

J.J. Sakurai Jim Napolitano

# **Meccanica quantistica moderna**

Seconda edizione

Edizione italiana a cura di Stefano Forte

**ZANICHELLI**

# Indice

<b>Introduzione alla prima edizione</b>	<b>vii</b>
<b>Prefazione all'edizione riveduta</b>	<b>ix</b>
<b>Prefazione alla seconda edizione</b>	<b>xi</b>
<b>In Memoriam</b>	<b>xv</b>
<b>1 Concetti fondamentali</b>	<b>1</b>
1.1 L'esperimento di Stern-Gerlach	1
1.2 Ket, Bra e operatori	10
1.3 Ket di base e rappresentazione matriciale	17
1.4 Misure, osservabili, e relazioni di indeterminazione	23
1.5 Cambiamento di base	35
1.6 Posizione, impulso e traslazione	39
1.7 Funzioni d'onda nello spazio delle coordinate e degli impulsi	49
<b>2 Dinamica quantistica</b>	<b>61</b>
2.1 Evoluzione temporale ed equazione di Schrödinger	61
2.2 le rappresentazioni di Schrödinger e di Heisenberg	75
2.3 L'oscillatore armonico unidimensionale	83
2.4 L'equazione d'onda di Schrödinger	91
2.5 Soluzioni elementari dell'equazione d'onda di Schrödinger	97
2.6 Propagatori e Integrali di Cammino di Feynman	110
2.7 Potenziali e trasformazioni di gauge	122
<b>3 Teoria del momento angolare</b>	<b>147</b>
3.1 Rotazioni e relazioni di commutazione per il momento angolare	147
3.2 Sistemi di spin $1/2$ e rotazioni finite	153
3.3 $SO(3)$ , $SU(2)$ e rotazioni di Eulero	162
3.4 Operatori densità, insiemi puri e miscele	168
3.5 Autovalori e autostati del momento angolare	180
3.6 Il momento angolare orbitale	188
3.7 L'equazione di Schrödinger per potenziali centrali	196
3.8 Somma di momenti angolari	206
3.9 Il modello di oscillatore di Schwinger per il momento angolare	219

3.10	Misure di correlazione di spin e disuguaglianza di Bell	225
3.11	Operatori tensoriali	233
<b>4</b>	<b>Simmetrie in meccanica quantistica</b>	<b>247</b>
4.1	Simmetrie, leggi di conservazione e degenerazioni	247
4.2	Simmetrie discrete, parità o inversione spaziale	254
4.3	Le traslazioni su reticolo come simmetria discreta	263
4.4	La simmetria discreta di inversione temporale	269
<b>5</b>	<b>Metodi di approssimazione</b>	<b>287</b>
5.1	Teoria perturbativa indipendente dal tempo: caso non degenero	287
5.2	Teoria perturbativa indipendente dal tempo: caso degenero	299
5.3	Atomi idrogenoidi: struttura fine e effetto Zeeman	305
5.4	Metodi variazionali	315
5.5	Potenziali dipendenti dal tempo: la rappresentazione d'interazione	319
5.6	Hamiltoniane con dipendenza dal tempo particolare	327
5.7	Teoria perturbativa dipendente dal tempo	337
5.8	Applicazioni alle interazioni con un campo classico di radiazione	347
5.9	Spostamento dell'energia e larghezza di decadimento	353
<b>6</b>	<b>Teoria della diffusione</b>	<b>365</b>
6.1	Diffusione come perturbazione dipendente dal tempo	365
6.2	L'ampiezza di diffusione	370
6.3	L'approssimazione di Born	377
6.4	Sfasamenti e onde parziali	382
6.5	Approssimazione iconale	395
6.6	Diffusione a bassa energia e stati legati	400
6.7	Diffusione risonante	407
6.8	Considerazioni di simmetria nella diffusione	410
6.9	Diffusione anelastica elettrone-atomo	413
<b>7</b>	<b>Particelle Identiche</b>	<b>421</b>
7.1	Simmetria permutazionale	421
7.2	Il postulato di simmetrizzazione	425
7.3	Il sistema di due elettroni	427
7.4	L'atomo di elio	430
7.5	Stati di molte particelle	434
7.6	Quantizzazione del campo elettromagnetico	446
<b>8</b>	<b>Meccanica quantistica relativistica</b>	<b>459</b>
8.1	Verso la meccanica quantistica relativistica	459
8.2	L'equazione di Dirac	467
8.3	Le simmetrie dell'equazione di Dirac	473
8.4	Soluzioni nel caso di potenziale centrale	479
8.5	Teoria dei campi quantistica relativistica	485

<b>A Unità elettromagnetiche</b>	<b>491</b>
A.1 Legge di Coulomb, carica e corrente	491
A.2 Conversioni tra i due sistemi	492
<b>B Un breve riassunto delle soluzioni elementari dell'equazione d'onda di Schrödinger</b>	<b>495</b>
B.1 Particella libera ( $V = 0$ )	495
B.2 Potenziali costanti a tratti in una dimensione	496
B.3 Problemi di trasmissione e riflessione	497
B.4 L'oscillatore armonico unidimensionale	498
B.5 Il problema della forza centrale (potenziale sfericamente simmetrico $V = V(r)$ )	499
B.6 L'atomo di idrogeno	502
<b>C Dimostrazione della regola di somma di momenti angolari   data dall'equazione (3.8.38)</b>	<b>505</b>
<b>Indice analitico</b>	<b>509</b>