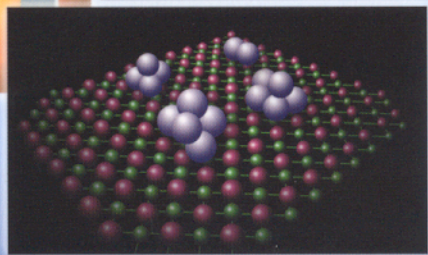
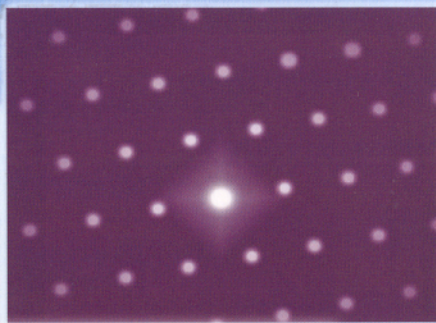
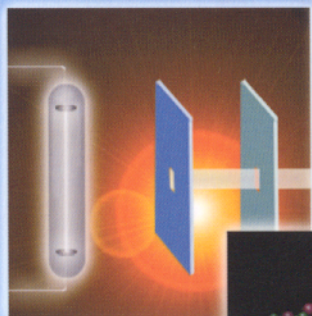




Introduction to Quantum Mechanics

量子 力學導論



姚 玢 / 劉惠芬 著

Introduction to Quantum Mechanics

光敏書局

量子力學導論

姚 珩／劉惠芬 著

本書是以量子公設為主軸，以 Dirac 符號為描述語言，並以兩個基本的數學定理為基礎，來逐步地介紹量子力學的重要原理與運算方法。書中收集許多重要的典型題目，期讓讀者在解題過程當中，可以掌握量子理論的含意，及體會出其易懂性與簡潔性。

序 言

量子力學在近代物理的發展中，扮演著相當重要的角色。它累積了許多一流科學家的智慧成果，而廣泛地應用在今天快速變化的科技世界。故量子力學一直是國內外物理、電子、材料或化學研究所的核心課程。

本書為此課程的一導論讀本，其主要目標，並非欲涵蓋量子力學的所有內容，而是想建立此課程的基礎概念與闡述重要原理。期望讀者透過本書，在進入各種微觀世界的研究領域時，例如：固態物理、原子分子物理、雷射光電、奈米材料、或半導體元件物理等，皆能得心應手，而不需再回頭學習，或依然迷惑於量子觀念及其運算方法。

為之故，本書將以量子力學的基礎——量子公設為全書之主軸，因為量子公設不僅是物理學家的心血結晶，且一旦我們不使用它們來思考或解題，就會造成錯誤，流於迷思與模糊。全書也將以 Dirac 符號——ket 為描述語言，這是由於它不僅可以統合空間、與自旋的波函數，並可強化量子公設的精神內涵，同時它也是邁向高等量子力學的必備工具。在本書第 2 章裡，我們將詳細地介紹 Dirac 符號的意義，與量子力學中最常用的數學原理。

由於在解題的過程當中，讀者可以瞭解理論的含義，掌握運算的力量，體會物理的感覺，從而建立起信心與產生興趣。因此，筆者收集許多重要的典型題目，歸納整理於本書之中，並給予詳解，盼望能讓讀者感受到，量子力學課程的易懂性與簡潔性。

基本上，筆者是以底下三本著作的內容與陳述方法，為主要參考：

- (1) Cohen-Tannoudji, Diu & Laloe 之“Quantum Physics”
- (2) Liboff 的“Introduction to Quantum Mechanics”
- (3) Zettilé 的“Quantum Mechanics Concepts and Applications”

全書的編寫以清晰、深刻與高可讀性為方向，希望對同學們的學習，能有所助益。

量子理論有助於我們在抽象的數學語言上，
對一個更廣闊的領域，建立起秩序。

—海森堡 (1900-1976)

量子力學導論

序言 i

目次 ii~iv

第 1 章 量子觀念的歷史回顧 1

- 1.1 黑體輻射——能量的不連續性 1
- 1.2 光電效應——輻射之粒子能量 10
- 1.3 原子光譜 13
- 1.4 量子力學的誕生 16
- 1.5 古典物理的限制——不確定原理 18

第 2 章 量子力學的數學基礎 21

- 2.1 向量空間和基底 21
- 2.2 內積和正交 24
- 2.3 線性運算子與厄米特運算子 29
- 2.4 運算子之矩陣表示與特殊矩陣 35
- 2.5 基底的改變——不同觀察者之間如何相關 43
- 2.6 基底的改變對運算子矩陣表示的影響 47
- 2.7 運算子之固有值與固有向量 50
- 2.8 矩陣的對角化——如何使運算子的表示最簡單 54
- 2.9 量子力學中兩個最重要的數學基本定理 59
- 2.10 有解練習題 68

第 3 章 量子力學公設 71

- 3.1 物理態 71
- 3.2 物理量 74
- 3.3 物理量的測量結果 77
- 3.4 測量結果的可能性 78
- 3.5 測量後之狀態 80
- 3.6 狀態函數的變化和運動方程式 81
- 3.7 有解練習題 86

第 4 章 重疊原理與可相容的觀測量 95

- 4.1 質點在無限位能井中的狀態或波函數 95
- 4.2 平均值的時間變化及運動不變量 103
- 4.3 不可交換的物理量及不確定原理 106
- 4.4 疊合原理 109
- 4.5 可交換運算子的完備集 (C.S.C.O.) 117
- 4.6 有解練習題 119

第 5 章 位能井，位能障礙與簡諧振子 131

- 5.1 一維問題下之波函數的行為 131
- 5.2 束縛態——質點局限在對稱的有限位能井中 134
- 5.3 位能障礙 (共振散射、穿隧效應) 140
- 5.4 原子核在 α 衰變下之半衰期 144
- 5.5 簡諧振子 149
- 5.6 有解練習題 160

第 6 章 量子力學中的角動量 161

- 6.1 角動量之定義及其交換關係 161
- 6.2 角動量的量子化及其觀測值 163
- 6.3 角動量量子化在軌道角動量上的應用 171
- 6.4 自旋 (Stern-Gerlach 實驗) 有解練習題 179
- 6.5 有解練習題 184

第 7 章 氫原子 195

- 7.1 二互相作用的粒子所成的系統 (二體問題) 195
- 7.2 單一質點在中心力位能作用下的穩定態 198
- 7.3 似氫原子 (原子) 200
- 7.4 氫原子之體積與徑向機率密度有解練習題 207
- 7.5 有解練習題 212

Content

第 8 章	角動量的合成	225
8.1	兩自旋角動量的合成	225
8.2	任意兩角動量的加法	231
8.3	應用 (L-L 和 L-S 耦合)	242
8.4	有解練習題	244
第 9 章	穩定態之微擾理論	245
9.1	與時間無關的微擾理論	246
9.2	對無退化狀態的微擾	249
9.3	對有退化狀態的微擾	255
9.4	有解練習題	264
第 10 章	躍遷—與時間有關的微擾理論	281
10.1	薛丁格方程式的近似解	282
10.2	單頻諧波微擾	286
10.3	有解練習題	296
第 11 章	等同粒子系統	309
11.1	問題的陳述	309
11.2	排列運算子	312
11.3	對稱化公設	316
11.4	有解練習題	322
參考書目		324