

# 談談幾本 量子力學的書

Quantum !

Quautum ! Quautum !

林少達 !

本系同學最喜歡問的問題之一是：「這本書怎麼樣？」這實在是件可喜的事；本來各書在雜誌上多半能見到評論，而且都是由經驗豐富的先生們所寫的，我們可以去查（註一）。本文只是一個學生的淺見，用學生的式講出來，不知是否對同學們來得平易近人些？

上面是五本常聽到的量子力學書本

1. *Introductory Quantum Mechanics* (by Vladimir Rojansky) 本書結構如下：有二章純談數學：第一章討論 operators, eigenfunctions 等的性質，第九章討論 Matrices, Linear operators, 都是為其他章作準備的。最後二章討論 electron spin；13章用 Pauli's Theory, 14章用 Dirac's Theory (僅及 electron moving in a purely electrostatic field)。第二章 Remarks on Classical Mechanics 是為以後和量子力學相互比較觀點之用的 (例如：p.101-103)。其餘各章則分別談四種方法其中以 Schrodinger Method 論得最多, Heisenberg Method 次之, Momentum Method 和 Dirac Method 只能算提過而已。各節之後常有習題，與課文關係密切，書內不時用到習題的結果。

數學不深，許多公式都從頭說起，運算可以說是清楚，基本和實在的。物理則是用 postulates 的方式和數學結合在一起，作者並不否認這種方法的弱點 (見 P.72-73)，所以我們如果要曉得「the story back of such postulates」(P.72)，則需另求他書。物理上應用的例子本書也談得不多。

如果對基本運算和應用有疑惑，不妨查查此書。

2. *Quantum Mechanics* (by Leonard I. Schiff) 這本書主要分成三部分①介紹 (Introduction to Quantum Mechanics) ②主要部份 (討論各種問題和解法) ③Advanced Quantum Mechanics. 共十四章，四百多頁，談的都是大問題，又要面面顧到，所

以便沒法子細細說。

數學程度相當不淺，如果只有此書，恐怕不容易完全 master 各種運算。物理方面，對於基本概念的解析，都集中在第一章 (僅16頁)，到第二章則用一些「Plausible assumptions」來開始建立一個理論。

本書這種編排和表現的手法，對於初學可能不合適，因為我們的困難多半是觀念上的不是數學上的。這本書可以教我們演算，但在數學式子之後面的物理意義及各個觀念在整個理論中佔有的地位等都不易看出來，因此有人說它「belongs the students」(讀讀書評)，並且對它是否能「explain the physical concepts of quantum mechanics」(見序)表示懷疑。看此書請提防這點。

內容豐富、扼要，可以說是這本書的特點

3. *Quantum Theory* (by David Bohm) 這本書和 Schiff 的書成一對比，手法很細。結構是這樣的第一部份和第六部份盡力闡釋基本觀念 (就是序言中所說的那些) 第二部份是 Mathematical Formulation 第三部份：Applications to Simple Systems, Further Extensions of Quantum Theory Formulation. 第四部份：Methods of Approximation Solution of Schrodinger's Equation 講 Perturbation Theory. 第五部份講 Scattering.

這本書的精神是要以一種自然平易的方式來講解量子力學，讓我們知道它的廟堂並不是那樣高的。因此數學方面用得不深，物理的引入也不用 postulates 的方法 (例如在得到  $p = \frac{h}{2\pi i} \nabla$  時便是推出來的 (P.

179)，作者認為這樣做比「draw something out of air」，來得清楚，而使讀者能有自己思想的彈性。整本書都非常留意物理觀念。Complementary Principle, Uncertainty Principle 等都花了很大功夫去講，此外 chap. 22 的 theory of measurement 也是其他書少見的。

讀書要抓住一段，一章的意思，本書也如此。書中雖然一節節的分開但常常連着 n 節都討論同一問題，這點請留意。習題不够好。只有自己找其他題目或動推公式了。

觀念的解釋詳盡、清楚可說是此書的特點。有人可能覺得囉嗦，但我個人認為費去的工夫是值得的。

(4) *Quantum Mechanics* (by Landau and Lifshitz) 這本著名的書，毋需我多加介紹。作者個人的感覺是 (借用一句小說迷的話來形容)「招數精奇，功力深厚」，問題是我們在缺乏指導和討論的環境下，能否真正 master 這本書。數學程度在前幾章和後幾章大概不太成問題，但遇到 Theory of Symmetry (chapt. XI) 沒讀過羣論則恐怕不太方便。基本概念集中在第一章，初學時可能難懂，例如 P. 2-3：說明「measurement」是何意義那一段 (如果作者所知不錯的話) 相當於 Bohm 書 chapter. 22. section 1-4。三下時作者看到此段時，完全不了解。

所以這本書即使細細讀可能還不够。仍需多參考其他書和多討論。

(5) Quantum Mechanics Vol. I. (Albot Messiah) 本書還有 vol. II. 這兒只談談上冊。論及此書，必須提到 Dirac 那本名著 The Principles of Quantum Mechanics，這本書 7, 8 二章就是用 Dirac 的方法寫的，相當於該書 II-IV 章左右，這種方法較為簡明，廣義，但是抽象些，初學的人不容易接受，因此本書採取這樣的結構：

1-6 章用普通 Wave Mechanics 的方法講，第一章談歷史，二、三章中講 Schroed. Equation 並用到簡單的 System 上去，這幾章中引起的種種關於 wave-particle duality 的疑問，到第四章加以解釋，所以第四章內容有 Statistical Interpretation of Wave Function, Uncertainty Principle, Causality, Complementarity 等等。

我個人懷疑此書在這方面是否比 Bohm 說得清楚。第五章繼續談 Wave Mechanics，第六章談 Classical Approximation WKB Method (不够) 這六章過去後，讀者已有初步概念。然後講 General Formalism。第七章若有些高等幾何觀念看起來方便些。

第八章為 General Formalism: Description of Physical Phenomena，把前一章中抽象的東西和物理聯起來。第九章開始討論各種問題。

這本書特點在用了 Dirac 符號。它被認為是本很 Modern 的書。習題附在各章後，據書評說它們很不錯。

除這幾本書外，Mandle, Merzbacher, Poulin. & Wilson, Persico, Kemble, Fong, Sherwin. 等人的書也是大家常聽的但作者知之不詳，希望讀過這些書的同學能加以介紹。

各本書都有它的性格，愚以為看書最好知道書本的短長，估量自己的程度，認清自己的需要，這樣讀起來才比較有效，例如我們倘不清楚 Schiff 一書的方式，想從那幾頁中去了解 Uncertainty Principle，則多半會失望的。

本文不希望被視為道貌岸然的書評，把它看成在校園草地上一段閒談好了。文中有任何錯謬足以誤人的地方的話，請都長和同學們不吝指正。本文承若干同學鼓勵，建議，特在此致謝。

祝同學們學業進步、愉快。

註。有興趣的同學請看下列幾篇書評

Quantum Mechanics. L.I. Schiff.

Am. J. Phys. 17.453. (1949)

Am. J. Phys. 24.118. (1956)

Quantum Theory. D. Bohm.

Am. J. Phys. 20.522. (1952)

Quantum Mechanics. A. Messiah.

vol. I. Am. J. Phys. 27.531. (1959)

vol. II. Am. J. Phys. 28.580. (1960)

The Fundamental Principles of Quantum Mechanics

P. Fong. Am. J. Phys. 27.374. (1959)

Fundamental of Quantum Mechanics Persico.

Am. J. Phys. 19.478. (1951)

(上接20頁)

另一方面柏拉圖認為現實存在的為「假相」(所謂假相即非其本質而言)，而獨立超越的形象的世界為「實在」(即本質)，譬如一銅錢，各個人觀其形狀因觀察角度之不同而異，色彩亦因光線明晦而有差別，故銅錢並非「實在」，而「實在」乃是超越於形象世界之上。從近世科學家的見解就與傳統不同，他們專就數學的量化觀點別創新說，凡是客觀而可量化的初性 (Primary Qualities) 為「實在」，而依據感官知覺方可成立的主觀性質 (即次性) 為「假相」，他們認為真實的宇宙應是具有幾何學秩序的機械化系統。這種新見解乃是建立在量化科學宇宙觀之上。伽利略認為初性的世界屬於知識的領域，絕對客觀而不變，乃是科學家所能肯定的唯一「實在」，次性的世界則屬於感覺經驗的領域，相對主觀而變化多端，不具科學意義。

第五個使得物理科學的進展的原因便是方法論 (Methodology) 的建立。古代亞里斯多德式的形上學

並無所謂的方法論。而近代科學家如伽利略，其治學方法便首在於觀察，然後加以分析綜合其共同點而提出一典型，先轉變成數學的公式(如擺的公式)，再經過演繹而成定律，最後加以實驗的證實。因此科學的方法的建立主要是由於經驗的歸納(如事實的觀察，分類與安排)，假設的建立，數學的演繹最後加以實驗的檢證等步驟結合而成的結果。

最後讓我們談談一個輕鬆有趣的問題，即神的問題。中世神權，思想多半受了宗教的影響，因此哲學家多半利用各種原因證明神的存在。近世科學家思想雖異於傳統思想，但仍舊承認上帝(指一種至高無上的力量，非一般教會所說的上帝)為一切動力的原因，牛頓就曾以宇宙秩序的有條不紊而證明神的存在，他認為上帝不但創造宇宙，還干預了宇宙的運動。前美國加州理工學院 (C. I. T.) 院長米利根 (Millikan) 亦說過：「It is reasonable to think there is a God.」蓋因追本溯源必將有一主宰的存在。