

萬 有 文 庫

第二集七百種

王 雲 五 主 編

物理學之新境界

海 爾 著

高 敦 可 譯

商務印書館發行

物理學之新境界

海爾著
高孰可譯

編主五雲王
庫文有萬
種百七集二第

界境新之學理物

New Frontiers of Physics

究必印翻有所權版

中華民國二十四年三月初版

原著者

Paul R. Heyl

譯述者

高執可

發行人

王雲五
上海河南路

印刷所

商務印書館
上海河南路

發行所

商務印書館
上海及各埠

(本書校對者杜其珪)

萬有文庫

第二集七百種

總編纂者

王雲五

商務印書館發行

原著者序

寫物理的作者，在寫的時候應當負有某種責任心。他當使每個讀者能漸漸欣賞到物理在科學集團裏之地位。

你去問一個化學家關於他日常應付的原子和分子的性質，以及其化合時，力的作用，他會打發你去向物理學家找答案。你向一生物學家問到他研究的生命組織的變化，他很容易告訴你，這都是複雜的化學作用。你要是探問心理學家對研究方面的意見，他會和你說他研究的主要對象是生理學之複雜者。心理學家靠著生物學家，生物學家靠著化學家，化學家還得依賴物理學家。但在物理學家與自然之間有直接的關係。

物理學家的工作是在於明瞭自然的基礎如物質，能及其間之相互作用。這種東西之趨於複雜者便成為化學家，以及於生理學家，以及於心理學家研究的資料。工程師，地質學家，天文學家之

中沒有一個能利用到純粹是他自己的理論。他們所用的，全是廣義的物理學化學的基本原理。物理學家真可說是科學的基礎研究者。

有一個古的故事說到，蘇羅門 (Solomon) 王廟建造的工匠之爭論。他們爭論著誰的工藝是最重要的。金匠說這廟之雄壯美麗是他手藝的結果。木匠說所謂美麗是要附在他造的骨架上面。石匠說要是沒有基礎廟都不能有。

蘇羅門的智慧在解決這爭論再適合也沒有。他叫各工匠的工頭來，聽他們報告他們的辯論。然後再對一個個地問：『誰造你的工具？』由每人得到同樣的答語：『鐵匠。』

蘇羅門說：『鐵匠在那裏把他帶來？』

那鐵匠還滿身垢污由鐵鋪裏被人帶到王前。

蘇羅門問：『告訴我誰製造你的工具？』

那鐵匠慌亂地向他的鐵鎚和鐵鉗望了一下，因為他應王的召見，急忙之中，無意把這兩件東西帶來。

他笑一笑說：『我的工具我祇能自己製造工具！』

這個戴了冠冕穿了長袍的王走下寶座，示意鐵匠上那空的寶座。

他說：『看著這是工匠之主宰！』

由一方面看，我們可以說物理學家是一個基礎研究者。另一個看法，他是很時髦的，這並不是說他毀壞一切舊的。過去物理之進步是在，擴充古時的物理研究境界，加入不少新奇的觀念。就是最與物理有接觸的人們，也不容易把這境界的情狀看得清楚。要是我們再想前進，我們必須把這一點弄得清楚。不然我們就無法對付新的獨立的事實。此書之列在這一輯叢書「此書爲大衛(Davis)主編阿波里頓(Appleton)新世界科學叢書之一(譯者注)」之裏，編者與發行者之目的即在於此，著者書寫這本書也存有這種觀念。

著者海爾(Paul R. Heyl)

物理學之新境界

目錄

第一章	過去——十九世紀之末的物理學（一八九五年）	一
第二章	物質及其構造	九
第三章	能及其結構	五一
第四章	物質與能的相互關係	六七
第五章	空間與時間	八二
第六章	愛因斯坦——引力及宇宙學	九七
第七章	儀器與技術之進步旁的科學對物理學的反應	一三一
第八章	未來	一四一

物理學之新境界

第一章 過去——十九世紀之末的物理學（一八九五年）

從前常常有人說波士頓（Boston）不算一個地方，算是思想的情狀；同樣地我們可以說十九世紀末葉的物理，是物理學者的思想的情狀。

在十九世紀，物理學的進步，和別項人類的活動一樣地快。關於這過去的敘述，別本書裏也可以找到，在這裏我可簡單地說一說。十八世紀的物理是一件稀疏沒有連絡的東西，裏面主要的內容是不連貫的事實，當時所認的宇宙本質，差不多有半打之多——物質，熱，光子，電磁，與燃素（phlogiston）；到一八九〇年這些東西已互相連絡團結成一精密的組織。這組織是基礎於三個基本概念：物質，能，與能媒。

那時的物理學家對這堅密的組織覺得滿意。大家都認為畢竟這理論已跑上軌道，將來我們祇需發展與擴充以前定下來的大綱而已。事實上科學家很有充分樂觀的理由。洛基 (Lodge) 在一八八九年演說詞裏曾說：

『現在是自然科學突進時期。幾個月，幾星期，差不多幾天都在進步。以前發現的一串小波現在卻合成一個極大的波，在這波峯上我們可以看出未來的一種偉大的包羅一切的理論。這種猶疑不決的情狀，簡直使人發狂，有時甚至於痛苦。一個人的感覺好似一個小孩在亂捺一個棄置的風琴，好像有一種看不見的能力由這琴箱吐出很生動的氣息。他驚奇極了，手指一碰，就一個音應着而生。他差不多能隨便召喚任何音出來，他猶疑着。一半是高興，一半是懼怕。他恐怕這音會使他耳聾。』

但到一八九五，這種態度已變，一種奇怪的悲觀的態度散佈在人心，把以前的樂觀的態度趕走。大家都相信，差不多所有的大發明都已被人做過。物理學的教授警告他們的學生說別項科目比物理有希望得多，將來的物理祇是餘下的滓質，次要的事實，以及永遠不止的要求。『再來一位

小數，』

這種思想的情狀是很奇怪的，我沒有特殊理由，爲什麼態度變得這樣。現在還有活着的，一八九〇至一八九四的研究物理的人，我們可以由他們證實當時物理界確有這種態度。要是沒有他們口頭傳話，我們現在不會曉得當時的這種情形，因爲當時的科學著作上沒有這種記載。

這不過是在天亮之前的黑暗時期。因爲在一八九五欒琴 (Röntgen) 發現愛克司光線，於是我們又在波峯上面。再等十年，我們又看到放射體的發現，量子論的巧妙，及愛因斯坦 (Einstein) 發表第一次相對論的論文。汙塞的冰塊散了，而那『發現』之河再飽滿漲起來。

要正確明瞭現代物理的背景，我們先得很清楚地知道剛在欒琴發明之前的情狀。因此我們應當詳細考察那時三個基本概念——物質，能，與能媒。

大多數人承認物質是原子構成的，在上一世紀之內這觀念沒有經過什麼改變，雖然有幾個落伍的人不同意於這個學理。最後一個有名的反對者是維愛納 (Vienna) 的馬赫 (Ernst Mach)，他在一九一六年死的。

物質是一個很分明的概念。物質有兩個特著的性質，惰性與引力作用。從這兩個性質我們可以區別和認明物質。隨便什麼人都自然而然地用這兩性質去斷定一個封閉的圓桶是空的或實的。——即是說有沒有物質在內。這人可以輕輕地踢那桶，看看那桶容易不容易滾動，或者把這桶舉舉看。要是容易踢動，那麼按科學的說法就是有惰性，試的人可以斷定裏面有東西。若是這桶很重，不容易舉起來，換句話說就是這桶的引力作用很大，他可以得到與上面相同的結論。用這兩試驗，我們可以斷定一樣東西是物質或不是物質。若不是物質，那就該是一種能或是能媒的表現。十九世紀的早年，成立了一個學理——物質的量不因物理或化學的變化而變大變小。這就是質量不減定律。

物質本身是無生命的東西。我們對物質的主要興趣卻在於牠是能的運載物。

能分明是十九世紀的觀念。他們把前世紀所謂『不可衡量』這特性歸附於能的觀念。廣義的說法，能是一種做工作的力量。當然須有一樣東西才能應用這力量，於是能在物理理論的組織上是一個次要的觀念。譬如玫瑰花之美麗在於牠的顏色，但是若沒有這花或是別種物質的根據，

決不能有這顏色。所以能是物質的生命。要是單獨說能，那是一無意義的。

當時不把能看作如物質那樣之有原子構造，他們以為能可以無限止地分下去。於是一樣物體裏的能可慢慢地加增或減少。當時認為能有多種形式：熱，光，電，磁，以及於純粹力的能之有動能與位能。他們並且以為這多種形式的能可以互相變換。這原理叫做能的相互關係論。並且那時已有實驗證明過，在這種變換之中，能是不會損失也不會憑空產生。這就是所謂的能量不滅定律。這個定律之成立，可算是十九世紀之大勝利。

若能是不能創造與消滅，又是不能單獨存在，那末日球的熱能怎樣會及到我們？費了八分鐘的時間，這熱能經過多少萬里的空間——這空間之真空程度比我們實驗室的真空高得多。什麼東西把這些能帶到我們這裏來？

由於這一點還加上別的關係，我們創造了空間的能媒，並且歸入為當代自然科學的宇宙本質之一。能媒的觀念在牛頓 (Newton) 與海金斯 (Huygens) 的時代已經有的。直到十九世紀前半期，光的波動說替代微子說的時候，才恢復了這概念。從前曾有人以光為一種波動。他們當然

要懷疑，這是什麼東西的波動？因此產生半滑稽的能媒定義：震動這動詞的主詞。

多數物理學家把能媒看爲一重大問題。這問題是這樣，我們可以假設空間裏佈滿着一種媒質，要不然就該承認作用能直接及於遠處。這樣明白地說一說，沒有幾個人還會有疑問。雖然能媒既不可見又不可捉摸，我們之認能媒爲本質之一，好像能媒是如物質一樣地真實存在，我們的理由與物質之被認爲本質之一的理由相同。一八九五的物理學家說：『我們之知道物質是完全根據於其性質。實在我們之知道能媒的性質，與知道鐵的性質，一樣地熟悉。我們知道聲波在鐵裏以某速度進行，我們也知光在能媒裏傳佈的速度。我們知道鐵是不透明的，而能媒是透明的。鐵有阻力，而能媒一定是絕對沒有阻力的，不然天體行動要受着阻力而減低其速度。我們知道鐵的密度是八，而最近克爾文 (Lord Kelvin) 算出能媒的密度爲 (10^{-18}) 。我們還能再要求什麼？』

在能媒是否由微粒構成這問題上，物理學家的意見稍有不同。但大家都認爲，即使能媒是由微粒所組成，——相當於物質之原子，——這微粒大小與物質微粒比當可算爲無限小。

臨到馬克司威爾 (Maxwell) 的光的電磁理論，能媒之承認，成爲必須的，要是可能的話，簡直

是強迫的。因為這理論能解答我們久長討論到的電的性質——電是物質或是能？馬克司威爾另外安置電和磁，他把電和磁由物質的領域裏取了出來，——十八世紀把電和磁歸附於物質裏面——再把他們搬到剛才成立的能的領域裏，將牠們看作能媒裏面的一種能。

於是能媒觀念變得很有名望。有一時竟有人把物質附屬於能媒，作為能媒情狀之一。這是克爾文造成的。他在一八六七創議物質的原子，也許是為能媒裏的一種旋環，如空氣裏的煙圈一般。在大英百科全書第九版（一八七五）馬克司威爾一篇『原子』裏可以看出當代物理學家對克爾文說法的信仰。直到一千八百八十幾年，多數人才放棄這種假設。因為那時用數理研究的結果知道這種旋環一點不像會有引力的性質。

我們可以由洛基在一八八二的演說詞裏，可以看到當代物理學家心目中能媒觀念之簡單情狀：

『一樣連續的東西充滿了空間；這樣東西能顫動而生光；能折散為正負電；旋動之後成為物質；牠的傳佈是連續的並不是個別的衝動組成的。物質有了牠才可能有刺激與反應。這是能媒及

其功用的近代觀。』

這是十九世紀終了幾年的，自然科學的大綱的簡單內容。這樣一個分明又有連絡的理論，裏面每個現象有一個相當地位。這樣一個理論在牠統治範圍之下是很一致的，並且很可使人感覺滿意。雖然克爾文在皇家學院（Royal Institution）一九〇〇年四月廿七的演說詞曾說青天之上有兩朵雲。

我們不能不想到克爾文用這幾個字的時候。他有預言這兩朵雲有變大可能性的意思，正如伊利亞（Elijah）爲希伯來（Hebrew）預言家〕所見者。事實恰巧如此發生。他說的一朵雲是有名的邁克爾孫，摩黎（Michelson-Morley）關於能媒移動的實驗，這實驗促成相對論。另外一朵雲是能的分佈的統計理論之缺點。同樣地這理論引導我們到量子論。

人們在對過去覺得滿意，對將來抱悲觀的態度中，直到十九世紀之終了。

第二章 物質及其構造

在廿世紀之內，自然科學內部發生了多種變化，但尚有少數觀念，未有改變。其中之一即是「物質的構造爲顆粒狀或爲不連續」的學理。不但「分子與構成分子的原子」的概念仍爲現代所認可，而現代的物理還進一步，將原子的組織介紹給我們。

在十九世紀，科學家將分子定名爲物理變化中最小單位物質，而原子爲化學變化中最小單位物質。這兩種變化之不同處就在化學變化是物質組織上的變化；而物理變化僅是性質變化而已。所以分子是當時物理學家的最後單位；而原子卻是化學家的最後單位。至於原子是否可以再分爲更小單位，當時認爲是理論上的問題，因爲並沒有現象，需用這種「原子組成」的假設來解釋。在一八九六年柏苦勒爾（Becquerel）之發現放射物質，與這個觀念以一打擊。這新的現象是不能單拿分子與原子來解釋，還用得着比原子更小的單位。於是物理學家立刻跳過化學家的範