

# Inhalt

	<b>Kurzbiographie Albert Einsteins</b>	<b>11</b>
<b>1</b>	<b>Vorrelativistische Physik</b>	<b>21</b>
1.1	Das Physikverständnis von Aristoteles und Galilei . . . . .	21
1.2	Newtonsche Mechanik und Gravitationstheorie: Newtons Auffassung von Raum und Zeit, Grundgesetze der mechanischen Bewegung und der Gravitation . . . . .	26
1.3	Inertialsystem und Nichtinertialsystem, Galileisches Relativitätsprinzip . . . . .	34
1.4	Maxwellsche Theorie des Elektromagnetismus . . . . .	42
1.5	Die Krise in der Newtonschen Mechanik und in der Elektromagnetik-Optik am Ende des 19. Jahrhunderts. Das Michelson-Experiment und der Zusammenbruch der Ätherhypothese	47
<b>2</b>	<b>Weitere Experimente zur Vorbereitung oder Bestätigung der Speziellen Relativitätstheorie</b>	<b>56</b>
2.1	Astronomische Aberration . . . . .	56
2.2	Doppler-Effekt . . . . .	58
2.3	Trouton-Noble-Versuch . . . . .	59
2.4	Wienscher Versuch . . . . .	59
2.5	Fizeauscher Mitführungsversuch . . . . .	60
2.6	Messung der Lebensdauer von Myonen . . . . .	61
2.7	Sagnac-Versuch . . . . .	61
2.8	Michelson-Gale-Versuch . . . . .	62
<b>3</b>	<b>Speziell-relativistische Physik</b>	<b>63</b>
3.1	Die Vorläufer der Speziellen Relativitätstheorie . . . . .	63
3.2	Das Spezielle Relativitätsprinzip und die Lorentz-Transformation . . . . .	66

## 8 Inhalt

3.3	Die Entdeckung der Vierdimensionalität der Raum-Zeit (Minkowski-Raum)	72
3.4	Speziell-relativistische Theorienbildung: Mechanik, Elektromagnetik und Quantenmechanik	80
3.5	Einige Folgerungen aus der Speziellen Relativitätstheorie	84
3.5.1	Speziell-relativistische Längenkontraktion	84
3.5.2	Speziell-relativistische Zeitdilatation	87
3.5.3	Relativierung der Gleichzeitigkeit	88
3.5.4	Kausalität der Zeitfolge	89
3.5.5	Zwillingsparadoxon	89
3.5.6	Veränderlichkeit der Masse	92
3.5.7	Masse-Energie-Relation	94
3.5.8	Additionstheorem der Geschwindigkeiten	97
3.6	Die Grenzen der Speziellen Relativitätstheorie	98
<b>4</b>	<b>Allgemein-relativistische Physik</b>	<b>101</b>
4.1	Einsteins Weg zur Allgemeinen Relativitätstheorie	101
4.2	Das Wesen der Allgemeinen Relativitätstheorie	114
4.2.1	Zum Schöpfungsprozeß großer Theorien	114
4.2.2	Allgemeines Relativitätsprinzip	115
4.2.3	Gravitation als Krümmung der Raum-Zeit	121
4.2.4	Problem der Absolutheit von Beschleunigung und Rotation	123
4.2.5	Machsches Prinzip	125
4.2.6	Die Relativitätstheorie in einem logischen Schema ihrer Bestandteile	129
4.3	Einige Folgerungen aus der Einsteinschen Gravitationstheorie	131
4.3.1	Problem der exakten Lösungen	131
4.3.2	Schwarzschild-Lösung	133
4.3.3	Periheldrehung der Planeten	135
4.3.4	Ablenkung elektromagnetischer Wellen an der Sonne	137
4.3.5	Gravitative Frequenzverschiebung bei einer elektromagnetischen Welle	139
4.3.6	Hafele-Keating-Experiment	142
4.3.7	Shapiro-Experiment	144
4.3.8	Quasare	146
4.3.9	Pulsare, Neutronensterne	149
4.3.10	Schwarze Löcher	152

4.3.11	Gravitationswellen . . . . .	158
4.4	Kosmologie . . . . .	166
4.4.1	Zur Vorgeschichte der Kosmologie . . . . .	166
4.4.2	Hubbles Entdeckungen: Approximative Homogenität und Iso- tropie, kosmologische Rotverschiebung und Weltexpansion . .	169
4.4.3	Thermische Hintergrundstrahlung . . . . .	171
4.4.4	Friedman-Modell des Kosmos . . . . .	172
<b>5</b>	<b>Symmetrie und Erhaltung in der Relativitätstheorie</b>	<b>184</b>
5.1	Das Wesen physikalischer Erhaltungssätze . . . . .	184
5.2	Erhaltungssätze in der Speziellen Relativitätstheorie . . . . .	187
5.3	Erhaltungssätze in der Allgemeinen Relativitätstheorie . . . .	188
<b>6</b>	<b>Zur Einheit der Physik</b>	<b>192</b>
6.1	Allgemeine Gesichtspunkte . . . . .	192
6.2	Die Elementarteilchen und die vier fundamentalen Wechsel- wirkungen . . . . .	196
6.3	Einheitliche Feldtheorie in der 4-dimensionalen Raum-Zeit . .	199
6.4	Einheitliche Feldtheorie vom Kaluza-Klein-Typ in einem 5- dimensionalen Raum mit Riemannscher Geometrie . . . . .	201
6.5	Einheitliche Feldtheorie in einem 5-dimensionalen projektiven Raum . . . . .	203
6.6	Ausklang . . . . .	206
	<b>Literatur</b>	<b>215</b>
	<b>Sachverzeichnis</b>	<b>217</b>
	<b>Namensverzeichnis</b>	<b>221</b>