



譯 / 蕭如珀、楊信男

1897 年 10 月：電子的發現

〈譯自 *APS News* · 2000 年 10 月〉



Joseph John Thomson

19 世紀中葉的科學家在巡迴各地演講時，都會用一個被認為是霓虹燈始祖的裝置來取悅觀眾。他們會取出一個兩端都嵌有電線的玻璃管，將管內大部分的空氣抽出，並加上高壓，這樣玻璃管內就會閃出可愛的螢光圖案。科學家原本認為霓虹光是陰極放出的某些射線所產生的，但最後是由一位在劍橋大學卡文狄希實驗室的英國教授所做的基本研究解開了此謎底。

蕭如珀 自由業
楊信男 台灣大學物理系
E-mail : snyang@phys.ntu.edu.tw

湯木生 (Joseph John Thomson) 爲了要找出神秘陰極射線的真正本質，他將過去的實驗加以改良，設計出新的實驗，其中有三個得到了確切的結論：第一，不同於 Jean Perrin 於 1895 年所做的一個關鍵性實驗，湯木生建造了一個陰極線管 (圖 1)，其中二個金屬圓柱各有一狹縫，長圓柱的後端接著一個靜電計。此實驗的目的是要確立若以一磁鐵將射線彎曲，是否可以將電荷從射線中分離出來。因為湯木生無法將電荷分離出來，所以他下結論說，負電荷和陰極射線不知為何合在一起了。

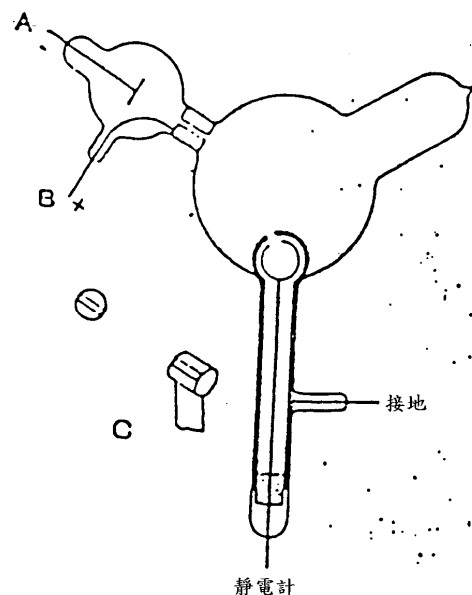


圖 1：湯木生的第一個實驗

由於所有先前要用電場將陰極射線彎曲的試驗都失敗了，所以湯木生在第二個關鍵性實驗中設計了一個新方法。由於帶電的粒子通過電場時會彎曲，但若被導電的物質包圍時就不會，因此湯木生認為那些管內殘留的微量氣體已經被陰極射線轉變成了導電體，所以他設法將管內的氣體全都抽出來，來測試他的假設。在此情形下，陰極射線果然都會因電場而彎曲。湯木生從這兩個實驗的結果下結論說：「我從結果看出，陰極射線一定是帶負電荷的質點物體，這是不會錯的。」

然而，他仍缺少這些質點真正本質的實驗資料，因此他著手做第三個實驗來決定粒子的基本性質。雖然他無法直接測出這個粒子的質量或電荷，但他可以測出射線因磁場而彎曲的程度，以及它所帶的能量，這讓他可以計算出粒子的質量和它所帶電荷的比例（質荷比， m/e ）。湯木生使用充滿不同氣體的各式管子來收集資料，結果正如 Emil Wiechert 在同年更早所提出的報告一樣，陰極射線的質荷比要比帶電氫原子的質荷比小一千多倍。Philipp Lenard 和其他的科學家之後的兩年間所做的實驗也都證實了陰極射線是比任何原子的質量都要小很多的粒子。

湯木生將他 1897 年實驗所得到的發現彙整成三個主要的假設：1，陰極射線是帶電的粒子，他稱之為「微粒」；「電子」《electron》是 1891 年 Johnstone

Stoney 所創造出來的用詞，用來表示實驗中所發現通過化學品電流的電荷單位，愛爾蘭物理學家 George Francis Fitzgerald 於 1897 年建議將它應用到湯木生的「微粒」上。2，這些微粒是原子的組成要素。3 這些微粒是組成原子的唯一要素。

湯木生的假設遭到他同事的強烈質疑，事實上有一位傑出的物理學家在皇家學院聽過湯木生的演講，幾年後他承認他當時一直相信湯木生是在「開他們的玩笑」。漸漸地，科學家接受了前兩個假設；而由於拉塞福（Ernest Rutherford）和其後研究人員的努力，後來的實驗證明第三個假設是錯誤的。之後，電子本身又證明是和湯木生所想的有些不同，它在某些情況下的行為像粒子，但在其他某些情形下又像波，這些現象直到量子理論產生後才得以解釋清楚。物理學家也發現，電子只是整個基本粒子家族中最常見的成員而已，直到現在都還是被研究的熱門對象，以更瞭解它們的性質。

湯木生的研究為他贏得了「電子之父」的尊稱^[1]，更促使英國、法國、德國及其他國家的許多科學家投入了關鍵的實驗和理論的研究，也因此開啓了窺視原子內部的新視野。電子及其性質的知識成就了許多目前主要的科技，包括我們社會上大部分的計算、通訊和娛樂等。

註[1]: 湯木生不僅自己的研究卓越，對後輩的教導與提攜更是為人所津津樂道。他於 1884 年初任卡文狄希（Cavendish）的講座教授時，缺乏實驗物理的經驗，但他很快就進入狀況。在他的領導下，卡文狄希實驗室的研究蒸蒸日上，完成了許多重要的電磁學和原子物理的實驗。湯木生對年輕研究人員極為關注，每天都會跟他們討論研究上的進展，並給予許多有益的建議。湯木生於 1906 年因為電子的研究榮獲諾貝爾獎，他的學生亦先後共有 7 人獲得諾貝爾獎，27 人當選為皇家學會的會士。此外，值得一提的是，他的兒子 Geoege Paget Thomson 證明了電子是波，於 1937 年獲得諾貝爾獎，父子同因電子的研究而獲獎，傳為佳話。

本文節錄自 1997 年 *History Center of the American Institute of Physics* 的網站以紀念電子的發現 100 週年。全文請看 <http://www.aip.org/history/electron/>。