

BRUNO FERRETTI

**LE RADICI
CLASSICHE DELLA
MECCANICA QUANTICA**



BORINGHIERI

Indice

Prefazione, 9

1 Moto di corpuscoli e propagazione ondosa, 11

- 1.1 Il principio di minima azione Esercizi
- 1.2 Le equazioni canoniche della meccanica e il principio variazionale di Maupertuis Esercizi
- 1.3 La propagazione delle onde e la teoria delle trasformazioni canoniche della meccanica Esercizi
- 1.4 Le trasformazioni microcanoniche della meccanica
- 1.5 Moto del gruppo d'onde Esercizi

Appendice al capitolo 1, 34

- 1A.1 Richiami di alcune nozioni elementari di geometria differenziale
- 1A.2 Derivazione direzionale. Operatori differenziali "tangenziali" o "interni" a una superficie Esercizi
- 1A.3 Equazioni differenziali alle derivate parziali del secondo ordine di tipo iperbolico. Superfici caratteristiche Esercizi
- 1A.4 Elementi di teoria delle misure delle distribuzioni, δ di Dirac Esercizi
- 1A.5 Convoluzioni di funzioni e distribuzioni. Funzioni indefinitamente derivabili a decrescenza rapida e distribuzioni temperate
- 1A.6 Trasformate di Fourier delle distribuzioni temperate
- 1A.7 Applicazione della teoria delle distribuzioni alla soluzione dell'equazione delle onde. Caso dell'equazione di D'Alembert e dell'equazione di Klein-Gordon Esercizi
- 1A.8 Equazione delle onde in n dimensioni. Discussione del principio di Huyghens Esercizi
- 1A.9 Principio di Maupertuis. Unicità della soluzione del problema di Maupertuis Esercizi

2 L'elettromagnetismo, 68

- 2.1 Le equazioni fondamentali. Proprietà di trasformazione di campi e correnti Esercizi
- 2.2 Bilancio dell'energia e dell'impulso nell'elettromagnetismo Esercizi
- 2.3 L'onda piana Esercizi

- 2.4 Radiazione elettromagnetica libera all'interno di una cavità. Formulazione hamiltoniana delle equazioni del campo Esercizi
- 2.5 La dinamica relativistica di una particella elettricamente carica. Formulazione della lagrangiana e della hamiltoniana Esercizi
- 2.6 L'irraggiamento elettromagnetico da parte di un sistema di cariche in moto dato Esercizi
- 2.7 Irraggiamento di una carica puntiforme in moto periodico in un campo magnetico dato (effetto Zeeman) Esercizi

Appendice al capitolo 2, 105

- 2A.1 Le trasformazioni di Lorentz Esercizi
- 2A.2 Vettori, tensori e operatori differenziali nello spazio di Minkowski Esercizi
- 2A.3 Bilancio dell'energia e dell'impulso per il campo elettromagnetico. Pressione di radiazione. Energia e impulso della radiazione libera Esercizi
- 2A.4 Applicazione della teoria delle distribuzioni a) al calcolo della forza elettromagnetica esterna che si esercita su una carica puntiforme; b) alla dimostrazione della formula dei potenziali ritardati e anticipati; c) al calcolo del campo irraggiato da cariche puntiformi Esercizi
- 2A.5 Irraggiamento indotto dalla radiazione Esercizi
- 2A.6 Reazione di radiazione Esercizi

3 Nozioni di meccanica e termodinamica statistica, 146

- 3.1 Spazio delle fasi; invarianza per trasformazioni canoniche dell'estensione in fase; teorema di Liouville Esercizi
- 3.2 Probabilità di stato di un sistema all'equilibrio termodinamico; ipotesi fondamentali
- 3.3 Probabilità di uno stato all'equilibrio termodinamico, ed estensione in fase Esercizi
- 3.4 Distribuzione microcanonica; un lemma e alcune applicazioni Esercizi
- 3.5 Distribuzione canonica Esercizi
- 3.6 Fluttuazioni e struttura atomica della materia Esercizi
- 3.7 Calori specifici. Proprietà magnetiche della materia all'equilibrio Esercizi

Appendice al capitolo 3, 174

- 3A.1 Variabili casuali. Teorema limite del calcolo delle probabilità Esercizi
- 3A.2 Teorema di Liouville e irreversibilità macroscopica. Un semplice esempio Esercizi
- 3A.3 Problema ergodico. Teorema di Birkhoff: indecomponibilità metrica e integrali primi del moto uniformi Esercizi
- 3A.4 Distribuzione canonica e impossibilità del moto perpetuo di seconda specie Esercizi
- 3A.5 Costituzione atomica e numero di Avogadro Esercizi
- 3A.6 Gradi di libertà congelati e tempi di rilassamento Esercizi
- 3A.7 Complementarità della descrizione termodinamica e meccanica di un sistema Esercizi
- 3A.8 Termodinamica della radiazione Esercizi

4 Il quanto d'azione, i fotoni e la stabilità della materia, 238

- 4.1 Instabilità classica dell'atomo in interazione con il campo di radiazione Esercizi
- 4.2 Teoria dell'equilibrio termodinamico della radiazione elettromagnetica secondo Einstein. Costante di Planck Esercizi

- 4.3 Fotoni e ottica ondulatoria. Interpretazione statistica Esercizi
- 4.4 Discussione dal punto di vista del modello corpuscolare del fenomeno della interferenza. Principio di complementarità. Principio di indeterminazione e relazione di De Broglie Esercizi
- 4.5 L'equazione di Schrödinger. La densità di corrente di probabilità Esercizi
- 4.6 La quantizzazione e la stabilità atomica Esercizi

Appendice al capitolo 4, 291

- 4A.1 Il bilancio della quantità di moto negli scambi tra materia e radiazione all'equilibrio termodinamico Esercizi
- 4A.2 I fotoni come particelle e l'ottica geometrica Esercizi
- 4A.3 Rappresentazione della funzione d'onda tramite funzioni complesse e correnti di probabilità Esercizi
- 4A.4 La quantizzazione e la stabilità della materia Esercizi
- 4A.5 Autofunzioni di equazioni differenziali. Polinomi di Hermite, di Legendre e di Laguerre Esercizi

5 Introduzione alla meccanica quantica, 321

- 5.1 Teoria della radiazione e principio di corrispondenza Esercizi
- 5.2 Le matrici e le equazioni del moto di Heisenberg Esercizi
- 5.3 Funzioni d'onda e operatori. Regole di interpretazione del formalismo Esercizi
- 5.4 Rappresentazione di Schrödinger, di Heisenberg e di interazione. Inversione temporale. Teoria delle perturbazioni Esercizi
- 5.5 Teoria quantica della radiazione. Hamiltoniana imperturbata Esercizi
- 5.6 Emissione di radiazione da parte di un atomo Esercizi

Appendice al capitolo 5, 371

- 5A.1 Moti multiplemente periodici nella meccanica classica Esercizi
- 5A.2 Spazio di Hilbert. Operatori lineari nello spazio di Hilbert. Decomposizione spettrale dell'identità relativa a tali operatori Esercizi
- 5A.3 Rappresentazione secondo Dirac di operatori lineari con spettri continui. Matrici con indici continui Esercizi
- 5A.4 L'equazione di Schrödinger in coordinate curvilinee Esercizi
- 5A.5 Impossibilità di definire propriamente la localizzazione di un fotone Esercizi

Bibliografia, 407

Indice analitico, 409