INHALTSVERZEICHNIS

EINHEITEN UND GRÖSSENORDNUNGEN 11

1. PHYSIKALISCHE GRUNDLAGEN 15
1.1 Beschleunigungen in der speziellen Relativitätstheorie 15
1.2 Das Äquivalenzprinzip 21
1.3 Bewegung im Gravitationsfeld 25
1.4 Die Newtonsche Näherung 27

2. RIEMANNSCHE GEOMETRIE 31
2.1 Vektoren und Tensoren 33
2.3 Tensoralgebra 35
2.4 Der metrische Tensor 36
2.5 Riemannsche Normalkoordinaten 39
2.6 Tensoranalysis 43
2.7 Der Riemannsche Krümmungstensor 49
2.8 Räume konstanter Krümmung 54
2.9 Symmetriegruppen und Killing-Vektoren 59
2.10 Invariante Tensorfelder und Lie-Ableitungen 63

3. GRAVITATIONSTHEORIE 69
3.1 Die Einsteinschen Feldgleichungen 69
3.2 Die lineare Näherung 73
3.3 Die Schwarzschild-Metrik 79
3.4 Herleitung der Feldgleichungen aus einem Variationsprinzip . 88

4. EXPERIMENTELLE TESTS DER ALLGEMEINEN RELATIVITÄTSTHEORIE 96
4.1 Äquivalenzprinzip und Eötvös-Experiment 96
4.2 Die Rotverschiebung von Spektrallinien 105
4.3 Lichtablenkung und Perihelverschiebung 107
4.4 Entfernungs- und Zeitmessungen im Sonnensystem 116
4.5 Das Machsche Prinzip und der Thirring-Lense-Effekt 119

Bibliografische Informationen
http://d-nb.info/830251448

digitalisiert durch DEUTSCHE NATIONAL BIBLIOTHEK

5. KOSMOLOGIE 128
5.1 Das kosmologische Prinzip 129
5.2 Newtonsche Kosmologie 130
5.3 Relativistische Hydrodynamik 134
5.4 Kinematik von Geschwindigkeitsfeldern 139
5.5 Friedmann-Universum I: Kosmische Hintergrundstrahlung und thermische Entwicklung 142
5.6 Friedmann-Universum II: Raumkrümmung und Nebelzählung 149
5.7 Friedmann-Universum III: Zeitliche Entwicklung 154
5.8 Friedmann-Universum IV: Die Rotverschiebungs-Entfernungsrelation 164
5.9 Das frühe Universum 167

6. GRAVITATIONSWELLEN 174
6.1 Linearisierte Theorie 175
6.2 Strahlung von Teilchen in der Schwarzschild-Metrik 185
6.3 Nachweis von Gravitationswellen 190

7. NEUE DIFFERENTIALGEOMETRISCHE METHODEN . . . 194
7.1 Tangentialvektoren und Tangentialraum 194
7.2 Differentiale und der Kotangentialraum 198
7.3 Die Tensoralgebra 201
7.4 Die äußere Algebra 203
7.5 Äußere Differentialformen 207
7.6 Übertragungen und Riemann-Geometrie 210
7.7 Anwendung auf die Berechnung des Krümmungstensors spezieller Metriken 216
7.8 Integration auf Mannigfaltigkeiten 223

8. STERNBAU UND GRAVITATIONSKOLLAPS 230
8.1 Elementare Theorie entarteter Sterne 230
8.2 Die Innenraumlösung und die Tolman-Oppenheimer-Volkoff-Gleichung 240
8.3 Energiedichte und Bindungsenergie 243
8.4 Die Geometrie der Schwarzschild-Metrik 246
8.5 Gravitationskollaps 262
8.6 Die Kerr-Metrik 269

8.7 Allgemeines über Kollaps und Schwarze Löcher 275
8.8 Penrose-Prozesse und Oberflächensatz 278
8.9 „Thermodynamik" Schwarzer Löcher 284
8.10 Der Hawking-Effekt 289
8.11 Die Suche nach Schwarzen Löchern 293

9. FELDER IM RIEMANNSCHEN RAUM 297
9.1 Kausalität und Ausbreitungsvorgänge 298
9.2 Das skalare Feld 301
9.3 Das elektromagnetische Feld 306
9.4 Spinorfelder und die Dirac-Gleichung 311
9.5 Gravitationswellen als Störungen einer Hintergrundmetrik. . . 317

10. GRAVITATION UND FELDTHEORIE. 320
10.1 Das Gravitationsfeld als Spin-2-Feld im Minkowski-Raum . . . 320
10.2 Die Renormierung der Metrik und die Nichtlinearität der Feldgleichungen 324
10.3 Verallgemeinerte Feldtheorien 332

11. GRAVITATION UND EICHTHEORIE 336
11.1 Übertragungen in Vektorbündeln 337
11.2 Parallelverschiebung und Krümmungsform 344
11.3 Fasermetrik, *G*-Strukturen 348
11.4 Topologische Quantenzahlen 355
11.5 Beispiele, Eichtheorien 364
11.6 Ist die Gravitationstheorie eine Eichtheorie? 377

LITERATURVERZEICHNIS 389

REGISTER 395