

中華科學叢書第八種

現代物理

著者：David Park

譯者：錢 相
林 多 樑

臺灣中華書局印行

現代物理

著者：David Park

譯者：錢 相
林 多 樑

臺灣中華書局印行

358006

中華民國六十八年一月四版

中華科學叢書第八種

現代物理 (全一冊)

基本定價：壹元陸角正

著者 David Park

譯者 錢 林 多 相 標

中華科學叢書編輯委員以姓氏筆劃爲序



發行者 熊 鈍 生

本書局登記證字號
印刷者 臺灣中華書局印刷廠
發行處 臺北市重慶南路一段九十四號

臺灣中華書局

中華科學叢書序

近代物理學，可溯源於十九世紀末年之氣體導電，X光，放射性等之研究。六十餘年來，基本物理中劃時代之發展，如一九〇〇年之量子論，一九〇五年之相對論，一九一三年之原子結構理論，一九二四——一九二八年間之量子力學，一九三幾年之原子核物理，一九三九年之原子核分裂。一九四六年介子之發現，及近十餘年來之基本粒子物理及物理學中之對稱定律等。常言「一日千里」，實不足以形容物理學發展之迅速。即從事一部門物理研究工作之學者，對其他部門之新發展亦時感脫節。故各國各部門科學皆有專書及期刊，由各門專家著述，對各部門工作之結果及發展之情形，作綜合性之報告、檢討及分析。此類著作，不僅便利同儕而已。

年來國人對科學及技術於建國之重要，了解漸深，一般青年，對科學、工程技術之興趣亦日趨濃厚。然限於環境，時或有望洋興嘆之感。增強在臺學校中科學教程，固為一基本工作，但以中文著述，介紹科學之新發展，為學校課外之補充讀物實為一極重要、極有意義之事。

我國留美學耆：伍法岳、沈君山、沈慶春、李天培、林多樑、吳京生、吳家瑋、吳錦鎡、夏道師、浦大邦、劉鑒、劉全生、錢致榕、瞿樹元諸先生有鑑於此，曾決定從事科學叢書之編譯，各就其專長，選定寫作部門，目前除計劃於近期內陸續出版關於基本粒子，天文漫談，量子電子學，液態氦，高能加速器等五種外，並擬擴大科學部門，廣邀各方面學者專家從事著述。

叢書編輯委員會諸君，皆年青學者，學有專長，茲能熱心從事著述，爲我國科學教育及青年效勞；而中華書局亦以服務精神發行科學叢書。筆者年來對我國科學教育，未嘗忘懷，祇以力不從心，無善可述，茲聞此叢書行將陸續出版，謹向國人介紹，並致個人欽佩喜慰之感。

吳 大 猷

一九六六年十月



譯者序



我們開始翻譯本書時，原書剛出版不久。事實上譯文初稿早在 1965 年春便已完成，可是各方面事務繁忙，一直沒辦法抽空整理。在四年以後的今日總算可以出版了。好在除了原書最後一章關於左右對稱的實驗以外，其他所提到的都是已經被大家接受的事實；在近四年來也沒有什麼基本上的改變，所以還不致有明日黃花之感。最後一章因為已成過去，故略去不譯。讀者可參看本叢書第一種基本粒子的附錄。

這本書把今日物理各部門的研究與發展的情形描了一個輪廓，而全書幾乎完全不用數學式子，因此最適宜給外行人當故事讀。讀了以後，至少可以對目前較重要的各研究部門的現況有所了解。不過缺點也就因此而來。因為要避免數學，用平常語言來敘述物理學，而又使人能够了解，作者的功力顯然便不够深厚了；有時甚至足以引起讀者的誤解。這些地方都已就力之所及，儘可能予以修改重寫。此外，原書所用句子極為冗長，雖經肢解縮短，譯文仍然難免有生澀之處，祇好請讀者包涵了。

錢 相

林 多 樑

民國五十七年十二月

紐約，水牛城



著 者 序



一般說來，多數人平素對專門科學書籍均不願問津，本書之撰寫祇是作者想試試自己是否有吸引他們對這方面產生興趣的能力。直接獻身物理學的人，大部分時間都花在研究細節問題上，然而這些研究所引出的普遍科學概念才具有永恒的價值。

我的企圖是以最概括的討論引出結論，甚至連專門名詞的解釋也十分簡略。在專門學者看來，這樣也許十分無聊，甚至很不科學，因為對他們而言，所用的方法才是最重要的。不過，我若能藉本書而使一些通常不讀科學書籍的人來接觸物理學，並使他們能够明白物理學者工作的重要性與刺激性，也就很值得了。

作者於1961年春應邀在威廉學院校友會演講，以這些講演錄音為基礎，經過數次修改而成本書。為要加入較新資料，已使本書內容幾乎加倍。至全書得以順利出版，應感謝威廉學院的校友們耐心地聽完一系列演講。瑞賓 (Edwin Ripin) 君建議並協助本書的出版，布瑞梅 (John Bremee) 君的許多批評都很值得感激。

David Park

Williamstown, Mass.

1964年6月

XXXXXXXXXXXXXX

現代物理目錄

XXXXXXXXXXXXXX

譯者序.....	1
著者序.....	1
第一章 數學的哲學.....	1
自然像一套機械裝置	
古典物理	
氣體動力論	
第二章 自然的原子結構.....	19
1912年的原子	
原子核的性質	
第三章 場.....	30
光——看作是一種場	
光——看作是一粒子	
物質——看作是一種場	
量子力學	
第四章 萬有引力.....	50
等效原理	
慣性	
強力場	
第五章 莫思保效應.....	63
第六章 基本粒子.....	73

基本粒子的性質	
創造與毀滅	
第七章 高能量物理	90
基本粒子	
共振態	
兩種微中子實驗	
W粒子的實驗	
理論的解釋	
八線大道	
場論的沒落	
核粒子的結構	
第八章 合作現象	117
原子核結構	
超導電性	
液態氦	
展 望	
第九章 雷 射	136
索 引	143

第一章 數學的哲學

本書的主要目的，是要把最近幾年來物理學的發展，介紹給一般讀者，對於那些參與其事的人，這些故事是相當吸引人的。在某些研究範圍裡，情況非常混亂，而在另一些研究中却又充滿着啓示，有時甚至是突然開朗而進入新境界。可以很肯定地說的是：我們對於自然的了解遠超過前一代的人。這些新知識同時向縱橫兩方面發展，橫的方面包括新發現的事實；縱的方面則包括對自然真理的基本性質有更深入的了解。但是在開始敘述這些事實以前，我們必須先解釋物理是甚麼，它和別的科學有甚麼不同，由於不同的學科常常研究相同的問題，它們之間很難有清楚的界限。不過，若過分注意這一事實，不免使讀者誤會，而以爲各門科學間是混淆難分的。雖然事實上有化學物理，和物理化學兩種科學雜誌並存，但是它們所刊論文的一般觀點却顯然是不同的，所以一般說來，我們很清楚地知道那一篇論文應該屬於那一種雜誌。

物理學可以說是所有科學中最基本的一門，從另一觀點來看也可以說是最簡單的一門。生物學家研究有機組織的構造和機能，並且將它們與個別細胞的性質聯繫起來，這些細胞乃是生物學家們想了解的一種由物質所

構成的極其複雜的組織。生物化學家則幫助生物學家們了解細胞中所含有的複雜的化合物。構成這些化合物的基本單位包括極大多數的原子，化學家們的工作就是研究這些原子的排列。物理學家們則對個別的原子發生興趣，他們的興趣僅止於此，至多也不過是研究兩個或三個連接在一起的原子。除此之外，他們通常是研究由很多原子組成的集團^{*}，如果這些原子很有規則地排列時，便是一個結晶體；若完全散亂無規則的話則是氣體。在這些情形中，物理學家們研究的目的常常是要以個別原子的性質來解釋一般結晶體或氣體的某些現象。

較為深入一點的問題如：“爲什麼原子具有我們今天所了解的這些特性？”或者“爲什麼會有某些原子而沒有另外的一些？”要回答這些問題就得研究原子構造，換句話說，就是要研究構成原子的較小的粒子以及控制它們行爲的定律。可是對於這些較小的粒子，物理學家們又要問同樣的兩個問題。

最後，對於所有這些工作免不了又有更深入的問題了：“人類對於外界的知識究竟是甚麼樣的？”“我們所能了解的知識是否有極限存在？”大多數物理學家們對於這一類的問題都會發生興趣，並且也都有他們的意見，但是，這類問題本身既不容易正確地提出，有時甚至很難知道我們所談的是否合理，所以祇有極少數的人才致力於這類研究。

我們不想爲科學下一定義，因爲那無非是給它定一界限。例如，物理學家們最近對於活的細胞的了解曾有

^{*} 例如一個集團可以由 10^{23} 個原子組成。

很大的貢獻，而他們對於初期的飛機飛行的理論也有過不少貢獻。但是這樣開端的各種科學很快地就有了它們自己的生命。當物理學家們繼續着對基本原理的追索時，它們也發展而成爲獨立的園地，如微生物學（Microbiology）和空氣動力學（Aerodynamics）各種專門團體，和它們自己的雜誌期刊。

在這裏我們對物理所要引入的概念乃是對自然現象的一套有系統的解釋，這套解釋導源於我們對結構的認識和對運動律的了解。因爲我們認爲若能找出宇宙中某一部份的結構與組成，及其構成分子的行爲，那麼就能由此推理，進而解釋它的功能。

自然像一套機械裝置

前面對於物理學的描述也非常適用於解釋一架鋼琴或是一部汽車引擎的運轉。不過，物理學家對於這些裝置的本身並不發生興趣。他對科學的好奇心越過了這些裝置而及於更大的、更小的或是更神秘的目的物。就像他在研究原子現象時一樣，一個物理學家經常發現他並不能從他所研究的事物本身直接看到它的構造或功用，他必須完全依賴由測量而獲得的資料作間接推論。而更嚴重的問題常常由解釋這些資料引起。不同於修理鋼琴或汽車，物理學家需要用數學的方法，從這些資料中找出一個詳細的理論。數學在我們所知道的物理科學整個結構中是一個非常重要的角色。我們簡直不能想像如果沒有數學的話，現代物理將變成什麼樣子。數學之所以被應用於物理學中，是因爲它是一系列的關係；利用這些關係，我們能得到正確的結論。這並不是說用足够的

數學，就能從少數資料中瞭解問題。因為不論你多聰明，你究竟不能無中生有。數學的功用是將空泛的思想儘量地變得專門而具體，從而使物理學家能够不含糊地表達他的思想，研究可能的後果，更進一步地希望它能和已知的事實或者可以找出的事實互相比較而有所結論。

數學的發明往往是基於分析複雜關係的需要而起，而這種關係往往遠超過人類直覺能力以外，我們發現它對物理科學的建立幾乎有不可思議的效果。由於物理學家經常在找尋研究工具，因之促成了數學的發展，我們現在所知道的數學多半都是這樣發明的。也許是因為物理學家們喜歡以數學來研究物理之故，他們事實上祇研究可以由數學解釋的物理問題，雖然我們不能保證將來仍能如此幸運；目前我們雖然可以設想有一天會興起一種像亞理斯多德（Aristotle）作品中所存在的，完全不牽涉數學的物理學，但是，至今尚未有一點跡象，而且自十八世紀以來，物理學的論文偶而也自稱它們是數學哲學的書籍。

正確的數學論證在物理學裏最大的價值是：它必須能說服任何熟諳數學技術的人。假設讀者對物理學中的數學說明的前題予以承認，並且假使他在推理過程中沒有發現邏輯上的錯誤，那麼他就必須相信所得的結論。（實際上情形並不如此簡單，因為我們常常不知道前題是些什麼！）不幸的是我們尚未發現一個方法能使現代數學應用於科學領域以外的討論；也沒有發現什麼方法能將數學擴展到足以處理現代日常生活中一般人常常發生的問題。十八世紀時，英國皇家學會注意過這一點，但

顯然並無任何結果。在格利佛遊記 (Gulliver's Travels) 中，我們可以看出隋夫特 (Swift) 如何在拉普塔 (Laputa) 插曲中諷刺這件事。

數學一詞包括着無數不同的技術，但是就物理學者的需要而言，主要為牛頓的微分學和萊布尼茲 (Leibniz) 的積分學。(這樣分類也許並不太恰當，因為從代數到微積分的發展歷時一個世紀，而他們兩個人對於這兩類數學都極為熟悉)。微積分研究關係；代數則研究數字。在代數式 $2a - 3b = 0$ 中，我們如果給 a 以一數值，則 b 值也就被固定了。反之亦然，例如假設 $a = 3$ ，則 $b = 2$ 。換句話說，我們祇需放進一個數字，就可解出另一個數字。微積分則致力於關係式的本身，我們放進一種關係而能解出另一種。物理學家們所最感興趣的為關係式，這也就是為什麼大部分物理學可以用微積分表達。

在物理學中最基本的數學關係式就是所謂的定律。例如，“自地球到月球間的距離約為 240,000 哩”雖然是對的，但它不能算是定律，因為它並不是一個有普遍性的陳述。事實上在整個太陽系中，有許多月球，而上面的陳述祇論及其中的一個。“每當兩個粗糙表面相摩擦時，就有熱發生”，也不能算定律，因為它的普遍性雖然是夠了，但卻沒有說明多大的摩擦產生多少的熱量。如果要使它成為一個可以被接受的定律，我們就得將兩個量之間用關係式來表明。“每當某一個形式的能量有所消失時，等量的能量必以其他形式產生”，這就是能量守恒定律。剛才所提及的例子：機械能轉變成熟能，祇是這一普遍定律的特殊情形。

有些已知的物理定律是從測量許多個別事件歸納出來的。另外一些，像能量守恒定律，當初也是由艱苦的經驗得來的果實，而現在則已可由數學推得。我們不知道是否有一套基本的自然律，可藉以推出所有其它的定律。也許這問題本身就毫無意義，因為“基本”就是一個沒有固定標準的名詞。但是物理的精神與目標就是要以最少的基本原理來解釋最多的事實。

定律原是數字之間的一種關係，而物理實驗室的產品則多半都是以數字表示的。在電影裡看到的這些實驗室通常是着重於性質上的介紹，例如閃耀的燈光，美麗的顏色，前後跳躍的電火花，以及一些神奇的聲音。在一天的忙碌之後，這些效果能供消遣，但是它們也僅止於供消遣而已，因為它們祇不過是一些不能為數學所捕捉的幻影而已。物理和數學經過數字而相融接。在最後的分析中，實驗室裡所記錄的觀察結果，必須先以數字表示，然後才能進行推理。所以物理學家的工作是透過一些錯綜複雜的關係來研究，而最後所得的結果卻是一個數字。

究竟如何使得廣泛的物理定律產生特殊的具體知識呢？我們不妨來想一想望遠鏡裏所見到的天文現象：無數個微小的光點都在運行，而其中有的光點的運行又與其餘的不同。首先我們要問，我們透過望遠鏡是在觀察些什麼？夜空是否如古人所信，是一個有許多小孔的黑球，亮光就從一個光明區域經過這些小孔洩漏進來？是否這些光點本身就是在空氣中移動的發光物質？或者它們祇是太空中極熱的巨大質量？這樣用各種方法描繪，我們感官的直覺就是所謂的“模型”，而物理學家通常總先構

TYPUS SYSTEMATIS. PTOLEMAEICI

TERRAM IN MUNDI CENTRO LOCANS

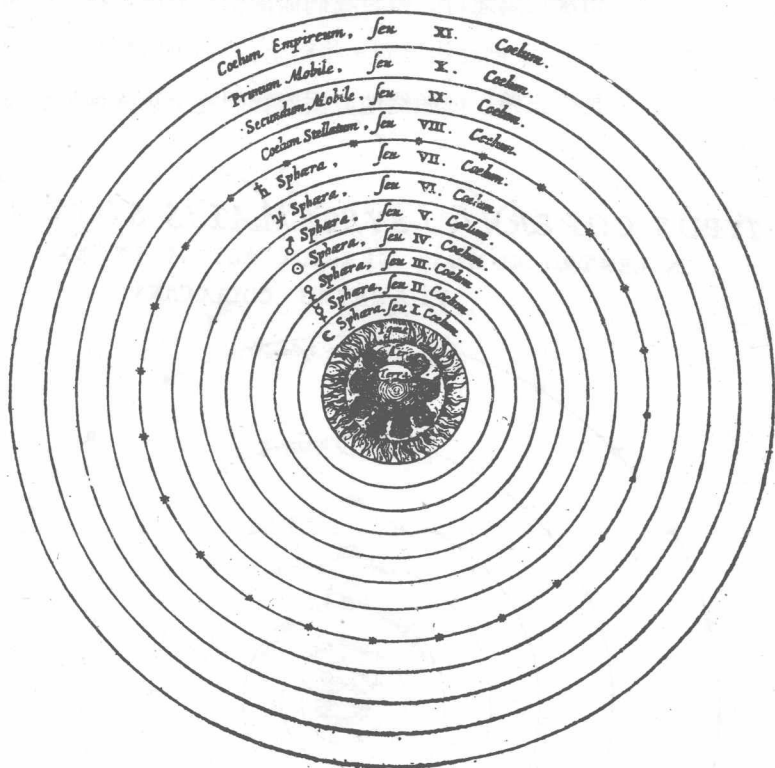


圖 1-1 托勒密太陽系模型 (取自 O. Von Guericke, "Experimenta Nova Magdeburgica de Vacuo Apatio", Johann Jansson, Amsterdam, 1672 出版)

想一個模型來解釋他面對的現象。

讀者當能記得文藝復興的末期是托勒密 (Ptolemy) 和哥白尼 (Copernicus) 兩人對於宇宙天象的兩種不同模型的假想時期。在托勒密的模型中 (圖1-1)，地球固定在宇宙的正中，而有一個想像中的複雜裝置使恒星、行

星、和太陽繞着地球旋轉。在哥白尼的模型中(圖1-2)，太陽位於正中，恒星是固定的，而行星，包括地球，則環繞太陽運行。假設我們從兩個模型中選擇一個而開始研究，我們就能得到某些結論，並且可由觀察來測定它們是否正確。很顯然地，假若我們完全正確地依照模型而

TYPUS COPERNICJ SYSTEMATIS. SOLIS
IN CENTRO MUNDI: TERRAM AUTEM INTER
PLANETAS COLLOCANS

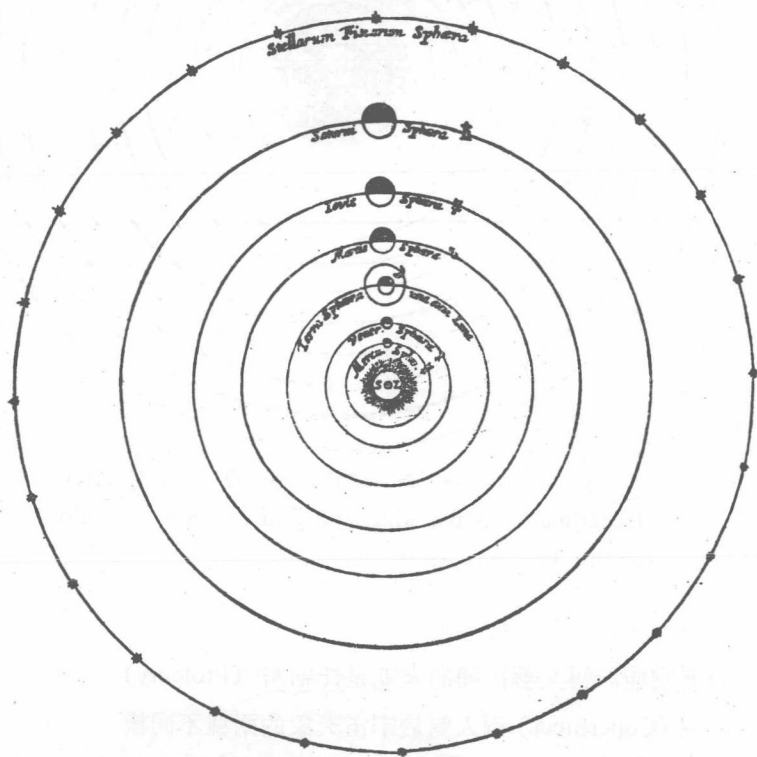


圖 1-2 哥白尼太陽系模型，第五圈是地球和月球的軌道。1543年還沒有發現別的地方也有月球。(取自前書)