

# Inhalt

<b>Vorbemerkung</b> . . . . .	7
<b>1. Raum, Zeit, Materie</b> . . . . .	9
1.1 Ausdehnung und Abstandsmaß . . . . .	10
1.2 Veränderung und Zeitmaß . . . . .	13
1.3 Materie und Masse . . . . .	17
1.4 Newtonsche Mechanik . . . . .	19
<b>2. Die Relativität der Bewegung</b> . . . . .	23
2.1 Relativitätsprinzip der Mechanik . . . . .	23
2.2 Spezielle Relativitätstheorie . . . . .	27
2.3 Raum-Zeit-Diagramm . . . . .	29
<b>3. Gleichzeitigkeit und Kausalität</b> . . . . .	33
3.1 Uhrenvergleich . . . . .	34
3.2 Kausalität . . . . .	36
<b>4. Folgen für die Physik</b> . . . . .	38
4.1 Längenkontraktion und Zeitdilatation . . . . .	38
4.2 Dopplereffekt und Zwillingsparadoxon . . . . .	40
4.3 Masse und Energie . . . . .	43
<b>5. Empirische Belege für die Spezielle Relativitätstheorie</b> . . . . .	46
<b>6. Die Geometrie der Raum-Zeit</b> . . . . .	50
6.1 Der Minkowski-Raum . . . . .	51
6.2 Anwendungen der Raum-Zeit-Formulierung . . . . .	53
<b>7. Trägheit und Schwere</b> . . . . .	56
7.1 Die Machsche Idee . . . . .	57
7.2 Das Potential von Schwere und Trägheit . . . . .	58

<b>8. Gravitation und Geometrie</b> . . . . .	60
8.1 Verallgemeinerung der Minkowski-Metrik . . .	60
8.2 Riemannsche Geometrie . . . . .	62
<b>9. Krümmung und Materie</b> . . . . .	65
9.1 Äußere und innere Krümmung . . . . .	65
9.2 Krümmung und Energie der Materie . . . . .	69
<b>10. Beobachtungen im Planetensystem</b> . . . . .	72
10.1 Gravitationsrotverschiebung . . . . .	72
10.2 Lichtablenkung . . . . .	73
10.3 Merkurperiheldrehung . . . . .	76
10.4 Weitere beobachtbare Effekte . . . . .	77
<b>11. Relativistische Astrophysik</b> . . . . .	78
11.1 Schwarze Löcher . . . . .	78
11.2 Gravitationswellen . . . . .	82
<b>12. Milchstraßen und Kosmologie</b> . . . . .	87
12.1 Was wir vom Kosmos erfahren . . . . .	88
12.2 Grundannahmen der kosmologischen Modellbildung . . . . .	94
12.3 Das Standardmodell . . . . .	95
12.4 Ausblick . . . . .	99
<b>13. Symbole und Abkürzungen</b> . . . . .	101
<b>14. Mathematischer Anhang</b> . . . . .	102
<b>15. Weiterführende Literatur</b> . . . . .	106
<b>16. Register</b> . . . . .	108