

Namensregister

Abraham, Max (1875-1922), 73
Aepinus, Franz Ulrich Theodor (1724-1802), 150
Airy, George B. (1801-1892), 144, 147
Alhazen (ibn al Haitham) (965-1038), 145
Ampère, André Marie (1775-1836), 153, 155
Arago, Dominique François Jean (1786-1853), 147, 153

Bernoulli, Daniel (1700-1782), 150
Biot, Jean Baptiste (1774-1862), 48, 147, 153
Bose, George Matthias, 149
Bradley, James (1692-1762), 146
Brewster, David (1781-1868), 89, 147
Browne, Thomas, 148

Cabeo, Niccolo (1585-1650), 154
Canton, John (1718-1772), 150
Cavendish, Henry (1731-1810), 150
Clausius, Rudolf Julius Emmanuel (1822-1888), 32, 157
Coulomb, Charles Augustin de (1736-1806), 6, 150, 152, 157

d'Alembert, Jean Baptiste le Rond (1717-1783), 98
Davy, Humphrey (1778-1829), 153, 154
Desaguliers, Jean Théophile (1683-1744), 149
Descartes, René (1596-1650), 144–146, 148
Dirac, Paul Adrien Maurice (1902-1984), x, 160
Doppler, Christian (1803-1853), 123
Dufay, Charles (1698-1739), 149

Einstein, Albert (1879-1955), 112, 124, 159
Euler, Leonhard (1707-1783), 146

Faraday, Michael (1791-1867), 59, 154–157
Fermat, Pierre (1601-1665), 145, 146
Fitzgerald, George Francis (1851-1901), 111, 158
Fizeau, Armand Hippolyte (1819-1896), 148, 155
Foucault, Léon (1819-1868), 155
Fourier, Jean Baptiste Joseph (1768-1830), 79, 80
Franklin, Benjamin (1706-1790), 149, 150
Freiberg, Dietrich von (1250-1310), 144, 145
Fresnel, Augustin Jean (1788-1827), 147, 148

Galilei, Galileo (1564-1642), 148
Gassendi, Pierre (1592-1655), 148
Gauss, Carl Friedrich (1777-1855), viii, 7
Gilbert, William (1540-1603), 148, 151
Giorgi, Giovanni (1871-1950), i, 8
Gounelle, E., 155
Gray, Stephen (1666-1736), 149
Green, George (1793-1841), 37, 151, 152

Name Index

Guericke, Otto von (1602-1686), 149, 150

Hagen, Gotthilf (1797-1884), 90
Heaviside, Oliver (1850-1925), 157
Heisenberg, Werner (1901-1976), 160
Heitler, Walter (1904-1981), 160
Heron von Alexandrien / Hero of Alexandria (2. Jhdt. vor oder nach Chr. / 2nd century BC or AD), 144, 145
Hertz, Heinrich Rudolf (1857-1894), 158
Hooke, Robert (1635-1703), 145
Huygens, Christian (1629-1695), 145–147

Jeans, James Hopwood (1877-1946), 160
Jordan, Pascual (1902-1980), 160

Kamal, al-Din al Farisi (-1320), 144, 145
Kelvin, William Thomson (1824-1907), 151, 152, 155
Kepler, Johannes (1571-1630), 145
Kirchhoff, Gustav Robert (1824-1887), 63, 153, 155
Kleist, Ewald Jürgen von (ca. 1700-1748), 149
Kohlrausch, Rudolf (1801-1858), 50, 155
Kopernikus, Nikolaus (1473-1543), 148
Kronecker, Leopold (1823-1891), iv

Lagrange, Joseph (1736-1813), 146
Lambert, Johann Heinrich (1728-1777), 152
Landau, Lev Davidovich (1908-1968), 73
Laplace, Pierre-Simon Marquise de (1749-1827), 147, 151, 153
Larmor, Sir Joseph (1857-1942), 139, 158
Lenard, Philipp (1862-1947), 160
Lichtenberg, Georg Christoph (1744-1799), 149
Liénard, Alfred-Marie (1869-1958), 137, 157
Lifshitz, Eugenii Mikhailovich (1915-1985), 73
Lorentz, Hendrik Antoon (1853-1928), 6, 9, 98, 111, 157–159
Lorenz, Ludvig Valentin (1829-1891), 98, 157

Malus, Étienne Luis (1775-1812), 147
Maupertuis, Pierre-Louis-Moreau (1698-1759), 146
Maxwell, James Clerk (1831-1879), 5, 45, 68, 156–158
Mayer, Tobias (1723-1762), 152
Michell, John (1724-1793), 152
Michelson, Albert Abraham (1852-1931), 110, 111, 158
Minkowski, Hermann (1864-1909), 73, 111, 159
Mössbauer, Rudolf (1929-), 162

- Morley, Edward Williams (1838-1923), 110, 111, 158
- Mossotti, Ottaviano Fabrizio (1791-1863), 32, 151, 157
- Musschenbroek, Pieter van (1692-1761), 149, 152
- Neckam, Alexander (1157-1217), 151
- Neumann, Franz Ernst (1798-1895), 155, 157
- Newton, Isaac (1643-1727), 145–148, 152
- Ørsted, Hans Christian (1777-1851), 153, 154
- Ohm, Georg Simon (1787-1854), 62, 153
- Pais, Abraham (1918-2000), 159
- Pauli, Wolfgang (1900-1958), 160
- Peregrinus, Petrus (Pierre de Maricourt) (13. Jhdt.), 151, 154
- Planck, Max (1858-1947), 160
- Poincaré, Henri (1854-1912), 158, 159
- Poisson, Siméon-Denis (1787-1840), 13, 147, 151, 152
- Poynting, John Henry (1852-1914), 70, 157
- Priestley, Joseph (1733-1804), 150
- Ptolemaios, Klaudius (2. Jhdt. n. Chr.), 145
- Rayleigh, John William Strutt (1842-1919), 160
- Riemann, Bernhard (1826-1866), 155, 157
- Robison, John (1739-1805), 150
- Römer, Olaf (1644-1710), 146
- Rubens, Heinrich (1865-1922), 90
- Sanuto, Livio (etwa 1530-1580), 151
- Savart, Félix (1791-1841), 48, 153
- al-Schirazi, Mahmud ibn (1236-1311), 144, 145
- Schwarzschild, Karl (1873-1916), 158
- Snellius / Snell, Willibrord van Royen (1581-1626), 87, 145
- Sommerfeld, Arnold Johannes Wilhelm (1868-1951), 73
- Stokes, George Gabriel (1819-1903), viii, 148
- Stoney, Johnstone (1826-1911), 154
- Sturgeon, William (1783-1850), 153
- Taylor, Brook (1685-1731), 152
- Thales v. Milet (640-546), 144, 148
- Thomson, Joseph John (1856-1940), 157
- Thomson, William (Lord Kelvin) (1824-1907), 151, 152, 155, 157
- Voigt, Woldemar (1850-1919), 158
- Volta, Alessandro Graf (1745-1827), 152
- Wall, 149
- Watson, William (1715-1787), 149
- Weber, Wilhelm (1804-1894), 50, 155
- Wheatstone (1802-1875), 155
- Wheeler, William, 154
- Wideröe, Rolf (1902-), 60
- Wiechert, Emil (1861-1928), 137, 157
- Wien, Wilhelm (1864-1928), 160
- Wiener, Otto Heinrich (1867-1927), 158
- Wilcke, Johann Carl (1732-1796), 150, 154, 157
- Wilson, Benjamin (1721-1788), 149
- Winkler, Johann Heinrich, 149
- Young, Thomas (1773-1829), 144, 146, 147

Sachregister

- Aberration, 146, 147
- Abstand, 115
 - lichtartig, 116
 - raumartig, 115
 - zeitartig, 115
- Additions-Theorem
 - Geschwindigkeiten, 117
- AMPEREGESETZ, 47
- Batterie, 152
- Bernstein, 144, 148
- Betatron, 60
- Beugung, 147
- Bewegungsgleichungen, 126
- BIOT-SAVART Gesetz, 48
- Blitz, 144
- BOHRSCHEM Magneton, 53
- Brechung, 87–91
- Brechzahl, 87
- BREWSTERSCHER Winkel, 89, 147
- Brille, 145
- CLAUSIUS-MOSSOTTI-Beziehung, 33
- COULOMB-Gesetz, 150
- COULOMB-Kraft, 6, 14
- D'ALEMBERT-Operator, 98, 119
- dielektrische Verschiebung, 29
- Dielektrizitätskonstante, 29
 - CLAUSIUS, MOSSOTTI, 32
- Dipol
 - elektrischer
 - Drehmoment, 19
 - Energie, 19
 - Feld, 17
 - Kraft, 19
 - Potential, 17
 - magnetischer
 - Drehmoment, 53
 - Feld, 52
 - Kraft, 53
- Dipolmoment
 - elektrisches, 17–18, 25
 - magnetisches, 52
 - Ringstrom, 52
 - Spin, 53
- Dipolstrahlung
 - elektrische, 104
 - magnetische, 106
- DIRAC delta, x , 4
- Divergenz, vi
- Doppelbrechung, 146, 147
- DOPPLER-Effekt, 123
- DOPPLER-Verschiebung, 123
- Drehimpulserhaltung, 134
- Drehmoment
 - auf elektrischen Dipol, 20
 - auf magnetischen Dipol, 53
- Eichtransformation, 98
- Eichung
 - COULOMB, 98, 156
 - LORENZ, 98, 157
- Eigenzeit, 115, 116
- Einheiten, i–iii, 7–9
- Elastizitätstheorie, 148
- Elektromagnet, 153
- elektromotorische Kraft, 62
- Elektron, 154
- Elektronenradius
 - klassisch, 14
- Elektrostatik, 11–46
 - Geschichte, 148–151
- Energie
 - Dipol
 - elektrischer, 20
 - magnetischer, 65
 - elektrostatische, 14, 41
 - Induktivität, 63
 - Quadrupol
 - elektrischer, 20
- Energie-, Impulserhaltung, 134
- Energie-Impuls-Tensor, 131–136
- Energiebilanz, 70–71
- Energiedichte, 131
 - ebene Welle, 79
 - elektromagnetische, 71
 - elektrostatische, 14
- Energiestrom
 - ebene Welle, 79
- Energiestromdichte, 71, 131
- Erhaltungssätze, 132–136
- Feld
 - Dipol
 - elektrischer, 17
 - magnetischer, 52
 - einer Stromverteilung, 48–49
 - Ladungsverteilung, 12
 - magnetisches, divergenzfrei, 154
- Felder
 - Punktladung, 122
- Feldlinien

- Sichtbarmachung, 154
- Feldstärke
 elektrische, 12
 magnetische, 55
- Feldtensor, 120–121
 dualer, 121
- Flächen-Integrale, viii
- Flächenladungsdichte, 4
- Fluss
 dielektrische Verschiebung, 29
 elektrischer, 12
 magnetischer, 47, 60
- FOURIER-Integral, 79–80
- FOURIER-Reihe, 79–80
- GALILEI-Invarianz, 109
- GAUSSScher Satz, viii
- Gradient, vi
- GREENScher Satz, ix
- Gruppengeschwindigkeit, 96
- HAFELE-KEATING-Experiment, 161
- HAGEN und RUBENS-Gesetz, 90
- HERTZScher Dipol, 104
- Hohlleiter, 92–96
- Impuls
 elektromagnetischer, 157
- Impuls-Bilanz, 72–75
- Impulsdichte, 131
 Strahlungs-, 72
- Induktion
 magnetische, 47–50
- Induktionsgesetz, 59–60, 154
- Induktivität, 61–66
- Influenz, 149, 150
- Influenzladung, 37
- Integral-Sätze, viii
- Kapazitäten, 35
- KIRCHHOFFSche Regeln, 63
- Knotenpunktsgesetz, 63
- Komponenten
 kontravariante, 111
 kovariante, 112
- Kondensator, 35
 Kugel-, 36
 Platten-, 37
- Kontinuitätsgleichung, 5, 118
- Korkenzieher-Regel, 47
- Kraft
 auf elektrischen Dipol, 20
 auf magnetischen Dipol, 53
 COULOMB-, 6
 LORENTZ-, 6
 zwischen Strömen, 153
 zwischen Stromkreisen, 50, 65
- Kraftdichte, 6
 Dielektrikum, 42
 elektromagnetische, 70, 72–75, 131
- KRONECKER delta, iv
- Kugel
 dielektrische, 31
- Kugelflächenfunktionen, xi, 23
 Additionstheorem, 26
- Kugelkoordinaten, 21
 Divergenz, 22
 Gradient, 21
 LAPLACE-Operator, 22
 Volumenelement, 21
- Längenkontraktion, 114
- Ladung
 Influenz-, 37
- Ladungsdichte, 3
 freibewegliche, 29, 68
 Polarisations-, 29, 68
- Ladungserhaltung, 5, 67, 133, 149
- LAGRANGE-Funktion, 128–130
- LAPLACE-Operator, vi, ix
- LEGENDRE-Funktionen
 zugeordnete, xi
- leitende Ebene, 38
- leitende Kugel, 39
- Leiter, 149
 elektrische, 34
 Kraft auf, 35
- LEVI-CIVITA-Symbol, v
- LIÉNARD-WIECHERT-Potential, 137
- Lichtgeschwindigkeit, 6, 146, 155
 Konstanz, 112
 Vakuum, 78
- Linien-Integrale, viii
- Lochkamera, 145
- LORENTZ-Invarianz, 109
- LORENTZ-Kraft, 6, 153, 157
- LORENTZ-Kraftdichte, 124
- LORENTZ-Transformation, 109–114
 eigentliche, 113
- Maßsysteme, i–iii, 7–9
- Magnetisierung, 55
- Magnetit, 144
- Magnetostatik, 11, 47–57
 Geschichte, 151–152
- Maschengesetz, 63
- MAXWELL-Gleichungen, 5, 67–69, 120
 in Materie, 69
- Mechanik
 relativistische, 124–127

- metallische Reflexion, 90
- metrischer Tensor, 112
- MICHELSON-MORLEY-Versuch, 110
- MINKOWSKI-Kraft, 124
- MINKOWSKI-Raum, 111
- Monopol
 - elektrischer, 25
 - magnetischer, 51, 57, 151
- Multipol
 - elektrischer, 24–27
 - Potential, 25
- Nabla Operator, vi
- Optik, Geschichte, 148
- Parabolspiegel, 145
- Permeabilität, 56
- Phasengeschwindigkeit, 95
- Plasma-Schwingungen, 86
- Plasmafrequenz, 86
- POISSON-Gleichung, 13
- Polarisation, 28
- Polstärke, 57
- Potential
 - avanciertes, 101
 - elektrisches, 11
 - Ladungs-, Stromverteilung, 100–102
 - Ladungsverteilung, 12
 - magnetisches, 57, 152
 - retardiertes, 101, 119, 157
 - skalares, 97
- Potentiale, 97–99
- POYNTING-Vektor, 70, 79, 131, 157
- Punktladung, 4, 12
 - Abstrahlung, 139
 - Feld, 137
- Quadrupol
 - elektrischer
 - Energie, 19
 - Potential, 17
- Quadrupolmoment
 - elektrisches, 17–19, 25
- Quadrupolstrahlung
 - elektrische, 106
- Randbedingung
 - elektrisches Feld, 30
 - magnetisches Feld, 56
- Raumwinkelement, 21
- Reflexion, 87–91
- Regenbogen, 144, 145
- Relativitätstheorie
 - allgemeine, 159
 - Geschichte, 158–159
 - spezielle, 109–136
- Ringstrom, 51
- Rotation, vi
- Ruheenergie, 126
- Schwerpunktsbewegung, 134
- Skalarprodukt, iv
- SNELLIUSSches Brechungsgesetz, 87, 145
- Spannungsquelle, 62
- Spannungstensor, 131, 157
 - elektromagnetischer, 72
 - elektrostatisch, 45
- Spatprodukt, v
- Spule
 - lange, 62
 - magnetische, 49, 56–57
- STOKESScher Satz, viii
- Strahlungsfeld, 103
- Strahlungswiderstand, 106
- Strom
 - elektrischer, 4
- Stromdichte
 - elektrische, 5
 - freibewegliche Ladungs-, 55, 68
 - Magnetisierungs-, 55, 68
 - Polarisations-, 68
- Stromkreis, 62–63
- Suszeptibilität
 - elektrische, 29
 - magnetische, 56
- TE-Mode, 93
- TEM-Mode, 94
- TM-Mode, 93
- Totalreflexion, 90
- Transformation der Felder, 121
- Transversalwelle, 147
- Vektoralgebra, iv
- Vektoranalysis, vi
- Vektorgradient, vi
- vektorielles Produkt, iv
- Vektorpotential, 49–50, 97, 155
- Verschiebungsstrom, 156
- Vierer-Impuls, 125
- Vierer-Potential, 118
- Viererskalar, 115–116
- Viererstromdichte, 117
- Vierertensor
 - antisymmetrischer, 120
 - symmetrischer, 132
- Vierervektor, 116–119
- Volumen-Integrale, viii

Welle

- an Oberfläche, 90
- ebene, 78–79
- elektromagnetische, 77–83
- im Leiter, 84–86
- longitudinale, 86

Wellen

- linear polarisiert, 82
- zirkular polarisiert, 82

Wellengleichung, 77–78

Wellenleiter, 92–96

Wellenpaket, 95

Weltgeschwindigkeit, 116

Widerstand, 153

- OHMScher, 62

Wirkung, 128, 146

Zeitdilatation, 113

- Gravitation, 161

Zeitmittelwerte, 82–83

Subject Index

- aberration, 146, 147
- action, 128, 146
- addition theorem
 - velocities, 117
- amber, 144, 148
- AMPERE'S law, 47
- angular momentum conservation, 134

- battery, 152
- betatron, 60
- BIOT-SAVART law, 48
- BOHR'S magneton, 53
- boundary condition
 - electric field, 30
 - magnetic field, 56
- BREWSTER'S angle, 89, 147

- capacities, 35
- capacitor, 35
 - plate, 37
 - spherical, 36
- charge
 - influence, 37
- charge conservation, 5, 67, 133, 149
- charge density, 3
 - freely moving, 29, 68
 - polarization, 29, 68
- charge density per area, 4
- circuit
 - electric, 62–63
- CLAUSIUS-MOSSOTTI relation, 33
- coil
 - long, 62
 - magnetic, 49, 56–57
- components
 - contravariant, 111
 - covariant, 112
- conducting plane, 38
- conducting sphere, 39
- conductor, 149
 - electric, 34
 - force on, 35
- conservation laws, 132–136
- corkscrew rule, 47
- COULOMB force, 6, 14
- COULOMB law, 150
- curl, vi
- current
 - electric, 4
- current density
 - electric, 5
 - free charges, 55
 - freely moving, 68
 - magnetization, 55, 68
 - polarization, 68
- current law, 63

- D'ALEMBERT operator, 98, 119
- del operator, vi
- density of energy current, 131
- density of force, 6
- dielectric constant, 29
 - CLAUSIUS, MOSSOTTI, 32
- dielectric displacement, 29
- diffraction, 147
- dipolar moment
 - electric, 17–18, 25
 - magnetic, 52
 - current loop, 52
 - Spin, 53
- dipole
 - electric
 - angular momentum, 19
 - energy, 19
 - field, 17
 - force, 19
 - potential, 17
 - magnetic
 - field, 52
 - force, 53
 - torque, 53
- dipole radiation
 - electric, 104
 - magnetic, 106
- DIRAC delta, x , 4
- displacement current, 156
- distance, 115
 - light-like, 116
 - space-like, 115
 - time-like, 115
- divergence, vi
- DOPPLER effect, 123
- DOPPLER shift, 123
- double-refraction, 146, 147

- elasticity, theory of, 148
- electro-magnet, 153
- electromotive force, 62
- electron, 154
- electron radius
 - classical, 14
- electrostatics, 11–46

- history, 148–151
- energy
 - dipole
 - electric, 20
 - magnetic, 65
 - electrostatic, 14, 41
 - inductance, 63
 - quadrupole
 - electric, 20
- energy balance, 70–71
- energy current
 - plane wave, 79
- energy current density, 71
- energy density, 131
 - electromagnetic, 71
 - electrostatic, 14
 - plane wave, 79
- energy momentum tensor, 131–136
- energy, momentum conservation, 134
- equation of continuity, 5, 118
- equation of motion, 126
- eye glasses, 145
- field
 - charge distribution, 12
 - dipole
 - magnetic, 52
 - magnetic, divergency free, 154
 - of current distribution, 48–49
- field lines
 - made visible, 154
- field strength
 - electric, 12
 - magnetic, 55
- field tensor, 120–121
 - dual, 121
- fields
 - point charge, 122
- flux
 - dielectric displacement, 29
 - electric, 12
 - magnetic, 47, 60
- force
 - between circuits, 50, 65
 - between currents, 153
 - COULOMB, 6
 - LORENTZ, 6
 - on electric dipole, 20
 - on magnetic dipole, 53
- force density
 - dielectric matter, 42
 - electromagnetic, 70, 72–75, 131
- four-momentum, 125
- four-potential, 118
- four-scalar, 115–116
- four-tensor
 - antisymmetric, 120
 - symmetric, 132
- four-vector, 116–119
 - current density, 117
- FOURIER integrals, 79–80
- FOURIER series, 79–80
- GALILEI invariance, 109
- gauge
 - COULOMB, 98, 156
 - LORENTZ, 98, 157
- gauge transformation, 98
- GAUSS' theorem, viii
- gradient, vi
- GREEN'S theorem, ix
- group velocity, 96
- HAFELE-KEATING experiment, 161
- HAGEN-RUBENS law, 90
- HERTZ dipole, 104
- index of refraction, 87
- inductance, 61–66
- induction
 - magnetic, 47–50
- influence, 149, 150
- influence charge, 37
- integral theorems, viii
- KIRCHHOFF'S rules, 63
- KRONECKER delta, iv
- Liénard-WIECHERT potential, 137
- LAGRANGE function, 128–130
- Laplacian, vi, ix
- law of induction, 59–60, 154
- LEGENDRE functions
 - associated, xi
- LEVI-CIVITA symbol, v
- light velocity, 155
 - constance, 112
- lightning, 144
- line integrals, viii
- loop of current, 51
- LORENTZ contraction, 114
- LORENTZ force, 6, 153, 157
- LORENTZ force density, 124
- LORENTZ invariance, 109
- LORENTZ transformation, 109–114
 - proper, 113
- magnetite, 144
- magnetization, 55
- magnetostatics, 11, 47–57

- history, 151–152
- MAXWELL's equations, 5, 67–69, 120
 - in matter, 69
- mechanics
 - relativistic, 124–127
- metallic reflection, 90
- metric tensor, 112
- MICHELSON-MORLEY experiment, 110
- MINKOWSKI force, 124
- MINKOWSKI space, 111
- momentum
 - electromagnetic, 157
- momentum balance, 72–75
- momentum density, 131
 - electromagnetic, 72
- monopole
 - electric, 25
 - magnetic, 51, 57, 151
- movement of center of mass, 134
- multipole
 - electric, 24–27
 - potential, 25
- optics, history, 148
- parabolic mirror, 145
- permeability, 56
- phase velocity, 95
- pinhole camera, 145
- plasma frequency, 86
- plasma oscillations, 86
- point charge, 4, 12
 - field, 137
 - radiation, 139
- POISSON's equation, 13
- polarization, 28
- potential
 - advanced, 101
 - charge distribution, 12
 - charge, current distribution, 100–102
 - electric, 11
 - magnetic, 57, 152
 - retarded, 157
 - retarded, 101, 119
 - scalar, 97
- potentials, 97–99
- POYNTING vector, 70, 79, 131, 157
- proper time, 115, 116
- quadrupolar moment
 - electric, 17–19, 25
- quadrupole
 - electric
 - energy, 19
 - potential, 17
- quadrupole radiation
 - electric, 106
- radiation field, 103
- radiation resistance, 106
- rainbow, 144, 145
- reflection, 87–91
- refraction, 87–91
- relativity
 - general theory, 159
 - special theory, 109–136
- relativity, theory of
 - history, 158–159
- resistor, 153
 - ohmic, 62
- rest energy, 126
- scalar product, iv
- scalar triple product, v
- Snell's law, 87, 145
- solid angle
 - element of, 21
- sphere
 - dielectric, 31
- spherical coordinates, 21
 - divergence, 22
 - gradient, 21
 - Laplacian, 22
 - volume element, 21
- spherical harmonics, xi, 23
 - addition theorem, 26
- STOKES' theorem, viii
- strength of pole, 57
- stress tensor, 131, 157
 - electromagnetic, 72
 - electrostatic, 45
- surface integrals, viii
- susceptibility
 - electric, 29
 - magnetic, 56
- systems of units, i–iii, 7–9
- TE-mode, 93
- TEM-mode, 94
- time averages, 82–83
- time dilatation, 113
 - gravitational, 161
- TM-mode, 93
- torque
 - on electric dipole, 20
 - on magnetic dipole, 53
- total reflection, 90
- transformation of fields, 121
- units, i–iii, 7–9

- vector algebra, iv
- vector analysis, vi
- vector gradient, vi
- vector potential, 49–50, 97, 155
- vector product, iv
- velocity of light, 6, 146
 - vacuum, 78
- voltage law, 63
- voltage source, 62
- volume integrals, viii

- wave
 - at surface, 90
 - circularly polarized, 82
 - electromagnetic, 77–83
 - in conductor, 84–86
 - linearly polarized, 82
 - longitudinal, 86
 - plane, 78–79
 - transversal, 147
- wave equation, 77–78
- wave guide, 92–96
- wave packet, 95
- world velocity, 116

A	Grundgleichungen	Basic Equations	3
1	Grundgleichungen der Elektrodynamik	Basic Equations of Electrodynamics	3
1.a	Ladungen und Ströme	Charges and Currents	3
1.a.α	Ladungsdichte	Charge Density	3
1.a.β	Strom und Stromdichte	Current and Current Density	4
1.a.γ	Ladungserhaltung und Kontinuitätsgleichung	Conservation of Charge and Equation of Continuity	5
1.b	MAXWELL-Gleichungen	MAXWELL's Equations	5
1.c	COULOMB- und LORENTZ-Kraft	COULOMB and LORENTZ Force	6
2	Dimensionen und Einheiten	Dimensions and Units	7
2.a	GAUSSSches Maßsystem	GAUSSIAN Units	7
2.b	Andere Einheitensysteme	Other Systems of Units	7
2.c	Motivation für GAUSSSche Einheiten	Motivation for GAUSSIAN Units	9
B	Elektrostatik	Electrostatics	11
3	Elektrisches Feld, Potential, Energie des Feldes	Electric Field, Potential, Energy of the Field	11
3.a	Statik	Statics	11
3.b	Elektrisches Feld und Potential	Electric Field and Potential	11
3.b.α	Elektrisches Potential	Electric Potential	11
3.b.β	Elektrischer Fluss und Ladung	Electric Flux and Charge	12
3.b.γ	Potential einer Ladungsverteilung	Potential of a Charge Distribution	13
3.c	COULOMBkraft und Feldenergie	COULOMB Force and Field Energy	14
4	Elektrischer Dipol und Quadrupol	Electric Dipole and Quadrupole	16
4.a	Das Feld für $r > R$	The Field for $r > R$	16
4.b	Transformationseigenschaften	Transformation Properties	17
4.c	Dipol	Dipole	18
4.d	Quadrupol	Quadrupole	18
4.d.α	Symmetrien	Symmetries	18
4.d.β	Symmetrischer Quadrupol	Symmetric Quadrupole	19
4.e	Energie, Kraft und Drehmoment auf einen Multipol im äußeren Feld	Energy, Force and Torque on a Multipole in an external Field	19
5	Multipol-Entwicklung in Kugelkoordinaten	Multipole Expansion in Spherical Coordinates	21
5.a	POISSON-Gleichung in Kugelkoordinaten	POISSON Equation in Spherical Coordinates	21
5.a.α	Der Gradient	The Gradient	21
5.a.β	Die Divergenz	The Divergence	22
5.a.γ	Der LAPLACE-Operator	The Laplacian	22
5.b	Kugelflächenfunktionen	Spherical Harmonics	23
5.c	Radialgleichung und Multipol-Momente	Radial Equation and Multipole Moments	24
5.d	Punktladung am Ort \mathbf{r}' , zylindersymmetrische Ladungsverteilung	Point Charge at \mathbf{r}' , Cylindric Charge Distribution	26
6	Elektrisches Feld in Materie	Electric Field in Matter	28
6.a	Polarisation und dielektrische Verschiebung	Polarization and Dielectric Displacement	28
6.b	Grenzflächen zwischen Dielektrika	Boundaries between Dielectric Media	30
6.c	Dielektrische Kugel im homogenen elektrischen Feld	Dielectric Sphere in a Homogeneous Electric Field	31

6.d	Dielektrizitätskonstante nach CLAUDIUS und MOSSOTTI	Dielectric Constant according to CLAUDIUS and MOSSOTTI	32
7	Elektrizität auf Leitern	Electricity on Conductors	34
7.a	Elektrische Leiter	Electric Conductors	34
7.a.α	Randbedingungen an der Leiteroberfläche	Boundary Conditions at the Surface of the Conductor	34
7.a.β	Kraft auf Leiter (im Vakuum)	Force acting on the Conductor (in Vacuo)	35
7.b	Kapazitäten	Capacities	35
7.c	Influenzladungen	Influence Charges	37
7.c.α	Leiterfreier Raum	Space free of Conductors	38
7.c.β	Leitende Ebene	Conducting Plane	38
7.c.γ	Leitende Kugel	Conducting Sphere	39
8	Energie, Kräfte und Spannungen im Dielektrikum	Energy, Forces and Stress in Dielectric Media	41
8.a	Elektrostatische Energie	Electrostatic Energy	41
8.b	Kraftdichte im isotropen Dielektrikum	Force Density in Isotropic Dielectric Matter	42
8.c	MAXWELLScher Spannungstensor	MAXWELL'S Stress Tensor	45
C	Magnetostatik	Magnetostatics	47
9	Magnetische Induktion und Vektorpotential	Magnetic Induction and Vector Potential	47
9.a	AMPEREGESETZ	AMPERE'S Law	47
9.b	Magnetischer Fluss	Magnetic Flux	47
9.c	Feld einer Stromverteilung	Field of a Current Distribution	48
9.d	Vektorpotential	Vector Potential	49
9.e	Kraft zwischen zwei Stromkreisen	Force Between Two Circuits	50
10	Ringströme als magnetische Dipole	Loops of Current as Magnetic Dipoles	51
10.a	Lokalisierte Stromverteilung und magnetischer Dipol	Localized Current Distribution and Magnetic Dipole	51
10.b	Magnetisches Dipolmoment eines Ringstroms	Magnetic Dipolar Moment of a Current Loop	52
10.c	Kraft und Drehmoment auf einen Dipol im äußeren magnetischen Feld	Force and Torque on a Dipole in an External Magnetic Field	53
10.c.α	Kraft	Force	53
10.c.β	Drehmoment	Torque	53
11	Magnetismus in Materie. Feld einer Spule	Magnetism in Matter. Field of a Coil	55
11.a	Magnetismus in Materie	Magnetism in Matter	55
11.b	Feld einer Spule	Field of a coil	56
D	Induktionsgesetz	Law of Induction	59
12	FARADAYSches Induktionsgesetz	FARADAY'S Law of Induction	59
13	Induktivitäten und Stromkreise	Inductances and Electric Circuits	61
13.a	Induktivitäten	Inductances	61
13.b	Stromkreis-Elemente	Elements of Circuits	62
13.c	KIRCHHOFFSche Regeln	KIRCHHOFF'S Rules	63
13.d	Energie von Induktivitäten	Energy of Inductances	63
13.d.α	Konstante Induktivitäten	Constant Inductances	64
13.d.β	Gegeneinander bewegte Stromkreise	Moving Loops of Currents	64
13.d.γ	Konstante magnetische Flüsse	Constant Magnetic Fluxes	64
13.d.δ	Kraft zwischen zwei Stromkreisen	Force between two Electric Circuits	65

13.d.ε	Energie eines magnetischen Dipols im äußeren Magnetfeld Dipole in an External Magnetic Induction	Energy of a Magnetic Dipole	65
13.d.ζ	Permanente magnetische Momente Permanent Magnetic Moments	Permanent Magnetic Moments	65
E	MAXWELL-Gleichungen	MAXWELL'S Equations	67
14	Vollständige MAXWELL-Gleichungen	Complete Set of MAXWELL'S Equations	67
14.a	Widerspruchsfreiheit der MAXWELL-Gleichungen Consistency of MAXWELL'S Equations	Consistency of MAXWELL'S Equations	67
14.b	MAXWELL-Gleichungen für freibewegliche Ladungen und Ströme MAXWELL'S Equations for Freely Moving Charges and Currents	MAXWELL'S Equations for Freely Moving Charges and Currents	68
15	Energie- und Impuls-Bilanz	Energy and Momentum Balance	70
15.a	Energie Energy	Energy	70
15.b	Impuls-Bilanz Momentum Balance	Momentum Balance	72
F	Elektromagnetische Wellen	Electromagnetic Waves	77
16	Elektromagnetische Wellen im Vakuum und in homogenen isotropen Isolatoren	Electromag- netic Waves in Vacuum and in Homogeneous Isotropic Insulators	77
16.a	Wellengleichung Wave Equation	Wave Equation	77
16.b	Ebene Wellen Plane Waves	Plane Waves	78
16.c	Überlagerung ebener periodischer Wellen Superposition of Plane Periodic Waves	Superposition of Plane Periodic Waves	79
16.c.α	Einschub über FOURIER-Reihen und Integrale Insertion on FOURIER Series and Integrals	Insertion on FOURIER Series and Integrals	79
16.c.β	Zurück zu den MAXWELL-Gleichungen Back to MAXWELL'S Equations	Back to MAXWELL'S Equations	80
16.c.γ	Zeitmittelwerte und Zeitintegrale Time averages and time integrals	Time averages and time integrals	82
17	Elektromagnetische Wellen in homogenen Leitern	Electromagnetic Waves in Homogeneous Conductors	84
17.a	Transversal-Schwingungen bei niedrigen Frequenzen Transverse Oscillations at Low Fre- quencies	Transverse Oscillations at Low Fre- quencies	84
17.b	Transversal-Schwingungen bei hohen Frequenzen Transverse Oscillations at High Frequencies	Transverse Oscillations at High Frequencies	85
17.c	Longitudinale = Plasma-Schwingungen Longitudinal = Plasma Oscillations	Longitudinal = Plasma Oscillations	86
18	Reflexion und Brechung an einer ebenen Grenzfläche	Reflection and Refraction at a Planar Surface	87
18.a	Problemstellung und Ausbreitungsrichtung Problem and Direction of Propagation	Problem and Direction of Propagation	87
18.b	Grenzbedingungen, Amplituden Boundary Conditions, Amplitudes	Boundary Conditions, Amplitudes	88
18.c	Diskussion für $\mu_1 = \mu_2$ Discussion for $\mu_1 = \mu_2$	Discussion for $\mu_1 = \mu_2$	89
18.c.α	Isolator, $ \sin \alpha_2 < 1$: Brechung Insulator, $ \sin \alpha_2 < 1$: Refraction	Insulator, $ \sin \alpha_2 < 1$: Refraction	89
18.c.β	Isolator, $ \sin \alpha_2 > 1$: Totalreflexion Insulator, $ \sin \alpha_2 > 1$: Total Reflection	Insulator, $ \sin \alpha_2 > 1$: Total Reflection	90
18.c.γ	Metallische Reflexion, $\alpha = 0$ Metallic Reflection, $\alpha = 0$	Metallic Reflection, $\alpha = 0$	90
18.c.δ	Oberflächenwellen am Leiter Surface Waves along a Conductor	Surface Waves along a Conductor	90
19	Hohlleiter	Wave Guides	92
19.a	Hohlleiter Wave Guides	Wave Guides	92
19.b	Lösung für rechteckigen Querschnitt Solution for a Rectangular Cross Section	Solution for a Rectangular Cross Section	95
19.c	Wellenpakete Wave Packets	Wave Packets	95
G	Elektrodynamische Potentiale	Electrodynamic Potentials	97
20	Elektrodynamische Potentiale, Eichtransformationen	Electrodynamic Potentials, Gauge Trans- formations	97
20.a	Potentiale Potentials	Potentials	97
20.b	Eichtransformationen Gauge Transformations	Gauge Transformations	98

21 Die elektromagnetischen Potentiale einer allgemeinen Ladungs- und Stromverteilung	Electromagnetic Potentials of a general Charge and Current Distribution	100
21.a Berechnung der Potentiale	Calculation of the Potentials	100
21.b Eichbedingung	Gauge Condition	101
22 Ausstrahlung harmonischer Schwingungen	Radiation from Harmonic Oscillations	103
22.a Strahlungsfeld	Radiation Field	103
22.a. α Nahzone (Statische Zone)	Near Zone (Static Zone)	103
22.a. β Fernzone (Strahlungszone)	Far Zone (Radiation Zone)	103
22.b Elektrische Dipolstrahlung (HERTZscher Dipol)	Electric Dipole Radiation (HERTZ Dipole)	104
22.c Magnetische Dipolstrahlung und elektrische Quadrupolstrahlung	Magnetic Dipole radiation and Electric Quadrupole Radiation	106
22.c. α Magnetische Dipolstrahlung	Magnetic Dipole Radiation	106
22.c. β Elektrische Quadrupolstrahlung	Electric Quadrupole Radiation	107
H LORENTZ-Invarianz der Elektrodynamik	LORENTZ Invariance of Electrodynamics	109
23 LORENTZ-Transformation	LORENTZ Transformation	109
23.a GALILEI- und LORENTZ-Transformation	GALILEI and LORENTZ Transformation	109
23.b LORENTZ-Transformation	LORENTZ Transformation	111
23.b. α Zeitdilatation	Time Dilatation	113
23.b. β Längenkontraktion	LORENTZ Contraction	114
24 Vierer skalare und Vierervektoren	Four-Scalars and Four-Vectors	115
24.a Abstand und Eigenzeit als Vierer skalare	Distance and Proper Time as Four-Scalars	115
24.a. α Raumartiger Abstand $s^2 < 0$	Space-like distance $s^2 < 0$	115
24.a. β Zeitartiger Abstand $s^2 > 0$	Time-like distance $s^2 > 0$	115
24.a. γ Lichtartiger Abstand $s^2 = 0$	Light-like distance $s^2 = 0$	116
24.b Weltgeschwindigkeit als Vierervektor	World Velocity as Four-Vector	116
24.c Viererstromdichte	Current Density Four-Vector	117
24.d Viererpotential	Four-Potential	118
25 Elektromagnetischer Feldtensor	Electromagnetic Field Tensor	120
25.a Feldtensor	Field Tensor	120
25.b MAXWELL-Gleichungen	MAXWELL's Equations	120
25.b. α Die inhomogenen Gleichungen	The Inhomogeneous Equations	120
25.b. β Die homogenen Gleichungen	The Homogeneous Equations	121
25.c Transformation der elektrischen und magnetischen Felder	Transformation of the Electric and Magnetic Fields	121
25.d Felder einer gleichförmig bewegten Punktladung	Fields of a Point Charge in Uniform Motion	122
25.e DOPPLER-Effekt	DOPPLER Effect	123
26 Relativistische Mechanik	Relativistic Mechanics	124
26.a LORENTZ-Kraftdichte	LORENTZ Force Density	124
26.b LORENTZ-Kraft auf eine Punktladung	LORENTZ Force Acting on a Point Charge	124
26.c Energie und Impuls eines Massenpunktes	Energy and Momentum of a Mass Point	125
26.d Bewegungsgleichung	Equation of Motion	126
27 LAGRANGE-Formulierung	Lagrangian Formulation	128
27.a LAGRANGE-Funktion einer massiven Ladung im elektromagnetischen Feld	Lagrangian of a Massive Charge in the Electromagnetic Field	128
27.b LAGRANGEDICHTE des elektromagnetischen Feldes	Lagrangian Density of the Electromagnetic Field	129

28	Energie-Impuls-Tensor und Erhaltungsgrößen	Energy Momentum Tensor and Conserved Quantities	131
28.a	Der Tensor	The Tensor	131
28.b	Erhaltungssätze	Conservation Laws	132
28.b.α	Ladung	Charge	133
28.b.β	Energie und Impuls	Energy and Momentum	134
28.b.γ	Drehimpuls und Schwerpunktsbewegung	Angular Momentum and Movement of Center of Mass	134
29	Feld einer beliebig bewegten Punktladung	Field of an arbitrarily Moving Point-Charge	137
29.a	LIÉNARD-WIECHERT-Potential	LIÉNARD-WIECHERT Potential	137
29.b	Die Felder	The Fields	137
29.c	Gleichförmige Bewegung	Uniform Motion	139
29.d	Beschleunigte Ladung momentan in Ruhe	Accelerated Charge Momentarily at Rest	139
29.e	Abstrahlung, $\beta \neq 0$	Emitted Radiation $\beta \neq 0$	140
I	Rückblick und Ausblick	Review and Outlook	143
30	Kurze Geschichte der Elektrodynamik	Short History of Electrodynamics	143
30.a	Theorie des Lichts bis FRESNEL	Theory of Light to FRESNEL	144
30.b	Elektrostatik	Electrostatics	148
30.c	Magnetostatik	Magnetostatics	151
30.d	Aufbruch zur Elektrodynamik	Set out for Electrodynamics	152
30.e	Elektrodynamik und Wellen	Electrodynamics and Waves	154
30.f	Relativitätstheorie	Theory of Relativity	158
30.g	Von der klassischen zur Quanten-Elektrodynamik	From Classical to Quantum Electrodynamics	159
31	Gravitations-Zeitdilatation	Gravitational Time Dilatation	161
31.a	Lichtquant im Gravitationsfeld	Light Quantum in the Gravitational Field	161
31.b	Äquivalenz-Prinzip	Principle of Equivalence	162
	Anhänge	Appendices	i
A	Umrechnung zwischen Maßsystemen der Elektrodynamik	Connection between different Systems of Units	i
B	Formeln zur Vektorrechnung	Formulae for Vector Calculus	iv
B.a	Vektoralgebra	Vector Algebra	iv
B.a.α	Summationskonvention und orthonormale Basis	Summation Convention and Orthonormal Basis	iv
B.a.β	Skalarprodukt	Scalar Product	iv
B.a.γ	Vektorielltes Produkt	Vector Product	iv
B.a.δ	Mehrfachprodukte	Multiple Products	v
B.b	Vektoranalysis	Vector Analysis	vi
B.b.α	Räumliche Differentiation, Nabla-Operator	Differentiation in Space, Del Operator	vi
B.b.β	Zweifache Ableitung, Laplace-Operator	Second Derivatives, Laplacian	vi
B.b.γ	Ableitung von Produkten	Derivatives of Products	vii
B.c	Spezielle Ausdrücke	Special Expressions	vii
B.d	Integral-Sätze	Integral Theorems	viii
B.d.α	Linien-Integrale	Line Integrals	viii
B.d.β	Flächen-Integrale	Surface Integrals	viii
B.d.γ	Volumen-Integrale	Volume Integrals	viii
B.d.δ	Volumen-Integrale über Produkte	Volume Integrals of Products	ix
B.e	Der LAPLACE-Operator von $1/r$ und Verwandtes	The Laplacian of $1/r$ and Related Expressions	ix
B.e.α	Der LAPLACE-Operator von $1/r$	The Laplacian of $1/r$	ix

B.e. β	Darstellung eines Vektorfeldes als Summe eines rotationsfreien und eines divergenzfreien Feldes Representation of a Vector Field as a Sum of an Irrotational and a Divergence-free Field	x
C	Kugelflächenfunktionen Spherical Harmonics	xi
C.a	Eigenwert-Problem und Separation der Variablen Eigenvalue Problem and Separation of Variables	xi
C.b	Zugeordnete LEGENDRE-Funktionen Associated LEGENDRE Functions	xi
C.c	Orthogonalität und Normierung Orthogonality and Normalization	xiii
C.d	Bemerkung zur Vollständigkeit Remark on Completeness	xiv
Namensregister	Name Index	xvii
Sachregister		xix
Subject Index		xxiii
Inhalt	Contents	xxvii