

Indice generale

Prefazione	IX	9	Funzionamento di una camera a ionizzazione	36
		10	Perdita di energia di ^3He in silicio	38
		11	Tempo di frenamento di una particella carica	40
		12	Risoluzione energetica di un rivelatore al germanio	42
		13	Spessore morto di un rivelatore al silicio	45
		14	Assorbimento γ da una serie di materiali	47
		15	Efficienza di un rivelatore plastico per neutroni	48
		16	Sensibilità di un contatore per neutroni al ^{10}B	49
		17	Attenuazione di un fascio di neutroni	51
		18	Attenuazione di raggi γ provenienti da una sorgente	52
		19	Risposta di un rivelatore γ	53
		20	Contatore Cherenkov a riflessione totale	55
		21	Tempi di volo tra particelle diverse	57
		22	Separazione di isobari con spettrometro magnetico	58
		23	Legge di Barber nei settori magnetici	59
		24	Spettrometro magnetico a campo uniforme	60
		25	Distanza tra due traiettorie in un campo magnetico	62
		26	La saetta di una particella in una camera a nebbia	64
		27	Analisi del picco somma in un decadimento a due fotoni	65
		28	Coincidenze casuali	66
		29	Tempo morto non estensibile	68
		30	Tempo morto estensibile	69
		31	Misura del tempo morto: metodo delle due sorgenti	70
		32	Tempo morto in misure con reazioni nucleari	71
		33	Uno <i>shaper</i> (formatore) CR-RC a due stadi	73
		34	Sensibilità di un preamplificatore di carica	76
		35	<i>Walk</i> di un segnale proveniente da un amplificatore veloce	77
CAPITOLO 1 Elementi di statistica				
1	1	1	Ottimizzazione di tempi di misura	
2	2	2	Statistiche gaussiane: errore sulla media	
3	3	3	Misure di decadimenti di una sorgente	
4	4	4	Approssimazione della distribuzione di Poisson con quella di Gauss	
5	5	5	Media ed errore sulla media di una serie di misure	
6	6	6	Esperimenti nulli: limite inferiore e livello di confidenza	
7	8	8	Inefficienza di un circuito contatore (<i>scaler</i>)	
8	9	9	Regola del 3σ	
9	9	9	Compatibilità tra misure	
10	10	10	Misure ripetute di conteggi radioattivi	
11	11	11	Distribuzione dell'intervallo	
12	12	12	Applicazione della legge dell'intervallo	
13	14	14	Legge dell'intervallo in un decadimento a cascata	
14	16	16	Limite critico e limite di rivelabilità	
15	18	18	Eventi ad alta molteplicità in un multi-rivelatore	
16	20	20	Calibrazioni in energia e propagazione degli errori statistici	
17	21	21	Una distribuzione uniforme di neutroni	
CAPITOLO 2 Rivelatori di particelle				
1	25	25	Attività di una sorgente, angoli solidi e statistica	
2	26	26	Attività di una sorgente e stima dei conteggi di fondo	
3	28	28	Calcolo di efficienza di un contatore di particelle	
4	29	29	Perdita di energia di elettroni	
5	29	29	Sciami elettromagnetici	
6	31	31	Energia di un raggio γ misurata per conversione in elettroni	
7	32	32	Un galleggiante "alternativo"	
8	34	34	Un contatore proporzionale: distanza di moltiplicazione	

36	Catena elettronica in misure di tempo di volo	78
37	Catena elettronica per coincidenze γ - γ	81

CAPITOLO 3 Acceleratori di particelle

1	Irraggiamento in un acceleratore van de Graaf	83
2	Un sincrotrone per protoni	85
3	Un sincrociclotrone	86
4	Caratteristiche di un fascio tandem	88
5	Un van de Graaf a cinghia	89
6	Un LINAC per elettroni	91
7	Due LINAC per ioni pesanti	93
8	Accelerazione di elettroni con un betatrone	95

CAPITOLO 4 Decadimenti radioattivi

1	Un radionuclide nel circolo sanguigno	97
2	Calore dal decadimento β^- nel trizio	97
3	Energia dal decadimento α del ^{238}Pu	99
4	Ionizzazione dell'aria per radioattività	100
5	Visione probabilistica del decadimento radioattivo	101
6	Statistica nel decadimento radioattivo di una sostanza	102
7	Energetica classica e relativistica di un decadimento nucleare	102
8	Decadimento sequenziale	104
9	Equilibrio secolare	106
10	Equilibrio secolare ed età dei minerali	107
11	Il duro lavoro di Madame Curie	109
12	Decadimento triplo in breve tempo con sostanza separata	110
13	Decadimento multiplo con λ uguali	112
14	Costante di decadimento apparente in un decadimento sequenziale	112
15	Produzione di materiale radioattivo	114
16	Produzione e trasporto di bersagli radioattivi	116
17	Radioattività e diramazioni	118
18	Rapporto di diramazione e produzione di un radioisotopo	120
19	Radioattività e diramazioni del ^{40}K	122
20	Cattura in cascata di neutroni	123
21	Penetrabilità di una barriera rettangolare	124
22	Decadimento α e legge di Geiger-Nuttal	129
23	Decadimento α : barriere a confronto	132
24	Decadimento α : applicazione della legge di Geiger-Nuttal	134
25	Penetrazione di una barriera triangolare	136

26	Decadimento α : <i>hinderance</i> centrifuga	137
27	Decadimento α verso stati eccitati nella teoria di Gamow	140
28	Decadimento α e profondità della buca nucleare	141
29	Valor medio dell'energia cinetica degli elettroni nel decadimento β	144
30	Decadimento β e soglie di reazione di scambio di carica	146
31	Determinazione della costante di Fermi da decadimento β	147
32	Stime di sezioni d'urto deboli dalla cattura K del ^7Be	151
33	Energia coulombiana e decadimento β	153
34	Transizioni gamma e vite medie di stati del ^{73}Br	155
35	Decadimento β e γ in cascata	156
36	Decadimento α ed emissione γ associata	159
37	Decadimento β ed emissione γ	160
38	Radioattività con emissione di clusters pesanti	161

CAPITOLO 5 Struttura nucleare

1	Formula di Weizsacker e <i>neutron drip-line</i>	167
2	Formula di Weizsacker e decadimento α	168
3	Formula di Weizsacker e nuclei β -stabili	169
4	Stima del parametro di fissilità	171
5	Sottostati magnetici di un nucleone in un nucleo	173
6	<i>Splitting</i> per accoppiamento spin-orbita	174
7	Calcolo di un <i>gap</i> nel modello a shell	176
8	Libero cammino medio di un nucleone e modello a shell	177
9	Accoppiamento di nucleoni e principio di Pauli	179
10	Stati eccitati del ^{17}O e modello a shell	180
11	Modello a shell ed emissione gamma	181
12	Modello a shell, decadimento beta e regole di Nordheim	182
13	Costante di accoppiamento di Gamow-Teller	184
14	Applicazione del modello a shell	187
15	Modello a shell e momento di quadrupolo elettrico dei nuclei	188
16	Struttura del ^{137}Ba nel modello a shell	190
17	Determinazione di uno spin incognito con le regole di selezione	192
18	Stati a particella singola: limiti di Wigner	193
19	Una buca deformata	194

20	Momento di inerzia di un nucleo a cluster	197
21	Correlazioni angolari $\gamma - \gamma$	198
22	Misure di vite medie di stati eccitati col metodo del plunger	200
23	Emissione ed assorbimento γ con rinculo	201
24	Absorbimento risonante che segue un decadimento β	203
25	Elettroni nel nucleo	205
26	Azione meccanica di un nucleone	206
27	Decadimenti da uno stato isomerico	208
28	Rinculo nucleare nel decadimento β	210
29	Momento magnetico classico del protone	212
30	Un esperimento alla Stern-Gerlach	214
31	Struttura iperfine degli spettri atomici	216
32	Effetto Zeeman nucleare	218
33	Campo magnetico di dipolo: limite microscopico	219
34	Struttura iperfine: riga a 21 cm dell'idrogeno	221
35	Diffusione elastica di elettroni e raggio di cariche di un nucleo	224

CAPITOLO 6 Reazioni nucleari

1	Esperimento alla Geiger-Marsden	227
2	Scattering Rutherford di particelle α	228
3	Q-valori e misura di masse atomiche	230
4	Q-valore e velocità relativa	231
5	Cinematica non-relativistica di reazioni nucleari	232
6	Relazioni cinematiche in collisioni relativistiche	234
7	Soglie di reazioni nucleari e subnucleari	239
8	Soglie relativistiche: produzione di particelle	242
9	Cinematica inversa: doppia soluzione cinematica	243
10	Un allarme per neutroni emessi in reazioni nucleari	245
11	Cinematica di scattering inelastico relativistico <i>versus</i> non-relativistico	247
12	Tempo di accumulo in una reazione di bassa energia	249
13	Erosione di un bersaglio di boro per bombardamento con neutroni	251
14	Attivazione di una camera di reazione	252
15	Occhio ai neutroni!	253
16	Vita media del positrone in un mezzo materiale	255
17	Stime di raggi nucleari con lo scattering diffrazionale da neutroni	257
18	Nucleo composto e reazioni nucleari	260
19	Sezioni d'urto risonanti e formula di Breit-Wigner	261
20	<i>Strength</i> di una risonanza isolata	263
21	Sfasamento nello scattering elastico di neutroni	264
22	Sfasamenti e sezioni d'urto elastiche	266
23	Soglia di una reazione (p,n) generica	268
24	Funzione di deflessione di sfera dura	269
25	<i>Orbiting e rainbow</i> classico	270
26	Bilancio dettagliato	271
27	Fusione incompleta	273
28	Una reazione diretta	274
29	Decadimenti a tre corpi di massa identica: Diagramma di Dalitz	276
30	Decadimento sequenziale di uno stato nucleare	278

CAPITOLO 7 Particelle subnucleari

1	Energia disponibile nel centro di massa in collisioni a bersaglio fisso	281
2	Decadimenti asimmetrici di particelle	282
3	Soglia di reazione a bersaglio fisso: calcolo "all'antica"	283
4	Energia di soglia per antiprotoni con moto di Fermi	284
5	Collisione particella-fotone	286
6	Massa invariante e decadimento di particelle	287
7	Sistema obliquo di due fotoni	288
8	Produzione di coppie su nuclei e su elettroni	289
9	Annichilazione "sghemba" di elettroni e positroni	290
10	Decadimento in volo di un kaone	291
11	Massa invariante e decadimenti in volo	293
12	Sciame elettromagnetici nel decadimento del π^0	295
13	Processi elettromagnetici ad alta energia e loro sezione d'urto	296
14	Luminosità in esperimenti a bersaglio fisso e colliders	297
15	Reazioni con antiprotoni	298
16	Un collider asimmetrico e^+e^-	301
17	Luminosità integrata e numero di eventi di reazione	301
18	Sezione d'urto Lorentz-invariante	302
19	Effetto Compton con bersaglio mobile	304
20	Modulo della velocità relativa relativistica	305
21	Volume dello spazio delle fasi nel decadimento del pione	306
22	Regola di Sargent e vite medie	308
23	Una sorgente γ in moto relativistico	309
24	Velocità relativa relativistica	311

25	Decadimento del positronio	312
26	Collisioni n-p: scambio pionico	315
27	Risonanze nucleari e particellari	316
28	Parità del pione	317
29	Scattering Bhabha e Møller	319
30	Diagrammi di Feynman nella annichilazione $e^+e^- \rightarrow \mu^+ + \mu^-$	319
31	Processi di produzione di un bosone W ed n gluoni	320
32	Rapporto R in collisioni e^+e^-	321
33	Decadimenti proibiti	323
34	Diagrammi di Feynman di reazioni	326
35	Altri diagrammi di Feynman	327
36	Vertici di modello standard	328
37	Vertici di modello standard 2	328
38	Produzione e decadimento di coppie $W^+ W^-$ al LEP2	329
39	Oscillazioni di stranezza e decadimento di un fascio di K^0	330
40	Stato legato dall'interazione debole	332
41	Fisica ai colliders e^+e^-	333
42	Elementi di matrice CKM	334
43	Decadimento e massa del tauone	336
44	Atomi muonici	337
45	Rapporto di diramazione del decadimento del π^-	338
46	Scattering di alta energia elettrone-positrone	339
47	<i>Running</i> di α_S - Libertà asintotica	341
48	Eccitazione di risonanze barioniche nello scattering $e + p$	342
49	Fattori di colore e stabilità mesonica	342
50	Funzioni di struttura del protone	344
51	Isospin e sezione d'urto di formazione di Δ^0 e Δ^{++}	345
52	Canali di isospin in sistemi di due particelle	347
53	Decadimento della particella Λ	348
54	Rapporto di diramazione nel decadimento della Δ^0	350
55	Decadimento del protone	351
56	Un nucleo e un ipernucleo	352
57	Produzione di ipernuclei e regole di selezione	353
58	Decadimento del mesone D^0	354
59	Decadimento del protone in teorie di grande unificazione	355
CAPITOLO 8 Astrofisica nucleare e subnucleare		
1	Raggio di una stella di neutroni	357
2	Stati eccitati e temperatura di un nucleo	358
3	Sezione d'urto e fattore astrofisico	358
4	Distruzione di un elemento radioattivo nelle stelle	360
5	Calcolo del picco di Gamow per reazione a bassa energia	362
6	Catena $p - p$ nel Sole	363
7	Grandezze di Planck	365
8	Età dell'universo e legge di Hubble	366
9	Densità critica dell'universo	367
10	Un sistema binario di stelle di neutroni	369
11	Onde gravitazionali irraggiate da Sirio	371
12	Riduzione del periodo di rivoluzione di un sistema binario per irraggiamento di onde gravitazionali	372
13	Materia oscura e velocità di rivoluzione delle stelle	373
14	Terremoto in una stella di neutroni	374
15	Stime di densità di una stella di neutroni	375
16	Emissione di fotoni da una nana bianca	376
17	Deflessione newtoniana della luce da parte di una stella	378
18	Effetto Sunyaev-Zeldovich	379
19	Collisione di un nucleo con un fronte d'onda d'urto	382
20	Misure di intensità di raggi cosmici e della loro curvatura	384
21	Intensità di raggi cosmici al livello del mare	385
22	Tasso di reazioni di neutrini in acqua	387
23	Scoppi di supernova e limiti alla massa dei neutrini	388
24	Rivelazione di materia oscura	390
25	Oscillazioni di neutrino	391
CAPITOLO 9 Fisica nucleare applicata		
1	Produzione di neutroni con acceleratori	395
2	Termalizzazione di neutroni	397
3	Un reattore nucleare omogeneo e finito	399
4	Un fusto di combustibile nucleare	401
5	Raggio critico di un reattore a uranio arricchito	403
6	Neutroni in colonna termica	405
7	Diffrazione di neutroni lenti da cristalli	407
8	Reattori a fusione e criterio di Lawson	409
9	Elettroni nell'uranio	410
10	Emissione spettrale di idrogeno ^1H e deuterio ^2H	411
11	Risonanza magnetica nucleare	412
12	Dose assorbita in acqua	414
13	Emissione di radon in ambienti chiusi	415
14	Rateo di dose equivalente di una sorgente γ	416
15	Una seduta di adroterapia	418
16	Un radionuclide in circolo biologico (scintigrafia)	419
17	Produzione di radiofarmaco per la PET	420

18	Radiodattazione col carbonio-14	421	7	Formula semi-empirica delle masse (von Weizsacker)	430
19	Una misura PIXE "storica"	422	8	Orbitali del modello a shell a particelle indipendenti	430
20	Analisi di leghe con il metodo RBS	424	9	Coefficienti di Clebsch-Gordan	430
Appendice			10	Proprietà di alcuni mesoni	432
Formulario, tabelle e riferimenti bibliografici			11	Proprietà di alcuni barioni	433
1	Funzionamento di alcuni tipi di acceleratore	427	12	Integrale gaussiano	434
2	Dosimetria delle radiazioni	428	13	Alcune costanti di uso comune	435
3	Funzionamento di alcuni tipi di rivelatore	428	14	Alcuni riferimenti bibliografici	436
4	Classificazione dei decadimenti beta	429	Indice analitico		437
5	Stime di Weisskopf	429			
6	Stime di Schmidt dei momenti magnetici nucleari	429			