
Indice

Prefazione alla II edizione	vii
Prefazione	ix
Notazioni e convenzioni	xi
1 Complementi di relatività ristretta	1
1.1 Simmetrie e leggi di conservazione	1
1.2 Traslazioni globali e tensore canonico energia-impulso	6
1.2.1 Non-univocità della definizione	10
1.3 Trasformazioni di Lorentz e tensore momento angolare	11
1.3.1 Simmetrizzazione del tensore energia-impulso	14
1.4 Esempi di tensore energia-impulso	15
1.4.1 Campo scalare	15
1.4.2 Campo elettromagnetico	16
1.4.3 Particella puntiforme	18
1.4.4 Fluido perfetto	21
Esercizi Capitolo 1	23
Soluzioni	23
2 Verso una teoria relativistica della gravitazione	29
2.1 I postulati della geometria Riemanniana	33
2.2 Il principio di equivalenza	36
Esercizi Capitolo 2	38
Soluzioni	39
3 Calcolo tensoriale in una varietà di Riemann	43
3.1 Tensori covarianti e controvarianti	45
3.2 Densità tensoriali	48
3.3 Trasformazioni infinitesime, isometrie e vettori di Killing	51
3.3.1 Trasformazioni infinitesime al secondo ordine	54
3.4 Derivata covariante e connessione affine	55

3.4.1	Curve autoparallele	59
3.5	Torsione, non-metricità e simboli di Christoffel	60
3.6	Utili regole di calcolo differenziale covariante	63
3.6.1	Traccia della connessione di Christoffel	63
3.6.2	Derivata covariante di densità tensoriali	64
3.6.3	Divergenza e D'Alembertiano covariante	65
	Esercizi Capitolo 3	66
	Soluzioni	67
4	Equazioni di Maxwell e geometria di Riemann	71
4.1	Il principio di minimo accoppiamento	71
4.2	Accoppiamento tra campo elettromagnetico e geometria	73
4.3	Le equazioni di Maxwell generalizzate	75
4.3.1	Analogia con le equazioni in un mezzo ottico	77
	Esercizi Capitolo 4	79
	Soluzioni	79
5	Corpi di prova e segnali nello spazio-tempo di Riemann ..	83
5.1	Moto geodetico di un corpo libero puntiforme	83
5.2	Limite Newtoniano	86
5.3	Dilatazione temporale e spostamento delle frequenze	89
5.3.1	Spostamento spettrale in un campo Newtoniano	91
	Esercizi Capitolo 5	93
	Soluzioni	93
6	Deviazione geodetica e tensore di curvatura	97
6.1	L'equazione di deviazione geodetica	97
6.2	Il tensore di curvatura di Riemann	101
6.3	Un esempio: varietà a curvatura costante	104
	Esercizi Capitolo 6	106
	Soluzioni	108
7	Equazioni di Einstein per il campo gravitazionale	117
7.1	Azione gravitazionale ed equazioni di campo	117
7.1.1	Contributo di bordo	120
7.1.2	Contributo dell'azione materiale	123
7.1.3	Equazioni di Einstein	124
7.2	Il tensore dinamico energia-impulso	125
7.2.1	Esempi: campo scalare, vettoriale, sorgente puntiforme	127
7.3	Equazioni di Einstein con costante cosmologica	130
7.4	Conservazione dell'energia-impulso e moto dei corpi di prova	133
	Esercizi Capitolo 7	139
	Soluzioni	140

8	Approssimazione di campo debole	143
8.1	Equazioni di Einstein linearizzate	143
8.1.1	Il gauge armonico	145
8.2	Metrica dello spazio-tempo per un campo debole e statico	146
8.3	Deflessione dei raggi luminosi	148
8.4	Ritardo dei segnali radar	151
8.5	Misure di velocità in un campo gravitazionale	153
	Esercizi Capitolo 8	155
	Soluzioni	156
9	Le onde gravitazionali	161
9.1	Propagazione delle fluttuazioni metriche nel vuoto	162
9.1.1	Stati di polarizzazione ed elicità	162
9.2	Emissione di radiazione nell'approssimazione quadrupolare	166
9.2.1	Campo gravitazionale nella zona d'onda	167
9.2.2	Tensore energia-impulso dell'onda gravitazionale	169
9.2.3	Potenza media irradiata	171
9.2.4	Esempio: sistema stellare binario	173
9.3	Interazione tra onde polarizzate e materia	176
9.4	L'oscillatore smorzato come esempio di rivelatore	179
9.4.1	I rivelatori attualmente operanti	182
9.5	Effetto polarizzante della radiazione gravitazionale fossile	184
	Esercizi Capitolo 9	188
	Soluzioni	189
10	La soluzione di Schwarzschild	195
10.1	Equazioni di Einstein a simmetria sferica nel vuoto	195
10.2	Teorema di Birkhoff e soluzione di Schwarzschild	197
10.2.1	Limite di campo debole	199
10.3	Precessione del perielio	200
10.4	Orizzonte degli eventi e coordinate di Kruskal	205
10.4.1	Struttura causale della geometria di "buco nero"	209
10.5	Tempo proprio per osservatori in moto in un campo statico	213
	Esercizi Capitolo 10	219
	Soluzioni	219
11	La soluzione di Kasner	223
11.1	Equazioni di Einstein per una metrica omogenea anisotropa	224
11.2	Soluzioni multidimensionali nel vuoto	226
	Esercizi Capitolo 11	229
	Soluzioni	230

12	Tetradi e connessione di Lorentz	235
12.1	Proiezione sullo spazio piatto tangente	235
12.1.1	Simmetrie locali e campi di “gauge”	238
12.2	Invarianza locale di Lorentz e derivata covariante	240
12.2.1	La condizione di metricità per le tetradi	242
12.3	La connessione di Levi-Civita e i coefficienti di Ricci	244
12.3.1	Tensore di curvatura e azione gravitazionale	246
	Esercizi Capitolo 12	249
	Soluzioni	249
13	Equazione di Dirac in un campo gravitazionale	253
13.1	Richiami di formalismo spinoriale	254
13.2	Equazione di Dirac covariante e localmente Lorentz-invariante	257
13.3	Accoppiamento geometrico alla corrente assiale e vettoriale	259
13.4	Forma simmetrizzata dell’azione covariante di Dirac	261
	Esercizi Capitolo 13	263
	Soluzioni	264
14	Supersimmetria e supergravità	267
14.1	Supersimmetria globale nello spazio-tempo piatto	269
14.1.1	Esempio: il modello di Wess-Zumino	272
14.2	Il campo di Rarita-Schwinger	273
14.2.1	Supersimmetria globale nel sistema gravitone-gravitino	276
14.3	Supergravità $N = 1$ in $D = 4$ dimensioni	277
14.3.1	Equazioni di campo per la metrica e il gravitino	282
	Esercizi Capitolo 14	287
	Soluzioni	288
	Appendice A Il linguaggio delle forme differenziali	295
A.1	Operazioni con le forme differenziali	295
A.1.1	Prodotto esterno	297
A.1.2	Derivata esterna	297
A.1.3	Dualità e co-differenziale	298
A.2	Forme di base e di connessione: derivata covariante esterna	301
A.3	Forme di torsione e di curvatura: equazioni di struttura	304
A.3.1	Teoria di gauge per il gruppo di Poincarè	305
A.3.2	Identità di Bianchi	308
A.4	Equazioni di campo con il metodo variazionale di Palatini	309
A.4.1	Relatività generale ed equazioni di Einstein-Cartan	310
A.4.2	Sorgenti con spin e geometria con torsione	316
A.4.3	Un semplice modello di supergravità	319

Appendice B Gravità multidimensionale	323
B.1 Il modello di Kaluza-Klein	324
B.1.1 Riduzione dimensionale in $D = 4 + n$ dimensioni	329
B.1.2 Compattificazione spontanea	335
B.2 Le membrane-Universo	341
B.2.1 Confinamento della gravità	347
B.2.2 Correzioni a corto raggio	351
Bibliografia	357
Indice analitico	359

Relatività Generale e Teoria della Gravitazione

Gasperini, M.

2015, XIX, 363 pagg. 10 figg., Hardcover

ISBN: 978-88-470-5689-3