



譯/蕭如珀、楊信男

## 1911 年 5 月：拉塞福和原子核的發現

(譯自 APS News, 2006 年 5 月)



拉塞福

1909 年，拉塞福 ( Ernest Rutherford ， 1871-1937 ) 的學生在拉塞福所指定的實驗中發現了令人意外的結果，拉塞福說此發現是他一生中所碰過最難以置信的事情。

他們在這個至今仍很著名的

實驗中觀察到  $\alpha$  粒子自一張金的薄片往後散射回來。拉塞福在他 1911 年 5 月所發表的論文中解釋說，此散射是由原子中心一個又硬、又密的核—原子核—所引起的。

蕭如珀 自由業

楊信男 台灣大學物理系

E-mail: snyang@phys.ntu.edu.tw

1871 年，拉塞福誕生在紐西蘭，家中有 12 個小孩。長大後，他常常在家裡的農場幫忙，在學校，他是一個優秀的學生，所以能領取獎學金上紐西蘭大學。大學畢業後，他在 1894 年獲得獎學金成為劍橋大學的研究生。據說當他一知道獲得獎學金時即說：「這是我所挖到的最後一顆馬鈴薯了。」

在劍橋，年輕的拉塞福在 Cavendish 實驗室，跟隨發現電子的湯姆森 ( J.J. Thomson ) 做研究。拉塞福的聰明才智很快地獲得賞識，在 1898 年即到蒙特婁的 McGill 大學當教授。就在那裡，他證實了  $\alpha$  和  $\beta$  的輻射是兩種不同的輻射，還研究這些輻射的特性，不過他並不知道  $\alpha$  是氦元素的原子核。1901 年，拉塞福和化學家 Frederick Soddy 發現放射物質會衰變成另一種物質，此發現讓拉塞福於 1908 年獲得諾貝爾化學獎，但他卻不是很高興，因為他自認為是物理學家，而非化學家。(他說過：「所有的科學不是物理，就是集郵」，被廣為引用。)

1907 年，拉塞福回到英國的曼徹斯特大學，1909 年，他正和同事 Hans Geiger 一起為學生 Ernest Marsden 擬定研究計畫。那時拉塞福已經開始研究  $\alpha$

粒子撞到金薄片後的散射情形，他仔細地測量大多數的粒子穿越薄片後往前小角度的散射情形。拉塞福不管多麼不重要都不想漏掉實驗的任何一個角度，所以就建議 Marsden 注意看看是否有任何一個  $\alpha$  粒子是往「後」散射的。

Marsden 並沒期待會發現什麼，但他還是很盡責、小心地執行這個實驗。

後來他寫道，他覺得這是一個對他實驗技巧的測試。實驗是將  $\alpha$  粒子從放射源發射出去，打在一張薄的金箔上，每一個往後散射的粒子都會撞到一個鍍有硫化鋅的屏幕，而被帶電粒子撞到的屏幕會發出火花。Marsden 讓房間暗下來後，坐著等他的眼睛習慣黑暗，然後很有耐心地盯著屏幕看，並沒有期待會看到什麼。

可是，Marsden 竟然看到許多小小的、快速閃爍的黃光，大約每秒會出現一次以上。

他幾乎無法相信他的眼睛所見，所以一再地測試實驗的每一個環節，確認無誤後，才向拉塞福稟報實驗的結果。

拉塞福也大吃一驚，正如他後來很喜歡說的：「這就好像你朝一張衛生紙射出一枚 15 吋的砲彈，砲彈卻彈回來打中你一樣。」

大約幾千個發射到金薄片的  $\alpha$  粒子中就有 1 個散射的角度大於 90 度，這和當時普遍使用，湯姆森 (J.J. Thomson) 所研發出來所謂梅子布丁模型的原子模型不符合。在湯姆森的模型中，電子被認為是黏在均勻分佈、帶正電的小物質點上，正如布丁上的葡萄乾一樣，在此情形下只會產生小角度的散射，不會有 Marsden 所觀察到的情形發生。

拉塞福在經過一年多的思考後，找到了答案。他在 1911 年說，此問題唯一的解釋是， $\alpha$  粒子被位於金原子中心一個很小但密度很高、帶大量正電荷的中心核所散射回來。他還提出說，原子的電子一定是繞著此中心核而旋轉，正如行星繞著太陽運轉一般。

拉塞福做了相當簡單的計算就算出原子核的大小，它僅大約是原子大小的 1/100,000，原子的內部空間大都是空空的。

1911 年 3 月，拉塞福在曼徹斯特文學與哲學學會的會議上宣布他的意外發現，1911 年 5 月，他將此結果的論文發表於「哲學雜誌」(the *Philosophical Magazine*)

後來，拉塞福和 Marsden 試著以其他的元素當作目標來做實驗，也測出它們的原子核大小。

太陽系統的模型並未立即被人接受，其中一個主要的原因是，根據馬克斯威爾的方程式，繞著圓形軌道運行的電子應該會放射出能量而逐漸地慢下來，掉入原子核中，所以太陽系統的原子不會存在很久。

幸好波爾 (Niels Bohr) 很快地應用了量子力學的新觀念才挽救了太陽系統模型，他說，假如電子只能佔有某幾個離散軌道的話，原子就可維持完整不變。

雖然拉塞福仍不知道他所發現的原子核中有些什麼 (質子和中子都是後來才證實的)，但是他在 1911 年的洞察力推翻了當時所使用的梅子布丁原子模型，開啓了現代原子物理學的新時代。