

萬有文庫

第二集七種

王雲五主編

物質與量子

(上)

茵菲爾著

何育杰譯

商務印書館發行

物質與量子

(上)

苗菲爾著

何育杰譯

自然科學小學叢書

愛因斯坦的弁言

科學進展，討論日精，分類日細，同時需一提挈綱要，不用專門工具，使人易於了解之書，倍形迫切。但若將物理學所用數學形式，全行刪除，則物理學所餘尙有何物？人或不無疑問。

讀茵菲爾（L. Infeld）所著之物質與量子——敘述關於物質之現代學說——吾人得一人使人悅服之答語。著者係抱有獨立精神之一青年科學家，對於此部分問題，熱烈注意其演進經過，與其他物理學家同作深刻之研究。未習物理學者，如能稍加思索，即可從此書洞悉現代物理學諸問題之內容；對渴於求知之讀者，此書所引起之緊張，不亞於一部興奮之小說。

對於科學專家，此書亦不無貢獻。科學家見彼所日夕探討之問題反映於一敏活思想家之心，又見其就卑約之範圍，無累贅之附辭，而能作一清晰之表示，心中之愉快爲何如！又問題之種種方面，以及各問題間之相互關係，能寫得如是之簡潔生動——猶在夢中活躍——讀之尤令人歡欣鼓舞。

目錄

第一章 物理學中思想之方法	一
---------------	---

科學中學說之任務	一
----------	---

定命	九
----	---

統計	一三
----	----

第二章 輻射	一九
--------	----

光之兩個學說	一九
--------	----

光譜之延袤	二四
-------	----

量子論之起原	三一
--------	----

不連續性的觀念	三六
---------	----

物質與量子

二

光量子·····四四

輻射之兩元說·····四九

第三章 物質·····五三

物質動力論·····五四

引力定律及庫侖定律·····五五

電元·····六〇

能量與質量·····六五

氫光譜·····七三

氫原子之模型·····八〇

典型物理學與波耳學說·····九三

續論氫原子之模型·····九八

氫原子與相對論·····	一〇一
電子之碰撞·····	一二二
氦原子·····	一二六
其他元素之原子構造·····	一二五
 第四章 原子核·····	 一二五
氦原子核及物質之毀滅·····	一三六
同位素·····	一三九
放射性·····	一四九
原子核之分裂（以 α 質點射擊）·····	一五八
原子核之分裂（以質子射擊）·····	一六五
中子·····	一七〇

正子.....	一七四
---------	-----

第五章 物質與輻射.....	一七七
----------------	-----

X射線.....	一七七
----------	-----

γ 射線.....	一九七
------------------	-----

昆普吞效應.....	二〇〇
------------	-----

刺曼效應.....	二〇七
-----------	-----

第六章 現代量子力學.....	二一五
-----------------	-----

現代量子力學之起原.....	二一五
----------------	-----

勃羅格里的推理.....	二二一
--------------	-----

率勒丁格的推理.....	二二九
--------------	-----

海孫堡的推理.....	二三七
-------------	-----

狄拉克的推理.....二四二

非定命.....二四七

物質與量子

第一章 物理學中思想之方法

科學中學說之任務

一六四七年十一月十五日，巴斯噶 (Pascal) 致畢利埃 (Perier) 一書內云：

「我知物理的問題可供汝業餘之消遣，故不揣冒昧，敢以此類問題相擾。……問題係關於人所熟知之水銀管試驗。將此試驗首在山麓舉行，繼在山頂舉行，一日之間，重覆數次，觀兩處水銀柱之高度是否有異。……因在山麓之空氣，定較在山頂者爲重。」

山上氣壓較山下爲低，幾乎三百年以前，巴斯噶即有如是之預測。至於此預測之是否正確，祇

可由實驗斷定。實驗之結果如何，吾人可從一六四八年九月二十二日畢利埃致巴斯噶書而知之。書中有云：

「汝盼望已久之試驗，現已舉行，……在秘特陀姆山(Puy de Dome)之頂，……管中水銀柱之高度爲 23.2 英寸，而在修道院花園內，水銀柱之高度爲 26.35 英寸，兩處水銀柱之高度，相差爲 3.15 英寸。此事使我等極爲驚異。」

此二書不宜僅以一個科學事實之發現略史目之，科學中創造工作之兩個主要特性，在此二書中完全披露；此兩個主要特性，一爲事實或定律之預測，一爲以試驗徵實預測之事實或定律。

近三百年以來，學術進步，現在試驗方法之精密及複雜，遠勝於巴畢二氏之時，在今日，吾人能在實驗室中產生若干兆（註）伏特之電位，能碎裂原子；能研究恆溫層之宇宙射線；能顯示電子波之繞射；能創製複雜之儀器，及計畫應變之工具，以制定支配物質及輻射之繁簡諸定律。但雖如此，而創造工作之原則，如巴畢二氏書中所示者，則始終未嘗變易。每一科學學說，解釋事實，同時預測事實，再以試驗徵實其預測，或駁斥其預測。

設有一物理學家，研究一簡單的實驗問題；假定此問題從未有人研究，譬如欲測定冰之熔解熱比已知之值多一個有效數字。求增高其量度之準確，彼必須設法改變其儀器，使較靈敏。此類工作，未可輕視。如紀錄特殊物體之光譜，增高實質之密度測定或彈性測定之準確程度等，皆爲物理學家所成就之勞績。彼所得之數據，往往大有助於後人之研究；彼所增加之知識，或可爲他日新理論及新展望之根據。但本書所欲討論者，非物理學家此類之工作。吾人欲專注意於某類重要深遠之工作，起原於一確定的物理觀念者。

一九一九年，英國有二科學遠征隊出發，攜帶彼時所能得之最精緻儀器，圖拍天空之照片。一隊至巴西之梭勃羅（Sobral），其又一隊至西靈賽斯島（Princes Island）近非洲海岸，在幾尼灣（Gulf of Guinea）之內。從天文學之計算，知在某一時候，此二地可觀日之全蝕。日蝕爲在白天日被月蔽所致之現象，故全蝕時，有數分鐘完全黑暗，變成星夜。爲時雖短，但呈現一種奇異可怖之景象。地球上每隔多年，方能在某地方遇見一次。遠征隊之目的，爲欲拍附近太陽之羣星照片。太陽被蝕，羣星畢現，審察其照片，加以量度，可望其能判斷從普遍相對論所預測之結果是否正確，即諸星

所出放之光線經過太陽引力場時，是否有確定的彎曲，適如相對論之所期？結果，日蝕時所得之照片，明示此種彎曲效應。

迥不相侔之兩個事實——一爲用簡陋的氣壓管所作之試驗，一爲複雜精密之天文的觀察與量度——其間有一類似之點焉。即關於現象之本性，吾人有一觀念，由此觀念，構成種種問題：如管中水銀柱之高度，在山頂時是否較其在山麓時爲低？同一部分之天空照片，在日蝕時所拍者，是否相同，或有微異（如相對論之所預期）足以量度？

創造的實驗工作之動機，常爲一理論的觀念企圖得一答案，以解決一個學說所發表之問題。有時吾人可遇意外之援助，但此爲偶然之事，不能視作常例。

何謂學說？

藉科學的學說，吾人欲在心中構成一個畫圖，以代表環繞吾人之「實在。」每一圖中包括許多事實，範圍有廣有狹；圖中并含有從實驗而得之諸定律，將事實排成正當之秩序。科學非即一羣之定律，亦非由多數事實胡亂堆積而成，必須有學說先以一貫之意旨將彼等聯結，再創製一個畫

圖，代表實在；本此畫圖，可依照邏輯之推理，證明特殊事實盡爲應有之效果。但從上舉之例，知學說使命尙不止此。學說自身具有創造能力，能領導吾人至富有新現象之區域，指示吾人發展新系統及發現新定律之方法，至於正當與否，則須訴諸實驗；實驗而能徵實其斷語也，則學說由其培養，實驗而與其結果相衝突也，則學說由其推翻而毀滅；實驗爲決定學說生死之最後裁判，且將永爲此最後裁判。

學說發生之情形果何若乎？吾人心中所想像之世界畫圖，將用何法構成之，發展之乎？將先製一暗淡草圖，往後逐漸使之明顯穩定，增補其細目，添益其彩色，而不變其原來之特性乎？抑於短時間內將舊見地完全加以變革乎？易言之，學說之發展，將爲進化式之過程乎？抑爲革命式之過程乎？

在科學發展史中，此兩類過程——進化式的過程及革命式的過程——俱有，可以識別。所謂進化，係歷代集合努力之結果，名人之偉大成功，以及微末之有用工作，可以之擴大學說範圍者，同有相當之貢獻；如基礎已定之建築物，各部分漸漸完成其工作。在進化期間，優美之意見，由長大而成熟；開始時所用之假定，往往因其極端簡單之故，學說被其箝制，學說進化，此種假定，漸漸可以解

脫；學說所包羅之事實，範圍漸漸擴大；同時學說之數學方式，由簡單而變成繁複。

對於環繞吾人之實在，吾人決無完全了解之一日。因世間現象之複雜，現在吾人已自覺才力微弱，欲求理會自然界之定律，常苦不足。當一學說發展之時，往往有數個弱點，在其興隆時代，無人察覺。到後來暴露之時，倍覺其顯著而有害。此類之困難，例如推論所得之結果與實驗所得之結果不相符合，學說自己矛盾，或竟有嚴重的直接衝突而學說不能予以解釋等，俱含有革新的種子，迫使吾人建設新原理，將此門科學之基礎，從新奠定。易言之，一個科學學說失其效用達此情形時，此門科學之革命時期已至。科學革命，常為有偉大思想力者之工作，將研究問題轉移於一個新的區域，迫使吾人以另一眼光觀察各種現象，在新基礎上圖建設。

科學的革命家，為數不多。如哥白尼（Copernicus）、牛頓（Newton）、法拉第（Faraday）、愛因斯坦（Einstein）、波耳（Niels Bohr）當然可稱為科學的革命家。彼等俱創造新觀念，為後來進化學式工作之基礎。

關於科學學說之使命，上所說者，頗似浮泛無的，任意談論；希望讀者於終卷之餘，能理會其意。

旨之所在。此書目的，係欲敘述現代科學之最重要部分在二十世紀中思想發展之狀況；易言之，即欲敘述物質的學說及輻射的學說之發展概況。

茲再舉數例，以表顯此兩類過程——進化式過程及革命式過程——在科學中所負之任務：
牛頓創示典型力學之原理，蘭格倫日 (Lagrange) 哈密爾敦 (Hamilton) 雅科俾 (Jacobi) 以彼等超衆之工作，發揮而光大之。在彼等手中，典型力學漸漸獲得較美較備之數學方式；所包事實之範圍，逐時加廣。

蘭格倫日崇拜牛頓之創造才力，曾謂：牛頓非僅爲科學家之最偉大者，亦爲最有幸福者，因凡自然科學祇能創造一次。吾人此時雖崇拜牛頓之才力，卻不承認蘭格倫日此語爲正確。須知享受創造幸福者，非僅牛頓一人。蘭格倫日生當牛頓學說進化之時代，彼時物理的原理，方開始經人研尋發展；彼未曾夢及自然現象尙有其他方面，自然科學將有二次三次……的創造。

哥白尼首先認識地球非宇宙之中心，實與其他行星環繞太陽而運動。因此「真理」伽利略 (Galileo) 受背教之罰，而勃路諾 (Giordano Bruno) 身罹火刑。茲請討論下述之兩派學說：

一 地球靜止，太陽運動。（安爾米 Ptolemy）二 地球運動，太陽靜止。（哥白尼）

此二說中，當以何者爲正確乎？如僅依據典型力學，自應以第二說爲正確。但此二說是否俱屬不合？現代物理學家對此兩派之爭持，不免作一表示懷疑之微笑。相對論在科學中已引入一個新要素。使諸現象呈露其新方面；哥白尼及安爾米兩派之學說，俱已失其意義。無論謂「地球運動太陽靜止」或「地球靜止太陽運動」，同爲毫無意義之空話；故裁判兩派之是非，現已成爲一種毫無目的之舉。哥白尼之大發現，在今日僅有下語所含之意義：「吾人觀察天體之運動時，觀其對於太陽系之運動，有時比觀其對於地球系之運動爲方便。」

從上面之簡略的討論，知物理學中所有學說，俱如人之有誕生，有死亡。在二十世紀中，科學熱烈的發展，各學說享其美滿之生活，但生命甚短。吾人心中之世界畫圖，隨時變更。科學時時與以新的式樣。科學非若一種固定的構造，祇有次要的裝飾節目在變更中；對科學作此想像，非僅黯然無生氣，且爲錯誤。創造工作之樂趣，科學知識之有味，以及領略科學原理及科學定律佳處之愉快，即

因其永爲少年，常有變化。變化卽是進步，須知進步常由於經過錯誤與疏忽而來。吾人變化學說以求其所包事實範圍之加大，及與觀察密合程度之加高。

或謂「如果不能確示環繞吾人之實在，則科學有何價值？用時時變更之學說，何能辨識吾人生存之世界的真實概狀？且何謂世界？何謂生活？」此類問題，物理學俱不能置答。科學祇以印象爲資料，創造時時變更之世界畫圖而已。至於科學能否以其時時變更之世界畫圖使人日趨近於「實在」之了解，雖頗有物理學家信其能如是者，但此問題已侵入不合理之區域，已侵入迷信之範圍，物理學中無此種問題之位置。吾人此時方開始覺悟外似極簡單的自然現象實極複雜，何事將此類屬於玄學的大問題引入於吾人研究之範圍乎？

定命

由偉大思想家之空前發現，與歷代科學家之研究工作，科學得以構造一幅世界的畫圖，——一幅隨時可以變易的畫圖。