

鍾孝全

近代物理科學的進展

早在亞里斯多德的時候就有物理學的產生，亞氏曾著有物理學（*Physica*）一書，然而就實際來說，亞氏的物理學只是古希臘形上學（*Metaphysics*）體系中的特殊部分而已，並不能和現在所說的物理科學（*Physical Science*）相提並論。甚至於早在西元前二百五十年亞基米得的力學觀念，亦不能算是真正物理學的開始，大致來說，牛頓的物理學原理（*Principia*）一書出來以後，才算真正物理學的開始。（時為西元一六八七年）

在此以前，由於中世的神學思想及亞里斯多德學說的影響，使得在當時的物理科學的進展阻礙很大。如羅傑培根（*Roger Bacon*）主張用新的數學及實驗方法研究自然宇宙本質的思想干犯了教會的教理，終生受到極大的迫害。

然而物理學之所以能從自然哲學中跳出來而成為獨立的部份，而有今日這樣大的成就，就是因為物理學家們能衝破中世紀形上學思想的束縛獻出他們畢生的精力為科學奮鬥，其間乃是一段艱難的路，非一人一時所能獨創。現在就讓我們談談他們是如何從中世思想的枷鎖中超脫出來的：

首先談談他們做學問的基本態度。古希臘哲學家及中世神學家對於自然的研究方式所採取的是形上學的思想態度，對於經驗事實的蒐集、分類、甚或由經驗知識而創立理論根據不感興趣，如亞里斯多德只深信 m 質量物體下落加速度為 a ，則 $2m$ 質量物體必為 $2a$ ，亞氏並不加以實際的證實。近世物理學家的態度就不大相同，由羅傑培根開始就着重實地的觀察以及反覆的實驗，歸納出代表性事實，而後建立嚴密的科學定律，如伽利略利用比薩斜塔作落體實驗而歸納出一代表性的落體公式， $v=gt$ ，建立了嚴密的科學定律。

其次，亦是影響物理科學最大的就是「質」與「量」的對立。中世亞里斯多德研究自然哲學，多是採用「質」的差異來建立其形上學的思想。近世科學家們就只考慮到「量」的差別，聲光與熱等一切現象都予「量化」，凱氏（*Lord Kelvin*）曾說：「我經常說當你能夠量（*Measure*）你所說的東西，並且用數字來表示它，你可說對它有些認識，但當你不能用數字來表示它，你的知識只是粗陋和不滿意的一種，這也

可能是學問的開始，但無論你研究的為何，你都不能邁進到科學的階段（*Stage of Science*）。」

由於「量化」宇宙觀的關係，使得科學家們特別強調數學的方法，用幾何的圖形甚至數學的符號系統，避繁就簡的研究自然宇宙。何以哥白尼的地動說發展而為太陽中心說較托勒密（*Ptolemy*）的地動說為優，就是因為哥白尼能將天文觀象變成更簡單更調和的數學秩序，克普勒（*Kepler*）由於根據他的太陽中心說，布拉赫（*Tycho Brahe*）的觀測數據以及數學理論，才發現了著名的天文三大定律。牛頓又依據這三大定律而發現萬有引力定律，實現了科學家們藉用簡單的數學公式概括宇宙現象而為科學定律的願望。若是沒有哥白尼的太陽中心說，則克普勒及牛頓的定律將又不知從何出來了。

由於「量化」的結果，使得科學家所用的語言，都盡可能採取實驗或可測量的表達方式，如質量（*Mass*），長度（*Length*），時間（*Time*），速度（*Velocity*），能量（*Energy*）等等，而不是亞里斯多德「質化」宇宙的實體、屬性、潛態、顯態等慣用語。

「量化」的另一結果是使得單位（*Unit*）在物理科學上佔有極大的重要性，為了要使數學公式的簡化，因此單位的訂定也就成為科學上重要的工作之一。

除去「量化」的取代「質化」之外，最重要的是絕對預設的不同。我們研究學問時，雖然定理定律很多，但追根結底一切的現象都發自少數最基本的幾個假設推導出來的，如力學中雖有能量方程式，轉動公式等，但都是基於牛頓的萬有引力定律運動三定律等少數假設上，若這幾個定律不成立，則整個力學系統都勢必站不住腳，我們稱此為「絕對預測」。亞里斯多德形上學家都喜歡以神為「第一原理」或「絕對預測」，作為思想體系的根本，不容有所疑惑，如是建立起理論的基礎。而近世物理學家則是依賴外界現象的歸納而形成科學性的假設（*Scientific Hypothesis*）來作為科學理論的基礎，而科學假設不是絕對精確的理論前提，必要時可以修改的蓋然性假定而已。如牛頓的萬有引力定律即是根據現象的歸納的科學性假設而已，當研究的範圍超過一定限度時，就需以愛因斯坦的相對論加以修改。（文轉26頁）

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。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。