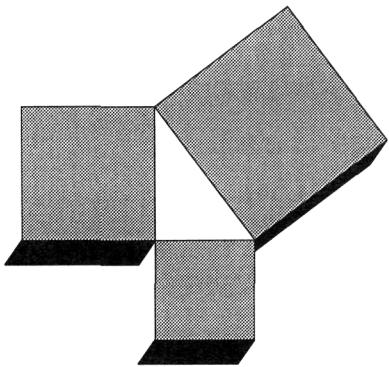


Ulrich E. Schröder

Spezielle Relativitätstheorie

mit
21 Aufgaben und
18 Abbildungen



Verlag
Harri
Deutsch

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Zur historischen Entwicklung der Relativitätstheorie	3
3 Die physikalischen und begrifflichen Grundlagen der speziellen Relativitätstheorie	11
3.1 Die Hypothesen der Newtonschen Mechanik	11
3.2 Das Galileische Relativitätsprinzip und seine Grenzen	13
3.3 Das Einsteinsche Relativitätsprinzip	19
3.4 Die Lorentz-Transformation	21
Herleitung der Lorentz-Transformation aus dem Relativitätsprinzip	22
Herleitung der Lorentz-Transformation aus dem Relativitätsprinzip und der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit . .	31
Die Lorentztransformation bei beliebiger Richtung der Relativgeschwindigkeit	33
Abstand und Invarianzprinzip	33
3.5 Kinematische Folgerungen aus der Lorentz-Transformation	36

Längenkontraktion	36
Zeitdilatation	38
Nichtsynchrone Stand bewegter Uhren	42
Transformation der Geschwindigkeit	43
Maßstabparadoxon	46
Zwillingsparadoxon	48
Beobachtung bewegter Objekte	54
4 Tensoren	59
4.1 Skalare Größen, kontravariante und kovariante Vektorkomponenten	60
4.2 Tensoren höherer Stufe	64
Kontraktionen	67
Quotiententheorem	67
Relative Tensoren	69
4.3 Der metrische Tensor	71
4.4 Differentiation von Tensorfeldern	74
4.5 Vektoren im euklidischen Raum	77
5 Die Formulierung der Relativitätstheorie im Minkowski-Raum	83
5.1 Der vierdimensionale Minkowski-Raum	83
5.2 Vierervektoren und -tensoren	88
5.3 Die vollständige Lorentz-Gruppe	91
5.4 Geometrische Darstellung der Lorentz-Transformation	97
5.5 Eigenzeit, Geschwindigkeit, Beschleunigung	102

6 Die relativistische Mechanik	105
6.1 Die Bewegungsgleichung für einen Massenpunkt	105
6.2 Impuls, Energie, Masse	110
6.3 Wechselwirkungen relativistischer Teilchen durch Felder	120
6.4 Energie-Impulserhaltung bei Teilchenreaktionen	125
Zerfall	126
Erzeugung	128
Streuung	131
6.5 Prinzip der kleinsten Wirkung, Lagrange-Funktion	133
6.6 Erhaltungssätze	136
7 Die Elektrodynamik als relativistische Feldtheorie	143
7.1 Die Wellengleichung für die elektromagnetischen Potentiale	144
7.2 Die Lagrange-Funktion für eine Ladung im äußeren Feld	147
7.3 Der Feldtensor und die Bewegungsgleichungen im äußeren Feld	149
7.4 Transformation der Feldstärken und die Invarianten des Feldes	152
7.5 Eichinvarianz	156
7.6 Die Maxwell-Gleichungen in kovarianter Form	158
7.7 Der Doppler-Effekt	160
7.8 Das Wirkungsintegral für das elektromagnetische Feld und die Feldgleichungen	164
7.9 Das Noether-Theorem	168
7.10 Der Energie-Impuls-Tensor des elektromagnetischen Feldes .	175

VIII

8 Relativistische Hydrodynamik	185
8.1 Die nichtrelativistischen Gleichungen	187
8.2 Erhaltung der Teilchenzahl	188
8.3 Inkohärente Materie	190
8.4 Die ideale Flüssigkeit	192
9 Grenzen der speziellen Relativitätstheorie	197
A Aufgaben	205
B Experimente zur Prüfung der speziellen Relativitätstheorie	209
C Testtheorien und neue Experimente zur Prüfung der speziellen Relativitätstheorie	213