Zwei aus der Dielektrizitätskonstante ε abgeleitete Größen	174
§ 100	Unterscheidung von dielektrischen, parelektrischen und ferroelektrischen Stoffen	174
§ 101	Definition der elektrischen Feldgrößen E und D im Inneren der Materie	176
§ 102	Die Entelektrisierung	178
§ 103	Die Feldgrößen in einem Hohlraum	179
§ 104	Parelelektrische und dielektrische Stoffe im inhomogenen elektrischen Feld	180
§ 105	Die molekulare elektrische Polarisierbarkeit. CLAUSIUS-MOSSOTTI-Gleichung	181
§ 106	Das permanente elektrische Dipolmoment polarer Moleküle	182
§ 107	Frequenzabhängigkeit der Dielektrizitätskonstante ε	184
XIV.	Materie im magnetischen Feld.	186
§ 108	Einleitung. Die Permeabilität μ	186
§ 109	Zwei aus der Permeabilität abgeleitete Größen	186
§ 110	Messung der Permeabilität μ	187
§ 111	Unterscheidung diamagnetischer, paramagnetischer und ferromagnetischer Stoffe	187
§ 112	Definition der magnetischen Feldgrößen H und B im Inneren der Materie. Die MAXWELLSchen Gleichungen	191
§ 113	Die Entmagnetisierung	193
§ 114	Die molekulare Magnetisierbarkeit	195
§ 115	Das permanente magnetische Moment m_p paramagnetischer Moleküle	196
§ 116	Das elementare magnetische Moment oder Magneton. Gyromagnetisches Verhältnis	197
§ 117	Messung des gyromagnetischen Verhältnisses und des Spins eines Elektrons	198
§ 118	Zur atomistischen Deutung der diamagnetischen Polarisation. LARMOR-Rotation	199
B. Optik.		
XV.	Einführung. Messung der Strahlungsleistung.	201
§ 119	Einführung	201
§ 120	Das Auge als Strahlungsindikator. MACHSche Streifen	201
§ 121	Physikalische Strahlungsindikatoren. Direkte Messung der Strahlungsleistung	202
§ 122	Indirekte Messung der Strahlungsleistung	203

XVI. Die einfachsten optischen Beobachtungen.	205
§ 123 Lichtbündel und Lichtstrahlen	205
§ 124 Lichtquellen mit kleinem Durchmesser	207
§ 125 Die Grundtatsachen der Reflexion und Brechung	207
§ 126 Das Reflexionsgesetz als Grenzgesetz. Streulicht	210
§ 127 Die Totalreflexion	210
§ 128 Prismen	212
§ 129 Linsen und Hohlspiegel	213
§ 130 Trennung von Parallellichtbündeln durch Abbildung	217
§ 131 Darstellung der Lichtausbreitung durch fortschreitende Wellen	218
§ 132 Strahlung verschiedener Wellenlängen. Dispersion	219
§ 133 Einige technische Hilfsmittel. Winkelspiegel und Spiegelprismen	224
XVII. Abbildung und Lichtbündelbegrenzung.	225
§ 134 Grundsätzliches zur Abbildung	225
§ 135 Bildpunkte als Beugungsfiguren der Linsenfassung	225
§ 136 Das Auflösungsvermögen der Linsen, insbesondere im Auge und im astronomischen Fernrohr	228
XVIII. Einzelheiten, auch technische, über Abbildung und Bündelbegrenzung.	231
§ 137 Vorbemerkung	231
§ 138 Hauptebenen, Knotenpunkte	231
§ 139 Pupillen und Lichtbündelbegrenzung	233
§ 140 Sphärische Aberration	237
§ 141 Astigmatismus und Bildflächenwölbung	238
§ 142 Koma und Sinusbedingung	240
§ 143 Die Verzeichnung	242
§ 144 Die Farbfehler	242
§ 145 Die Leistungen der Optotechnik. Der SCHMIDT-Spiegel	243
§ 146 Vergrößerung des Seh winkels durch Lupe und Fernrohr	244
§ 147 Vergrößerung des Seh winkels durch Projektionsapparat und Mikroskop	246
§ 148 Auflösungsvermögen des Mikroskops. Die numerische Apertur	246
§ 149 Teleskopische Systeme	248
§ 150 Gesichtsfeld der optischen Instrumente	251
§ 151 Abbildung räumlicher Gegenstände und Schärfentiefe	253
§ 152 Perspektive	254
XIX. Energie der Strahlung und Bündelbegrenzung.	258
§ 153 Vorbemerkung	258
§ 154 Strahlung und Öffnungswinkel. Definitionen. LAMBERTSches Kosinusgesetz	258
§ 155 Strahlung der Sonnenoberfläche	261
§ 156 Strahlungsdichte S^* und Bestrahlungsstärke b bei der Abbildung	262
§ 157 Sender mit richtungsunabhängiger Strahlungsstärke	264
§ 158 Parallellichtbündel als nicht realisierbarer Grenzfall	266

XX. Interferenz.	267
§ 159 Vorbemerkung	267
§ 160 Interferenz von Wellengruppen mit punktförmigen Wellenzentren	267
§ 161 Ersatz punktförmiger Wellenzentren durch ausgedehnte. Kohärenzbedingung	268
§ 162 Allgemeines über Interferenz von Lichtwellen	270
§ 163 Räumliches Interferenzfeld mit zwei Öffnungen als Wellenzentren. Querbeobachtung	271
§ 164 Räumliches Interferenzfeld vor einer planparallelen Platte mit zwei Spiegelbildern als Wellenzentren. Längsbeobachtung	272
§ 165 Räumliches Interferenzfeld vor einer Keilplatte mit zwei Spiegelbildern als Wellenzentren. Schrägbeobachtung	274
§ 166 Der Interferenzversuch von A. FRESNEL (1816)	274
§ 167 Interferenzstreifen in der Brennebene einer Linse	274
§ 168 Verschärfung der Interferenzstreifen, Interferenzmikroskopie. MÜLLERSche Streifen	276
§ 169 Mit Keilplatte und Linse beobachtete Interferenzstreifen	278
§ 170 Die Länge der Wellengruppen	280
§ 171 Umlenkung der Strahlungsleistung durch Interferenz	282
§ 172 Interferenzfilter	282
§ 173 Stehende Lichtwellen	284
§ 174 Unter Mitwirkung lichtablenkender Teilchen entstehende Interferenz	284
§ 175 YOUNGS Interferenzversuch mit FRAUNHOFERScher Beobachtungsart	286
§ 176 Optische Interferometer	287
XXI. Beugung.	289
§ 177 Schattenwurf	289
§ 178 Das BABINETSche Theorem	290
§ 179 Beugung an vielen, gleich großen, regellos angeordneten Öffnungen oder Teilchen	293
§ 180 Regenbogen	294
§ 181 Beugung an einer Stufe	296
§ 182 Beugende Gebilde mit Amplitudenstruktur	297
§ 183 Gitter mit Phasenstruktur	298
§ 184 Lochkamera und Ringgitter	300
§ 185 Ringgitter mit nur einer Brennweite	302
§ 186 Holographie	303
§ 187 Die sichtbare Abbildung unsichtbarer Dinge. Die Schlierenmethoden	304
§ 188 ERNST ABBES Darstellung der mikroskopischen Bilderzeugung	305
§ 189 Die Sichtbarmachung unsichtbarer Strukturen im Mikroskop	307
§ 190 Beugung von RÖNTGENlicht	308

XXII. Optische Spektralapparate.	311
§ 191 Prismen-Spektralapparate und ihr Auflösungsvermögen	311
§ 192 Gitter-Spektralapparate und ihr Auflösungsvermögen	313
§ 193 Linienform und Halbwertsbreite von Spektrallinien	315
§ 194 Spektralapparate und Glühlicht	315
§ 195 Vergleich von Prisma und Gitter	317
§ 196 Ausführungsformen von Strichgittern	318
§ 197 Interferenz-Spektralapparate	319
XXIII. Geschwindigkeit des Lichtes und Licht in bewegten Bezugssystemen.	322
§ 198 Vorbemerkung	322
§ 199 Beispiel einer Messung der Lichtgeschwindigkeit	322
§ 200 Gruppengeschwindigkeit des Lichtes	323
§ 201 Licht im bewegten Bezugssystem	324
§ 202 Der DOPPLER-Effekt des Lichtes	326
XXIV. Polarisiertes Licht.	330
§ 203 Unterscheidung von Transversal- und Longitudinalwellen	330
§ 204 Licht als Transversalwelle	331
§ 205 Polarisatoren verschiedener Bauart	332
§ 206 Doppelbrechung, insbesondere von Kalkspat und Quarz	333
§ 207 Elliptisch polarisiertes Licht	337
§ 208 Interferenz von parallel gebündeltem polarisiertem Licht	341
§ 209 Interferenz mit divergentem polarisiertem Licht	342
§ 210 Optisch aktive Stoffe, Drehung der Schwingungsebene	344
§ 211 Spannungsdoppelbrechung	346
XXV. Zusammenhang von Absorption, Reflexion und Brechung des Lichtes.	348
§ 212 Vorbemerkung	348
§ 213 Extinktions- und Absorptionskonstante	348
§ 214 Mittlere Reichweite w der Strahlung. Extinktions- und Absorptionskoeffizient k	349
§ 215 BEERSches Gesetz. Wirkungsquerschnitt eines einzelnen Moleküls	350
§ 216 Die Unterscheidung schwach und stark absorbierender Stoffe	351
§ 217 Lichtreflexion an ebenen spiegelnden Flächen	352
§ 218 Phasenänderung bei der Lichtreflexion	355
§ 219 Die FRESNELSchen Formeln für schwach absorbierende Stoffe. Anwendungen	355
§ 220 Näheres zur Totalreflexion	358
§ 221 Mathematische Darstellung gedämpfter fortschreitender Wellen	359
§ 222 BEERSche Formel für die senkrechte Reflexion an stark absorbierenden Stoffen	361
§ 223 Lichtabsorption in stark absorbierenden Stoffen bei schrägem Einfall	363
§ 224 Schlußbemerkung. In physikalischen Darstellungen benutzte Bilder	365

XXVI. Streuung.	367
§ 225 Inhaltsübersicht	367
§ 226 Grundgedanken für die quantitative Behandlung der Streuung	367
§ 227 Strahlung schwingender Dipole. PURCELLS Versuch	368
§ 228 Quantitatives zur Dipolstrahlung	370
§ 229 Abhängigkeit der RAYLEIGHschen Streuung von der Wellenlänge	370
§ 230 Extinktion von RÖNTGENlicht und Streuung	373
§ 231 Die Anzahl streuender Elektronen in Atomen kleiner molarer Masse	374
§ 232 Die Streuung als Hilfsmittel für Herstellung und Nachweis von polarisiertem RÖNTGENlicht	375
§ 233 Streuung von sichtbarem Licht durch große schwach absorbierende Teilchen	376
§ 234 Streureflexion an matten Flächen	378
XXVII. Dispersion und Absorption.	381
§ 235 Vorbemerkung und Inhaltsübersicht	381
§ 236 Abhängigkeit der Brechung und der Extinktion von der Wellenlänge	381
§ 237 Sonderstellung der Metalle	384
§ 238 Die metallisch genannte Reflexion	385
§ 239 Die Reichweiten des RÖNTGENlichtes	386
§ 240 Rückführung der Brechung auf Streuung	387
§ 241 Qualitative Deutung der Dispersion	388
§ 242 Quantitative Behandlung der Dispersion	389
§ 243 Brechzahlen für RÖNTGENlicht	391
§ 244 Brechzahl und Dichte. Mitführung	392
§ 245 Krumme Lichtstrahlen	393
§ 246 Qualitative Deutung der Absorption	395
§ 247 Quantitative Behandlung der Absorption	396
§ 248 Die Gestalt der Absorptionsbanden	397
§ 249 Quantitative Absorptionsspektralanalyse	399
§ 250 Beschaffenheit optisch wirksamer Resonatoren	400
§ 251 Mechanismus der Lichtabsorption in Metallen	402
§ 252 Dispersion durch freie Elektronen bei schwacher Absorption (Plasma-Schwingungen)	403
§ 253 Totalreflexion elektromagnetischer Wellen durch freie Elektronen in der Atmosphäre	404
§ 254 Extinktion durch kleine Teilchen stark absorbierender Stoffe	405
§ 255 Extinktion durch große Metallkolloide. Künstlicher Dichroismus und künstliche Doppelbrechung	408
XXVIII. Temperaturstrahlung.	411
§ 256 Vorbemerkung	411
§ 257 Die grundlegenden experimentellen Erfahrungen	411
§ 258 Der KIRCHHOFFsche Satz	412
§ 259 Der schwarze Körper und die Gesetze der schwarzen Strahlung	413
§ 260 Selektive thermische Strahlung	416
§ 261 Die thermischen Lichtquellen	416
§ 262 Optische Temperaturmessung. Schwarze Temperatur und Farbtemperatur	418

XXIX. Lichtsinn und Photometrie.	421
§ 263 Vorbemerkung. Notwendigkeit einer Photometrie	421
§ 264 Experimentelle Hilfsmittel für die Änderung der Bestrahlungsstärke . .	421
§ 265 Das Prinzip der Photometrie	422
§ 266 Definition der Gleichheit zweier Beleuchtungsstärken	423
§ 267 Spektrale Verteilung der Empfindlichkeit des Auges oder der Lichtausbeute	426
§ 268 Ankling- und Summierungszeit des Auges	427
§ 269 Helligkeit	428
§ 270 Unbunte Farben, Entstehungsbedingungen	430
§ 271 Bunte Farben, ihr Farbton und ihre Verhüllung	431
§ 272 Farbfilter zur Herstellung unverhüllter Farben	433
§ 273 Farbstoffe (Pigmente)	435
§ 274 Entstehung des Glanzes	436
§ 275 Schillerfarben	436
Periodensystem der Elemente. Wichtige Konstanten	438
Sachverzeichnis.	440