

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 BRAUN'sche Röhre	15
§ 12	Elektrische Messung der Energie	15
II.	Das elektrische Feld	18
§ 13	Vorbemerkung	18
§ 14	Grundbeobachtungen. Elektrische Felder verschiedener Gestalt	18
§ 15	Das elektrische Feld im Vakuum	22
§ 16	Die elektrischen Ladungen	22
§ 17	Feldzerfall durch Materie	24
§ 18	In Leitern können Ladungen wandern	24
§ 19	Influenz und ihre Deutung	26
§ 20	Sitz der ruhenden Ladungen auf der Leiteroberfläche	27
§ 21	Stromquellen für sehr hohe Spannungen	30
§ 22	Strom beim Feldzerfall	30
§ 23	Messung elektrischer Ladungen durch Stromstöße. Zusammenhang von Ladung und Strom	31
§ 24	Das elektrische Feld	33
§ 25	Proportionalität von Flächendichte der Ladung und elektrischer Feldstärke	35
§ 26	Das elektrische Feld der Erde. Raumladung und Feldgefälle. Erste MAXWELL'sche Gleichung	37
§ 27	Kapazität von Kondensatoren und ihre Berechnung	38
§ 28	Aufladung und Entladung eines Kondensators	41
§ 29	Kondensatoren verschiedener Bauart. Dielektrika und ihre Polarisation	41

III.	Kräfte und Energie im elektrischen Feld	45
§ 30	Drei Vorbemerkungen	45
§ 31	Der Grundversuch	45
§ 32	Die allgemeine Definition des elektrischen Feldes E	47
§ 33	Erste Anwendungen der Gleichung $F = QE$	47
§ 34	Druck auf die Oberfläche geladener Körper. Verkleinerung der Oberflächenspannung	50
§ 35	GUERICKEs Schwebever such (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	55
§ 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 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.	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 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 und 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	142
§ 83	Selbststeuerung (Rückkopplung) mit Diode	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 stabsförmige 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 Verschiebungstrom des Dipols. Die Ausstrahlung freier elektromagnetischer Wellen	158
§ 92	Wellenwiderstand	164
§ 93	Wesengleichheit von elektromagnetischen Wellen und 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	172
§ 97	Einleitung. Die Dielektrizitätskonstante ϵ	172
§ 98	Messung der Dielektrizitätskonstante ϵ	172
§ 99	Zwei aus der Dielektrizitätskonstante ϵ abgeleitete Größen	173
§ 100	Unterscheidung von dielektrischen, parelektrischen und ferroelektrischen Stoffen	173
§ 101	Definition der elektrischen Feldgrößen E und D im Inneren der Materie	175
§ 102	Die Entelektrisierung.....	177
§ 103	Die Feldgrößen in einem Hohlraum	178
§ 104	Parelektrische und dielektrische Stoffe im inhomogenen elektrischen Feld	179
§ 105	Die molekulare elektrische Polarisierbarkeit. CLAUSIUS-MOSSOTTI-Gleichung	180
§ 106	Das permanente elektrische Dipolmoment polarer Moleküle	181
§ 107	Frequenzabhängigkeit der Dielektrizitätskonstante ϵ	183
XIV.	Materie im magnetischen Feld	185
§ 108	Einleitung. Die Permeabilität μ	185
§ 109	Zwei aus der Permeabilität abgeleitete Größen.....	186
§ 110	Messung der Permeabilität μ	186
§ 111	Unterscheidung diamagnetischer, paramagnetischer und ferromagnetischer Stoffe	187
§ 112	Definition der magnetischen Feldgrößen H und B im Inneren der Materie. Die MAXWELL'schen Gleichungen	190
§ 113	Die Entmagnetisierung	192
§ 114	Die molekulare Magnetisierbarkeit	194
§ 115	Das permanente magnetische Moment m_p paramagnetischer Moleküle	195
§ 116	Das elementare magnetische Moment oder Magneton. Gyromagnetisches Verhältnis. Spin eines Elektrons	196
§ 117	Zur atomistischen Deutung der diamagnetischen Polarisation. LARMOR-Rotation	198
§ 118	Ferromagnetismus, Antiferromagnetismus und Ferrimagnetismus ..	199
B. Optik		
XV.	Einführung, Messung der Strahlungsleistung	206
§ 119	Einführung	206
§ 120	Das Auge als Strahlungsindikator. MACH'sche Streifen	206
§ 121	Physikalische Strahlungsindikatoren. Direkte Messung der Strahlungsleistung	207
§ 122	Indirekte Messung der Strahlungsleistung	208

XVI.	Die einfachsten optischen Beobachtungen	210
§ 123	Lichtbündel und Lichtstrahlen	210
§ 124	Lichtquellen mit kleinem Durchmesser	212
§ 125	Die Grundtatsachen der Reflexion und Brechung	212
§ 126	Das Reflexionsgesetz als Grenzgesetz. Streulicht	215
§ 127	Die Totalreflexion	215
§ 128	Prismen	217
§ 129	Linsen und Hohlspiegel. Brennweite	218
§ 130	Trennung von Parallellichtbündeln durch Abbildung	222
§ 131	Darstellung der Lichtausbreitung durch fortschreitende Wellen. Beugung	223
§ 132	Strahlung verschiedener Wellenlängen. Dispersion	224
§ 133	Einige technische Hilfsmittel. Winkelspiegel und Spiegelprismen	229
XVII.	Abbildung und Lichtbündelbegrenzung	230
§ 134	Grundsätzliches zur Abbildung	230
§ 135	Bildpunkte als Beugungsfiguren der Linsenfassung	230
§ 136	Das Auflösungsvermögen der Linsen, insbesondere im Auge und im astronomischen Fernrohr	233
XVIII.	Einzelheiten, auch technische, über Abbildung und Bündelbegrenzung	236
§ 137	Vorbemerkung	236
§ 138	Hauptebenen, Knotenpunkte	236
§ 139	Pupillen und Lichtbündelbegrenzung	238
§ 140	Sphärische Aberration	242
§ 141	Astigmatismus und Bildflächenwölbung	243
§ 142	Koma und Sinusbedingung	245
§ 143	Die Verzeichnung	246
§ 144	Die Farbfehler	247
§ 145	Die Leistungen der Optotechnik. Der SCHMIDT-Spiegel	248
§ 146	Vergrößerung des Sehwinkels durch Lupe und Fernrohr	249
§ 147	Vergrößerung des Sehwinkels durch Projektionsapparat und Mikroskop	251
§ 148	Auflösungsvermögen des Mikroskops. Die numerische Apertur	251
§ 149	Teleskopische Systeme	253
§ 150	Gesichtsfeld der optischen Instrumente	256
§ 151	Abbildung räumlicher Gegenstände und Schärfentiefe	257
§ 152	Perspektive	259
XIX.	Energie der Strahlung und Bündelbegrenzung	263
§ 153	Vorbemerkung	263
§ 154	Strahlung und Öffnungswinkel. Definitionen. LAMBERT'sches Kosinusgesetz	263
§ 155	Strahlung der Sonnenoberfläche	266
§ 156	Strahlungsdichte S^* und Bestrahlungsstärke b bei der Abbildung	267
§ 157	Sender mit richtungsunabhängiger Strahlungsstärke	269
§ 158	Parallellichtbündel als nicht realisierbarer Grenzfall	271

XX.	Interferenz	272
§ 159	Vorbemerkung	272
§ 160	Interferenz von Wellengruppen mit punktförmigen Wellenzentren	272
§ 161	Ersatz punktförmiger Wellenzentren durch ausgedehnte Kohärenzbedingung	273
§ 162	Allgemeines über Interferenz von Lichtwellen	275
§ 163	Räumliches Interferenzfeld mit zwei Öffnungen als Wellenzentren. Querbeobachtung	276
§ 164	Räumliches Interferenzfeld vor einer planparallelen Platte mit zwei Spiegelbildern als Wellenzentren. Längsbeobachtung	277
§ 165	Räumliches Interferenzfeld vor einer Keilplatte mit zwei Spiegelbildern als Wellenzentren. Schrägbetrieb	279
§ 166	Interferenz in der Bildeckebene einer Lochkamera	280
§ 167	Interferenz in der Brennebene einer Linse. Längsbeobachtung, Kurven gleicher Neigung	281
§ 168	Verschärfung der Interferenzstreifen, Interferenzmikroskopie. MÜLLER'sche Streifen	282
§ 169	Die Länge der Wellengruppen	284
§ 170	Umlenkung der Strahlungsleistung durch Interferenz	285
§ 171	Interferenzfilter	287
§ 172	Stehende Lichtwellen	287
§ 173	Unter Mitwirkung lichtablehnender Teilchen entstehende Interferenz	287
§ 174	YOUNG'scher Interferenzversuch mit FRAUNHOFER'scher Beobachtungsart	289
§ 175	Optische Interferometer	291
§ 176	Kohärenz und Fluktuationen im Wellenfeld	292
XXI.	Beugung	294
§ 177	Schattenwurf	294
§ 178	Das Babinet'sche Theorem	295
§ 179	Beugung an vielen, gleich großen, regellos angeordneten Öffnungen oder Teilchen	298
§ 180	Regenbogen	299
§ 181	Beugung an einer Stufe	301
§ 182	Beugende Gebilde mit Amplitudenstruktur	302
§ 183	Gitter mit Phasenstruktur	303
§ 184	Lochkamera und Ringgitter	304
§ 185	Ringgitter mit nur einer Brennweite	306
§ 186	Holographie	308
§ 187	Die sichtbare Abbildung unsichtbarer Dinge. Die Schlierenmethoden	309
§ 188	ERNST ABBES Darstellung der mikroskopischen Bilderzeugung	310
§ 189	Die Sichtbarmachung unsichtbarer Strukturen im Mikroskop	312
§ 190	Beugung von RÖNTGENlicht	313

XXII. Optische Spektralapparate	316
§ 191 Prismen-Spektralapparate und ihr Auflösungsvermögen	316
§ 192 Gitter-Spektralapparate und ihr Auflösungsvermögen	318
§ 193 Linienform und Halbwertsbreite von Spektrallinien	319
§ 194 Spektralapparate und Glühlicht	320
§ 195 Vergleich von Prisma und Gitter	322
§ 196 Ausführungsformen von Strichgittern	323
§ 197 Interferenz-Spektralapparate	324
XXIII. Geschwindigkeit des Lichtes und Licht in bewegten Bezugssystemen	327
§ 198 Vorbemerkung	327
§ 199 Beispiel einer Messung der Lichtgeschwindigkeit	327
§ 200 Gruppengeschwindigkeit des Lichtes	328
§ 201 Licht im bewegten Bezugssystem	329
§ 202 Der DOPPLER-Effekt des Lichtes	331
XXIV. Polarisiertes Licht	335
§ 203 Unterscheidung von Transversal- und Longitudinalwellen	335
§ 204 Licht als Transversalwelle	336
§ 205 Polarisatoren verschiedener Bauart	337
§ 206 Doppelbrechung, insbesondere von Kalkspat und Quarz	338
§ 207 Elliptisch polarisiertes Licht	342
§ 208 Interferenz von parallel gebündeltem polarisiertem Licht	346
§ 209 Interferenz mit divergentem polarisiertem Licht	347
§ 210 Optisch aktive Stoffe, Drehung der Schwingungsebene, FARADAY-Effekt	348
§ 211 Spannungsdoppelbrechung. Schlussbemerkung	351
XXV. Zusammenhang von Absorption, Reflexion und Brechung des Lichtes	353
§ 212 Vorbemerkung	353
§ 213 Extinktions- und Absorptionskonstante	353
§ 214 Mittlere Reichweite w der Strahlung, Extinktions- und Absorptionskoeffizient k	354
§ 215 BEER'sches Gesetz. Wirkungsquerschnitt eines einzelnen Moleküls	355
§ 216 Die Unterscheidung schwach und stark absorbierender Stoffe	356
§ 217 Lichtreflexion an ebenen spiegelnden Flächen	357
§ 218 Phasenänderung bei der Lichtreflexion	360
§ 219 Die FRESNEL'schen Formeln für schwach absorbierende Stoffe. Anwendungen	360
§ 220 Näheres zur Totalreflexion	363
§ 221 Mathematische Darstellung gedämpfter fortschreitender Wellen	364
§ 222 BEER'sche Formel für die senkrechte Reflexion an stark absorbierenden Stoffen	366
§ 223 Lichtabsorption in stark absorbierenden Stoffen bei schrägem Einfall	368
§ 224 Schlussbemerkung. In physikalischen Darstellungen benutzte Bilder	370

XXVI. Streuung	372
§ 225 Vorbemerkung	372
§ 226 Grundgedanken für die quantitative Behandlung der Streuung	372
§ 227 Strahlung schwingender Dipole. PURCELLS Versuch	373
§ 228 Quantitatives zur Dipolstrahlung	375
§ 229 Abhängigkeit der RAYLEIGH'schen Streuung von der Wellenlänge	375
§ 230 Extinktion von RÖNTGENlicht und Streuung	378
§ 231 Die Anzahl streuernder Elektronen in Atomen kleiner molarer Masse ..	379
§ 232 Die Streuung als Hilfsmittel für Herstellung und Nachweis von polarisiertem RÖNTGENlicht	380
§ 233 Streuung von sichtbarem Licht durch große schwach absorbierende Teilchen	381
§ 234 Streureflexion an matten Flächen	383
XXVII. Dispersion und Absorption	386
§ 235 Vorbemerkung und Inhaltsübersicht	386
§ 236 Abhängigkeit der Brechung und der Extinktion von der Wellenlänge ..	386
§ 237 Sonderstellung der Metalle	389
§ 238 Die metallisch genannte Reflexion	390
§ 239 Die Reichweiten des RÖNTGENlichtes	391
§ 240 Rückführung der Brechung auf Streuung	392
§ 241 Qualitative Deutung der Dispersion	393
§ 242 Quantitative Behandlung der Dispersion	394
§ 243 Brechzahlen für RÖNTGENlicht	396
§ 244 Brechzahl und Dichte. Mitführung	397
§ 245 Krumme Lichtstrahlen	398
§ 246 Qualitative Deutung der Absorption	400
§ 247 Quantitative Behandlung der Absorption	401
§ 248 Die Gestalt der Absorptionsbanden	402
§ 249 Quantitative Absorptionsspektralanalyse	403
§ 250 Beschaffenheit optisch wirksamer Resonatoren	405
§ 251 Mechanismus der Lichtabsorption in Metallen	406
§ 252 Dispersion durch freie Elektronen bei schwacher Absorption (Plasma-Schwingungen)	408
§ 253 Totalreflexion elektromagnetischer Wellen durch freie Elektronen in der Atmosphäre	409
§ 254 Extinktion durch kleine Teilchen stark absorbierender Stoffe	410
§ 255 Extinktion durch große Metallkolloide. Künstlicher Dichroismus und künstliche Doppelbrechung	413
XXVIII. Temperaturstrahlung	416
§ 256 Vorbemerkung	416
§ 257 Die grundlegenden experimentellen Erfahrungen	416
§ 258 Der KIRCHHOFF'sche Satz	417
§ 259 Der schwarze Körper und die Gesetze der schwarzen Strahlung	418
§ 260 Selektive thermische Strahlung	421
§ 261 Die thermischen Lichtquellen	421
§ 262 Optische Temperaturmessung. Schwarze Temperatur und Farbtemperatur	423

XXIX. Lichtsinn und Photometrie	426
§ 263 Vorbemerkung. Notwendigkeit einer Photometrie	426
§ 264 Experimentelle Hilfsmittel für die Änderung der Bestrahlungsstärke	426
§ 265 Das Prinzip der Photometrie	427
§ 266 Definition der Gleichheit zweier Beleuchtungsstärken	428
§ 267 Spektrale Verteilung der Empfindlichkeit des Auges oder der Lichtausbeute	431
§ 268 Ankling- und Summierungszeit des Auges	432
§ 269 Helligkeit	433
§ 270 Unbunte Farben, Entstehungsbedingungen	434
§ 271 Bunte Farben, ihr Farbton und ihre Verhüllung	436
§ 272 Farbfilter zur Herstellung unverhüllter Farben	437
§ 273 Farbstoffe (Pigmente)	439
§ 274 Entstehung des Glanzes	441
§ 275 Schillerfarben	441
Aufgaben	443
A. Elektrizitätslehre	443
B. Optik	450
Lösungen der Aufgaben	453
A. Elektrizitätslehre	453
B. Optik	457
Periodisches System der Elemente	460
Wichtige Konstanten	461
Sachverzeichnis	462