



科學的黃金歲月 (II)

● 傅俊結*

上一期我們談到了科學史上可以被稱為黃金年代的時期，即是十七世紀末期和二十世紀初期兩個時期，也談到了十七世紀末期的主要科學工作，基本上就是牛頓的工作。現在我們要談的是 20 世紀初期的科學主要工作，分別是相對論和量子力學。在 17 世紀末期的科學黃金年代，基本上由牛頓一個人獨領風騷，牛頓的科學理論稱霸了將近 300 年之後，終於出現了疲乏，出現了問題，也才有 20 世紀初期的相對論和量子力學。而這 20 世紀初的科學黃金年代，要舉一個人可以和牛頓相比擬，那就非愛因斯坦莫屬。可以這麼說，自有人類以來，可以讓所有的普羅大眾有所印象的科學家，大概就是牛頓和愛因斯坦了。

儘管在 19 世紀末有很多的偉大的科學發現，例如倫琴的 X 射線，貝可勒的鈾放射性的發現，居里夫婦對放射性元素的更進一步研究，湯普遜的電子，拉塞福的原子核...等等。但是，這些實驗上的工作沒辦法解決當時物理學家一些迫切的核心問題，而這些發現似乎也暗示了古典物理學的強弩之末及走投無路。這些迫切的核心問題，一些大老級的科學家把它稱為科學天空上的小小的兩朵烏雲。這兩朵小小的烏雲是在 1900 年的 4 月 27 號誕生的，這一天，歐洲的一些德高望重的科學家齊聚倫敦的皇家研究所開一個科學會議，當時已經 76 歲的一個老頑固的科學大老凱爾文爵士，就是定義絕對溫度的那一個，致歡迎詞並發表演講，演講題目就叫做，"在熱和光的動力學理論上空的 19 世紀烏雲"。

* 傅俊結，南台科技大學電子工程系副教授。



凱爾文爵士的演講以這樣開頭：

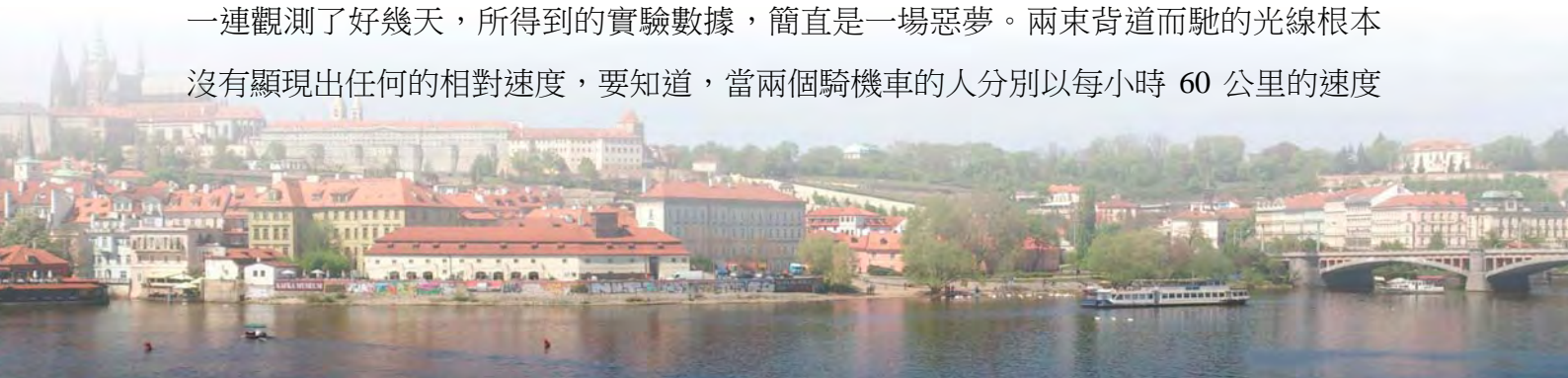
牛頓的動力學理論，優美地，漂亮地，解釋了光與熱，但是這個優美性與漂亮性，卻被兩朵烏雲所掩蓋，以至於有點黯然失色……。

凱爾文爵士的兩朵烏雲，被很多物理學家加個形容詞，小小的，意思是指，這兩朵烏雲應該很快就會被科學家所解決，不是什麼大問題。殊不知，這些科學家如果活得夠久的話，他們會發現這兩朵烏雲不是小風小雨前的烏雲，而是會產生暴風雨的烏雲，這場暴風雨會把自牛頓以來，被認為牢不可破，優美漂亮的科學徹底摧毀。

第一朵烏雲起源於以太這個介質，也就是當把光看成是一種電磁波時，光賴以傳播的介質。例如我們看到的水波，必須有水當作介質，我們才能看到水的波動。聲波也是一樣，聲音必須有空氣這個介質，我們才能聽得到聲音，在真空中，因為沒有空氣，我們就像耳聾一樣，因為沒有空氣這個介質可以傳播聲音。

自從馬克斯威爾的統一理論成功地統一電和磁後，那時的科學家，基本上就是把光看成是一種電磁波，既然如此，理所當然就需要一種介質來傳遞光波，那什麼是光傳播的介質呢？科學家不曉得，只有亂猜。於是一些不負責任的科學家，就假想一種介質的存在，這個介質充斥著我們整個宇宙，它無色，無味，無臭，摸不到也感受不到，看起來根本什麼都不是。給它一個名字，就叫做以太。事實上，也不能說這些科學家不負責任，科學在本質上，很大的一部分的發展過程，就是所謂的，大膽假設，小心求證。先大膽假設以太的存在，接下來就要小心求證以太的確存在。

可是經過好幾十年的努力，一直沒有明確的證據，來證明我們的四周圍有以太這個東西。最有名的一個實驗，是麥克遜和莫雷所做的。把以太看成是宇宙中一個絕對靜止的坐標系，而地球在這以太空間中運動，就好像我們騎著機車前進，可以感受到一股迎面而來的風，這股風我們可以稱為以太風。麥克遜想要測量兩束光線在這以太風中的相對速度，剛開始的實驗結果並不是很滿意，於是幾年之後，麥克遜找了莫雷一起合作。為了提高實驗結果的穩定性以及靈敏度，以期達到最好的實驗結果，他們使用最新的干涉儀，以當時的標準來看，這個實驗應該是當時最精密的實驗了。他們一連觀測了好幾天，所得到的實驗數據，簡直是一場惡夢。兩束背道而馳的光線根本沒有顯現出任何的相對速度，要知道，當兩個騎機車的人分別以每小時 60 公里的速度



背道而馳時，他們的相對速度應該是每小時 120 公里。但是麥克遜和莫雷的實驗結果卻告訴我們，光在以太中運動，根本沒有表現出這樣的特性。這就是凱爾文爵士所謂的第一朵烏雲。

到這裡已經很明顯，宇宙中根本沒有以太這個物質的存在，雖然如此，有些出名科學家，最著名的就是荷蘭物理學家洛倫茲，為了使得以太這個假想的物質，可以繼續苟延殘喘下去，提出了一個假設，這個假設是說，物體在運動時，在它的運動方向上，會表現出長度的收縮，從而使得兩束光線之間的相對速度無法偵測得到。

但是這些假說都沒辦法根本解決問題，最後的科學革命還是要到來，是由一位那時在瑞士專利局工作的年輕人所完成的，這個年輕人就是愛因斯坦。他一開始就說，根本沒有以太這個介質，光的傳播不需要介質，所發展出來的理論就是狹義相對論。愛因斯坦真正偉大的地方並不是這個狹義相對論，從歷史的發展來看，愛因斯坦即使不提出狹義相對論，相信再過不了幾年，還是有些科學家可以提出來。例如前面我們所提到的荷蘭物理學家洛倫茲，因為他們的工作很多都已經蠻接近狹義相對論了，只是還擺脫不了那個牢不可破的以太假說。狹義相對論只是討論兩個坐標系之間的相對等速運動，愛因斯坦真正偉大的地方是把這個相對等速，推廣到有加速度的情形，所得到的理論就是所謂的廣義相對論。就是廣義相對論這個工作，才使得愛因斯坦可以被稱為牛頓的接班人，而永垂不朽。

