

波爾 (Neils Bohr) 的生平事蹟

1885 年，波爾 (Neils Bohr) 出生於丹麥·哥本哈根。他的父親是哥本哈根大學一名傑出的生理學教授，母親出生於一個在銀行、政治和教育各界中均很活躍的富有猶太人家庭。他的哥哥 (Harald Bohr) 比他更為聰明外向（而且是奧運銀牌足球隊的主將），後來也成為著名的數學家。父母從小便很關心波爾，使他的天賦得以充分發揮。他的好友都叫他「尼克叔叔」，公認為 20 世紀最偉大的科學家之一。波爾早期的思想深受 19 世紀宗教哲學家，也是存在主義哲學之父索倫·齊克果 (Søren Kierkegaard; 1813-1855) 的影響。雖然波爾不盡然完全同意齊克果的看法，他的確熟讀齊克果 1845 出版的書《生命道路的各個階段》(Stages on Life's Way)。

1903 年，波爾入讀哥本哈根大學，主修物理學。波爾尚未畢業時，便已經鋒芒畢露，他通過觀察噴射的水流就能精密測量出水的表面張力。1909 年，波爾獲理科碩士學位，1911 年獲哲學博士學位。他的博士論文《金屬電子論的研究》定性地說明了金屬的各種性質。他察覺到經典理論的缺陷，並證明了金屬的磁性決不能用這些原理解釋。

結束在哥本哈根大學的學習後，波爾前往英國劍橋大學，想在湯姆遜的指導下繼續研究電子論，但是湯姆遜已經對這個問題失去了興趣。於是波爾隨即轉往曼徹斯特大學，在盧瑟福的實驗室工作。1913 年，他發表了三篇論文，把當時的原子結構模型與量子論結合起來，揭開了物理學嶄新的一頁。

1912 年，波爾開始了他幸福的婚姻生活。1913 年，他發表了他的量子原子模型。其後他主持了理論物理研究所（一半的經費是出自丹麥有名的啤酒廠 Carlsburg），成為量子論中舉足輕重的「哥本哈根學派」的創始者。他不拘小節，但對研究十分投入。常常一面打乒乓球（他的球技甚高，在物理學家中幾無敵手），一面爭辯物理到深夜。——這與愛因斯坦喜好的獨自冥想的工作習慣完全不同。

波爾的設想：原子中電子的，必然有一種「穩定狀態」，不必放射電磁波，故能量不減，也不「掉進」原子核之內。這種「穩定狀態」之存在，非用蒲朗克的量子論不可——簡而言之，他要用蒲朗克，來規避麥克斯威。但如何計算這種

「穩定狀態」，他苦思不得其解。1913年，他的一位老同學(H. M. Hansen)來看他，提醒他，當年他們一起上課學過氫原子光譜的巴默公式。波爾多年後回憶說：立刻一切都清楚了。

他很快就做成了他的氫原子模型：一個電子以圓形軌道繞原子核而轉。但只有滿足以下條件的才是「穩定狀態」，不必放射電磁波：

$$J \equiv mvr = n\hbar; \text{ 其中 } J \text{ 為角動量, } n \text{ 為正整數, } \hbar \equiv h/2\pi。$$

這又「量子化」了角動量，不符牛頓力學。但他用牛頓力學，加上庫倫定律計算出「穩定狀態」的能量：

$$E_n = -\text{constant}/n^2; \text{ 其中 } \text{constant} = 13.6 \text{ eV}$$

他又大膽地假定：電子放射電磁波，不按照麥克斯威的電磁學，而是在兩個「穩定狀態」的「能階」之間作「量子躍遷」。其放出電磁波的波長之計算，則是把蒲朗克的量子公式倒過來用：

$$h\nu = E_m - E_n$$

這樣，波爾「導出」了巴默的公式，與觀測十分符合。

盧瑟福看到這結果後，將信將疑，想不到他的原子模型竟然動搖了牛頓與麥克斯威兩大「古典」學說。愛因斯坦卻十分欣賞這結果，稱讚這是：「物理中最高的音樂性。」(希臘的「世界和諧」觀。)蒲朗克終於放棄了從古典物理解釋 h 之可能性。

1916年，他擔任哥本哈根大學教授。1921年，他創立了哥本哈根大學理論物理研究所。波爾在1939年訪問美國時，說哥本哈根實驗室已經證明了鈾核裂變可釋放出能量。波爾最厲害的學生是海森堡 (Werner Heisenberg)。他是建立量子動力學 (Quantum Mechanics) 的最重要人物。1941年波爾和海森堡討論原子彈的可能性。海森堡後來成為德國納粹原子彈計畫的主持人。日本也於1941年開始研製原子彈，計畫的負責人則是波爾的另一個學生仁科芳雄 (Yoshio Nishina)。仁科芳雄指導了日本第一位諾貝爾物理獎得主湯川秀樹 (Hideki Yukawa)。

由於波爾教出懂原子彈理論的德國及日本徒弟，因此於1943年，在盟軍的安排下，波爾一家乘飛機逃出國，先到瑞典，再到英國，最後到達美國，就急忙加入曼哈頓計畫 (The Manhattan Project)，在新墨西哥州的羅斯阿拉摩斯實驗室指導美國科學家研製原子彈。為了保密，每個在該實驗室的科學家都必須化名。而重要的人物更有多個化名。例如康普頓 (Arthur H. Compton)，美國國防部規

定在美東他叫科馬斯，在美西則是康思達克。有一次他由紐約飛到加州，在飛機上睡著，被空中小姐叫醒，問他的名字。康普頓向窗外看，不知身處何地，只好反問空中小姐，飛機是在美東或美西。波爾的化名是尼可拉斯·巴克。不過認識他的好友都叫不習慣，就叫他以前的暱稱「尼克叔叔」。1945年，波爾回到哥本哈根，從事發展原子能和平用途的工作。

波爾於 1922 年獲諾貝爾物理學獎，1957 年獲首屆原子能和平應用獎。他從 1939 年起被選為丹麥皇家科學院的主席。每屆任滿，人們總是一致地重選他，直至 1962 年 11 月 18 日，他在哥本哈根與世長辭。

波爾一生身體健康，年少時是一位優秀的足球員。他的家庭生活也非常美滿，和太太的感情很好。他們生了五個兒子，第四子艾吉是著名的核子物理學家，並和另外兩位科學家聯合獲得 1957 年的諾貝爾物理學獎。