

Inhaltsverzeichnis

Einleitung

1	Tensoren	13
1.1	Einführung in die Tensorrechnung	13
1.2	Das Rechnen mit Tensoren	21
1.3	Nichttensorielle Größen	24
1.4	Übungsaufgaben zur Tensorrechnung	25
2	Grundlagen der Speziellen Relativitätstheorie	27
2.1	Zur Notation	27
2.2	Das Ereignis	28
2.3	Maßstäbe	28
2.4	Lorentztransformationen	29
2.5	Ruhende und bewegte Maßstäbe	33
2.6	Addition von Geschwindigkeiten	35
2.7	Das Wegelement Δs	37
2.8	Lorentztransformationen - Drehung im 4D Raum	38
2.9	Gruppen der Lorentztransformationen	40
2.10	Ereignisse und Kausalität	43
2.11	Lorentztensoren	45
2.12	Die Eigenzeit τ	47
2.13	Relativistische Mechanik	51
2.14	Erhaltungssätze	55
2.15	Lichtstreuung am Elektron	56
2.16	Raketendynamik	58
2.17	Eulergleichung und Energie-Impuls-Tensor	60
2.18	Forminvariante Maxwellgleichungen	63
2.19	Relativistischer Lagrange-Formalismus	67
2.20	Übungsaufgaben zur Speziellen Relativitätstheorie	71

3 Grundlagen der Allgemeinen Relativitätstheorie	73
3.1 Allgemeines Relativitätsprinzip	73
3.2 Gekrümmte Räume - Riemannräume	74
3.3 Das Äquivalenzprinzip	79
3.4 Warum krümmt Gravitation den Raum?	82
3.5 Der metrische Tensor	83
3.6 Anwendung des Äquivalenzprinzips	86
3.7 Parallelverschiebung eines Vektors	87
3.8 Eine neue Notation	90
3.9 Eigenschaften der Christoffelsymbole	91
3.10 Lokale Inertialsysteme und Christoffelsymbole	94
3.11 Geodäten	95
3.12 Kürzeste Verbindung zwischen zwei Punkten	96
3.13 Kovariante Ableitung	98
3.14 Aufstellen von Gesetzen in der ART	100
3.15 Einige nützliche Beziehungen	102
3.16 Der Krümmungstensor	105
3.17 Symmetrien des Krümmungstensors	107
3.18 Der Ricci-Tensor	108
3.19 Die Einsteinschen Feldgleichungen	109
3.20 Folgerungen aus den Feldgleichungen	111
3.21 Spezielle Vakuumlösung der Feldgleichungen	112
3.22 Gravitationsfeld in einer Hohlkugel	118
3.23 Gravitationsrotverschiebung	118
3.24 Bestimmung räumlicher Abstände	120
3.25 Bewegung im Zentralfeld - Lichtablenkung	121
3.26 Die linearisierten Feldgleichungen	123
3.27 Lösungen der linearisierten Feldgleichungen	126
3.28 Ein Vergleich: Elektrodynamik - Gravitation	127
3.29 Die Feldgleichungen und Kausalität	128
3.30 Übungsaufgaben zur Allgemeinen Relativitätstheorie	129
A Lösungen und Hinweise	131
B Experimentelle Nachweise	135
C Zitate	139