

1	Spezielle Relativitätstheorie	1
1.1	Die Verraumung der Zeit	1
1.2	Unser dreidimensionaler affiner Raum	3
1.3	Der Minkowski-Raum	6
1.4	Lorentz-Transformationen	11
1.4.1	Boosts	11
1.4.2	Addition von Geschwindigkeiten	14
1.4.3	Kausalität	17
1.4.4	Zeitdilatation	18
1.4.5	Längenkontraktion	23
1.5	Mathematischer Formalismus	25
1.5.1	Vektorraum und Dualraum	26
1.5.2	Schreibweise	27
1.5.3	Tensoren	29
1.5.4	Tensorfelder	32
1.5.5	Metrik	34
1.5.6	Epsilon als Tensordichte	39
1.6	Relativistische Mechanik	42
1.6.1	Vierergeschwindigkeit	42
1.6.2	Impuls, Masse und Energie	43
1.6.3	Masselose Teilchen	51
2	Das elektromagnetische Feld	53
2.1	Stromdichte und Feldstärketensor	53
2.2	Die Kontinuitätsgleichung	56
2.3	Die Lorentz-Eichung	57
2.4	Homogene Lösungen	59
2.4.1	Fourier-Transformationen	59
2.4.2	Elektromagnetische Wellen	64
2.5	Inhomogene Lösungen mit retardierten Potentialen	68
2.5.1	Green'sche Funktionen	68
2.5.2	Residuensatz	70
2.5.3	Retardierte Potentiale	72
2.5.4	Avancierte Potentiale und Kausalität	77
		VII

2.6	E- und B-Feld	80
2.6.1	Maxwell-Gleichungen	80
2.6.2	Lösungen	82
2.6.3	Elektromagnetische Phänomene	83
2.6.4	Lorentz-Transformation	84
2.7	Einheiten	87
3	Die Lorentz-Kraft	91
3.1	Die Kraft auf ein geladenes Teilchen	91
3.2	Der Energie-Impuls-Tensor	93
3.3	Der Lagrange-Formalismus für relativistische Teilchen	100
3.4	Der Lagrange-Formalismus für Felder	107
3.5	Der Hamilton-Formalismus	112
3.6	Noether-Ströme	114
3.7	Elektromagnetismus aus der Forderung lokaler Eichinvarianz	118
4	Anwendungen	125
4.1	Elektrostatik	126
4.1.1	Multipolentwicklung	126
4.1.2	Ladungsverteilung in externem E-Feld	130
4.1.3	Randwertprobleme	130
4.2	Magnetostatik	134
4.2.1	Ströme in geraden, dünnen Leitern	135
4.2.2	Magnetischer Dipol	137
4.2.3	Ströme in externen Magnetfeldern	140
4.3	Strahlung einer beschleunigten Ladung	141
4.3.1	Liénard-Wiechert-Potentiale	141
4.3.2	Strahlungsleistung	145
4.4	Elektrodynamik in Materie	148
4.5	Optik	155
4.5.1	Wellen in nichtleitenden Medien	155
4.5.2	Reflektion und Brechung	156
4.5.3	Dispersive und leitende Medien	159
4.6	Elektrotechnik	162
4.6.1	Erzeugung von elektrischem Strom	162
4.6.2	Widerstand, Kondensator, Spule	165
4.6.3	Information	170
	Literaturverzeichnis	173
	Stichwortverzeichnis	175