

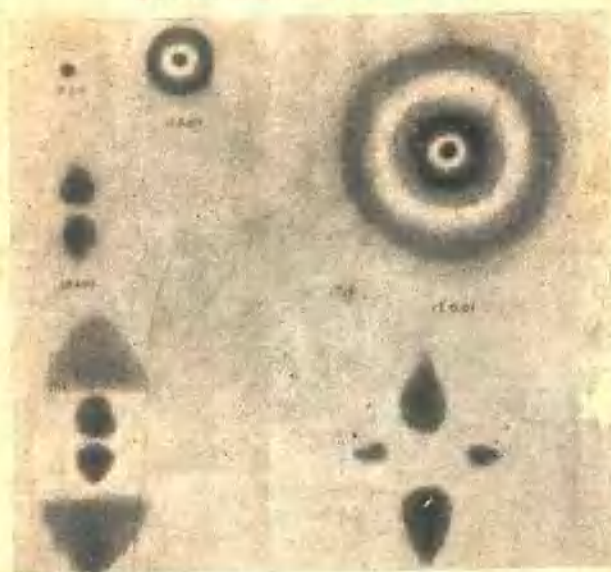
自然科學小叢書

物質之新觀念

C. G. Darwin 著

楊肇熾 譯

王雲五 周昌壽 主編



商務印書館發行

自然科學小叢書

物質之新觀念

C. G. Darwin 著

楊肇熾 譯

王雲五 周昌壽 主編

商務印書館發行



A



B

電子之繞射

一柱電子透過一層金屬薄膜後，射至照相片上，因受金屬內細小晶體之繞射，而成圖中所示之環(G.P. Thomson 教授所攝) A爲金，B爲鋁，鋁中之晶體有一部分略大，故在環中現爲濃斑。

2591457

原序

余今年春在波士頓之羅威耳學院 (Lowell Institute) 作一整部講演，本書正文即爲諸次講演所作。在講演時，當然須將題材分爲若干大致等長之段落；縱令在較有系統之撰述中，或須將整段文字由某一章移至另一章，而余編此書，仍依講時佈局。吾不知吾所用之鋪敘方法將博得專家稱許至何程度；但與近來所出較專門著作中有數部所採取之方法，決不相同，而余仍信余之鋪敘，可令重要基礎具有一致順理之規定，由此規定，祇須輔之以數學，即可產生迄今已獲得諸學說之一切結果。無論如何，余殆可無所猶豫而言曰：倘用通俗或半通俗之言詞以陳述新力學，而爲可能之事，則多少必依余在本書所採之路線而行也。

書中插圖有由友人供給者，余須謝湯姆孫 (G. P. Thomson) 及安德列 (E. N. da C. Andrade) 兩教授對於此事之惠助。余尚須謝余妻在本書編撰時所給許多有益之批評。

C. G. D. 一九三一年八月

目錄

發端

第一章 起點

原子 電子 核 質子 光子 以太 動量及能

一八

第二章 波

諧波 重疊原理 繞射 光線 波羣

二三

第三章 物質之繞射

最小作用原理 各種介質內波之傳播 繞射光柵 X射線及結晶體 電

六〇

子之繞射

第四章 測不準原理

波與微粒之對照 波長及動量 速度與位置之不準確 顯微鏡實驗 光

九〇

壓 其他實驗 因果律

第五章 原子……………一一九

波式 近核電子 振動之正常方式 氫原子方式 方式與軌道間之關係

能量級

第六章 偏極化……………一四五

偏極光特性 能量級之倍增 旋轉電子 施特恩與葛拉赫實驗 自由電

子之偏極化 質子之偏極化

第七章 碰撞……………一六九

兩微粒之波 由固定原子核而生之電子散射 兩自由微粒之碰撞 α 微

粒之種種碰撞 康普頓效應 光學效應

第八章 不相容原理……………一九四

完全相同系統間之相互關係 對稱方式與反對稱方式 電子與質子之反

對稱 兩個 α 微粒之碰撞 元素週期表 鐵之磁性 電傳導

插圖目次

電子之繞射(塞封面)

圖版 I	α 射線之徑跡	一八
圖版 II	楊氏實驗	四五
圖版 III	A X 射線之繞射	八五
	B 電子在磁場內之繞射	八六
圖版 IV	施特恩葛拉赫二氏之實驗	一六二
圖版 V	α 射線之徑跡	一八一

物質之新觀念

發端



近今科學之奇偉發達，其令人最滿意諸表徵之一，厥在此諸發展離去一切日常生活之事物太遠。在少數門科學中，欲以三言兩語，向外行說明個中人所爲何事，尙爲可能之事——彼尋求治療普通傷風方法之醫學研究家，或探考如何保持鋼鐵不鏽之化學家，人人皆能重視其工作。但科學中如此簡單之工作殊少，蓋彼欲治療吾人傷風者，或業已破費二十年工夫，以求如何保持某種細微有機體，使之生存，而彼化學家或須研究鼓風爐之牆，倘用不同材料建構，發生何種效應。如此任務，在常人視之，無一有何特殊價值，而科學家又時覺說明真象之不易，所謂真象者，即彼之事，乃因彼覺樂在其中，初無他意。不特此也，科學家又乃一謙謹之人，深知其工作極易毫無結果，

於是遂不復道破；如彼之工作成功，即有助於旁種工作，此或又有助於再進一步之工作，此然後庶幾顯出有實用之價值。

但此立場，就兩方面言，均可瀕於危險，蓋一方面，外行人對於科學有敬仰而不了解，甚至或有心求了解而不得，遂視科學爲一種祕傳宗教，而認科學家爲其教士；另一方面，科學家間亦略傾向於自命爲有教士之秉賦，而視自身爲神祕之主師，其中奧妙，乃爲大衆教徒所永不及知者。姑無論此足使人目之爲極不可耐之人，抑又陷之於孤立之險境。徵之往史，科學諸宗派中，其以非常精力及智慧，孜孜用勤於吾人現所視爲微末平凡之題目者，爲例正多。吾人必須承認幾於世界上任何題目，苟鑽研之已深，皆引人以入勝，而此遂使吾輩悉冒學究迂腐之險，蓋學究者，無非用心於不重要事物之學者而已。是以科學家應時有準備，將其研究之重要（余決不願言研究之有用），求直於大衆裁判之前也。

在本書中，余之目的在盡其所能，試行敘明目下流行關於物理世界基本成分之觀念，以免受指摘爲奉祕傳主義，近來有數本極佳之書出版，取題與吾書相同，但以余觀之，尙有未獲處處說明

其題目者，殆由於欲顧及之範圍太廣之故。此數書者，以示意於讀者，在物理觀念中有何等非常之困難，而激起其驚奇，頗有類於擅幻術者，其術似非吾人所能解釋。余今所自負之任務，竊謂立志較高，蓋余欲試行說明幻術如何搬演也。倘任何讀者，不中途廢書，而耐至終卷，以後遂不復語及科學之神祕，而竟稱道吾人所曲喻爲自然之自然者，則余即自許爲已有成功矣。

余爲此言，初非有意輕視造成流行學說所需卓鉅之努力也；假使解決一確係容易之問題，而歷時幾及三世紀者，是且爲人類恥辱之證矣。其實不然，諸端困難，實皆鉅大，而主要之點，則在於猜度無數自然現象中何者可供啓祕之鑰，以及如何從表面雖不可分辨而實不相干之瑣屑堆中，解放精要之事實。但一旦苟有天才，覺得途徑，固不需何甚深之專門知識，當即可循路而行也。

大部困難可歸之於發現之技術，此在物理學中常爲數學之技術。在日常生活，吾人之行爲，乃依據，或者當依據，常識之原理，換言之，即以由吾人自身從前經驗推廣而得之原理爲依據。一條確然嶄新原理之發現，人即毫無此種領導，而不得不反求諸論理，論理者，吾人覺爲永能置信之智能也。新學說常具之數學形式乃一方法，吾人用以保證自身之理解，在論理上爲能立，因是更斷定

此方法能應用於非素所諸悉之場合。『物理世界之本性』(Nature of the Physical World)一書，愛丁頓(Eddington)之超超元箸也。其中愛氏有言，造物在十九世紀被擬爲工程師，而在二十世紀遂爲一純粹數學家。斯言不啻神學式之診斷，吾殊不同意。夫每組確然新異之發現，輒具數學形式者，吾人能有之領導，數學而外，更無其他領導也。但熟諳之度日增，則與吾人從前經驗相類似而決非吾人涉想所及之點，竟然呈現，於是工程師遂獲取數學家而代之之機會。愛丁頓之言十九世紀，乃念及其中期與末期耳；倘彼回顧其初葉，則彼當見光學學說之大發現，亦誕生於數學形式之中。吾今茲須敘述之新發現，肇始僅在五年之前，(1)是亦難怪其一部分猶爲數學形式之建造架所環蔽。然以吾觀之，撤去外架之大部，以表露此建築之本身，因而對於世界真相何以，略獲神悟之觀，其爲可能之時機，蓋已至矣。證明吾說，所自期焉。

新學說了解之困難，決不能全歸諸數學家。在大多數發現之歷史中，其途徑殊爲紆曲，新學說亦復如是，其間迴折交錯，多須由物理家負其責任。此新學說之初期，大部消磨於研究氣體發射之

(1) 詳看案：距今八年餘矣。

光之特性。是項研究極爲繁複。但由之以求大概了解原子如何構成，已爲可能，是其收穫也。而此知識遂爲引達新原理之主因。發展之歷史過程，對於吾人之展望，當然有頗強之影響，或者已有人獲得印象，謂新力學之中心特色，厥爲原子之構造，於是並謂此題目爲不得不複雜。在本書中，余所涉及者，將以一般原理爲主，此種複雜之取徑非爲必要，讀者能鑒及此，是余之所望也。

今茲之實況，厥爲物理學以母體科學之資，又復誕生一門新科學。約在五十年前，由熱力學在化學問題上之應用，物理學遂產物理化學一大宗。二十年前，由用X射線以研究晶體，晶圖學之形式幾何說遂經變化，而物理晶圖學以生。於今亦然，由物理新觀念與無機化學之聯合，一門新科學遂嶄然呈露。吾人於物理及化學，或可作一區別，謂物理爲關涉諸物相同之點，而化學則關涉其相異之點，故吾將名此新科學爲數理的化學。此名初非完美之形容，惟惜較妥之名已錫諸其兄矣。謂新科學爲一健全之嬰孩，猶嫌謙抑過實，蓋在目下，其所引起之注意大於其母體之所引起者也。有謂在任何流行之物理雜誌中，其論文四分之三爲關於數理的化學者，殆非過甚其詞。此學之艱深，須乞靈於最上品質之數學才能及物理透識，大多數物理家現猶從事於攻治其令人心醉之問題。

也。但余在本書中，將幾於無機涉及之，蓋敍明其所依據之物理基礎，將佔吾人時間之全部也。此種基本原理之敘述，對於專業科學家容或視為陳舊之多項事物，須相當周詳。因此之故，在本書中，篇幅之供於事物之論列，其方法不甚殊於五十年前甚或更早之時期所用者，不止一章良以就現已獲得之新透識而言，此等材料適成吾人主題之核心也。

凡吾人初治知識之任一新支，每見專門家所感有興味之事物，輒非吾人所期為顯而易見之事物。譬如法律，在吾人之擬議，其所關涉者，大都應為謀殺之處刑等類問題，然而實際上法學家未嘗置念及之，彼之全部時間乃用以對於何者構成「契約」之問題下精確之定義。同例，一本光學書，吾人冀其討論何以草呈綠色而金呈黃色者，乃幾無一語道及此類事物，顧其討論之大部實費於幾為日常經驗所未知之現象，即如光不常依直線而行一事，固為多數人畢其生所弗獲覺察者，光學書則詳及之。在如此情態下，科學家之研究遂形虛幻，有時復見迂腐，蓋彼常似忘卻廣範之事實，而沾沾注意於細微末節也。從事於科學者之不免於此種責難，確乎不乏其人。然偉大之科學家，則異於是，彼其人也，或確認何者似為細微末節，而實含根本重要性，或曉然於某一例外，得包納於

更大組合之中，此組合者，將舉一切日常事實而範疇之，因而彼乃無復考量日常事物之必要矣。惟其如此，致令吾人對於肥皂泡之顏色及某種照相所顯之特殊環形，加以重視，而對於用準視器以瞄來福槍目標之可能性，及電燈作用之方式等等，則不甚置意。後者諸端，固同爲重要，但以其比較坦白，不含深理奧義。故吾人置諸不問，蓋吾人明知彼需較深透識以獲解釋之希奇現象，苟一旦會通，則平易者之了解，將如指掌也。

由下端所發育之串想觀之，即可見本書題目可供哲學上推測之機會頗多。在可能範圍以內，余已避去此種推論，一部分固因余無推測之專才，但亦因現代物理之歷史警示吾人，不得輕於嘗試也。夫最初發現一三角形各角相加不必爲二直角者，非哲學家之康德（Kant），而乃數學家之高斯（Gauss）也。科學有一原則，謂凡不可觀察之事物，吾人之學說不當關涉及之，而充實此原則，使之有生氣者，物理學家愛因斯坦（Einstein）也。此後更當見及，尙有一尤爲基本之觀念引入於物質之新觀念之中，而啓示其途徑者，又爲諸物理家也。哲學家之推測漫無指歸，所許之選擇太多，如衆蠱雜陳，無從下箸；而物理家，具有訴諸實驗以資檢選之可能，其將繼續爲吾人對於物理世界知識進步之先導，固吾人所可預期者也。

第一章 起點

吾人茲所欲爲者，乃造一世界之模型，此世界也，實大異於日常生活之世界，而着手之初，必考慮吾人在建造中須用何物。所有吾人之觀念，推究其極，皆由通常經驗導引而來，是以吾人必自日常生活之事物始。造成此結構之事物，吾人得別爲三宗，卽建造之材料，建造之基址及建造學之原理是也。吾所謂建造材料者，卽吾人所名爲物質者是；基址者卽空間時間是；而建築學者，卽此結構所必須遵守之力學規則也。夫如是，又將如何開端而後可？吾意莫善於將新發現告成以前，吾人在此三宗上所具諸觀念之概況，作一敘述。予所敘於此者，在後來諸章中，多有變易，但仍不得謂之爲誤。蓋新發現之所以爲新發現，與其認爲摧毀舊學說，猶不如謂其用另一觀點以補充舊學說之爲愈。此觀點也，實舉舊學說之矛盾而廓清之，今者並其失敗之理由亦已豁然通曉，則舊學說仍不失爲極適於說明自然中許多事物之利器也。

吾人首須考究者，厥爲建造之材料。後來即知尋常物質乃由兩種基本之物所構成，一名「電子」，一名「質子」。但在此發現之前，尚有若干居間之階級，故吾人於學說之發展，當作簡短之迴溯。吾人之起點，顯然必爲吾人直接認識之日常具體物質。一塊物質，可剖之再剖，以成小而又小之塊。而此手續可繼續行之，直至吾人所能得之刀雖細銳而已嫌其粗，或能得之顯微鏡，雖放大率強而已不足資察見。但至此尤未竭盡吾人之智能也，蓋X射線實能用作彷彿間接式之顯微鏡（使用之法，以後說明），而明白啓示吾人，物質之結構乃粒類之聚集，所謂粒類者，即原子是也。此說直接證據之覓得，距今尙不及二十年，但吾人切須憶及化學前此所供之間接證據，則爲時頗久矣。

在最近百五十年中，化學家區別各種物質，孜孜不倦，表出一種物質如何可由數種較簡單者所構成，最後遂達所有不同之元素。爲數約九十種，若氫，若氧，若銅，等等是。諸元素爲化學家所發現，不意克制化學家者，亦即此諸元素。所以云然者，化學家不復能約之爲更簡之物也。但化學家所造之境，固不僅止於此；元素而外，尙有其他物質，即化合物是，彼亦研知其爲至少二種元素，依恒久不變之確定比例所合成也。了解此點最簡易之途徑，乃道爾頓（Dalton）所提示。道氏假設元素爲原

子所成，而由至少二種元素之原子之聯合，即成化合物，故原子之數至少爲二，或較二略多，此諸元素即謂爲該化合物之成分元素。化學一科之大部即爲成立道氏學說之斷案，首先解釋簡單之物（如食鹽）之結構，更進而以神巧之技術與透識，工作及於組成有生物質之極其複雜諸實質。對此部分，吾人在此初無關涉，蓋吾人現所指意者，爲分析而非合成，但余之提及此類情事者，實有其明確之用意，即在令吾人對於基本建造材料一題，益感親切，良以推知元素成於原子諸論證，亦恰可應用於電也。此說即法拉第（Faraday）在電解上工作之結果，其工作證明，凡一物質之原子使之帶電，如在通常溶液中之原子然，則在任何情形中，其電荷皆相同，或至少爲一單獨劃一的基本電荷之簡單倍數：——一、二、三，或負一、負二、負三。惟略覺可怪者，十九世紀之物理學家，對於「電之原子」之觀念，雖屢有建議，並未與以大用。往時之化學家，苟名電爲元素，一若其他元素，未必遂爲不自然之事，但情實所趨，化學家之未曾爲此，而幸事也。

化學上之間接證據，雖已確定原子之存在，而仍有缺陷，蓋未指示原子之小爲何如也。實則原子大小之考定，其證據之累積，乃本世紀中事耳。爲此所用之諸樣方法，苟加以敘述，則需時過長