



1975年

諾貝爾物理獎得主事略

郭貽琪

一九七五年諾貝爾物理獎由瑞典皇家學院頒給了阿吉·波爾，賓·麥特爾森和詹米·藍瓦特。他們的研究專題是「核子獨立運動和整體運動間的關係與由此關係建立的原子核理論」。

三人提出的論文，描述了集合模型——這是綜合老波爾的液滴模型和梅耶等人的殼層模型而得到的。由於老波爾在原子結構及原子輻射的研究上有卓越貢獻，他曾在一九二二年得到諾貝爾物理獎；一九〇五年，當他還是一名年輕的研究生時，寫了一篇得過獎的有關振動水滴的論文；七十年後他的兒子又因為同樣的一個構想而得獎。這筆十四萬三千圓的獎金，由此三人均分；於十二月十日在斯德哥爾摩頒發給他們。

小波爾是尼爾斯·波爾學院的主任；麥特爾森是NORDITA的教授；藍瓦特是哥倫比亞大學教授。

根據老波爾的構想而產生的液滴模型，在一九〇〇年代，曾大為風行；但一九四九年瑪莉亞·葛普特·梅耶與丁·漢斯口·詹森（連同O·哈克西與H·E·蘇斯）分別提出了殼層模型，二人並因此在一九六三年同得諾貝爾獎。這個模型中，假設所有核子在一個共同位能影響下，幾乎是互不相干的獨立運動。

殼層模型假設核是對稱球形，因此無法解釋核（尤

其是錒系元素）的電四極矩。一九四九年，查理·湯尼士在一次談話中描述了理論和實驗間的差別，藍瓦特也是聽眾，當時，他就想：到底該如何消除這種模型和實驗的綜合性差異。

藍瓦特說，如果殼層模型的分式中不特別強調球形對稱，就暗含了核是扁球形的意思，在液滴模型的半經驗結合能公式中，有一個近似於表面張力的項，假如體積一定，能量會隨物體外形和對稱球形表面積差的平方增加；同時，減少的庫倫力正好和增加的表面積相抵消。

其次，他發現了「力效應」，也就是核能量隨核的變形作線性減少，因此扁球形核能量最小。此外，核子在軌道的赤道上的動能，隨軌道半徑平方成反比。根據波爾和惠勒的理論，體積固定，球的赤道膨脹10%，最外層奇數核子動能就減少21%，這就代表了一種線性關係。當核成為扁球形，就生一個負四極矩，而且這個四極矩會被奇數核子放大。

一九五〇年，藍瓦特發表論文，說明高角動量量子數 l 殼層中的核軌道和赤道有很大夾角，同一夾角有正，負值，所以平均為零。從閉殼層高角動量量子數軌域的赤道中取出一個核子，核就會向下方變成雪茄煙似

的形狀。如果次第取出赤道上其他核子，正四極矩會穩定的增加，直到殼層變為半滿，它又開始減少，核的形狀也開始再度變成扁球形。

一九四五到一九五〇學年，小波爾訪美，藍瓦特和波爾在哥大共用一間辦公室；二人經常討論對靜核的理論，波爾對凸球形核的轉動和振動特別感興趣。一九五〇年開始，一直到回哥本哈根以後，波爾發表一連串有關的論文，討論上述現象。

一九五〇年，殼層模型面臨另一難題，它對核所釋放的伽瑪射線半衰期估計過長。波爾與麥特爾森一同試著用四極矩解釋伽瑪射線，把核的受激態看成量子化的古典振盪運動。一九五三年，他們開始發表有關集合模型的論文，在這模型裡，整體和獨立的粒子運動都扮了一角；他們在論文的開頭寫道：「吾人開始很自然地把核描述成一層層能振盪和變形的殼層。」他們力圖調和殼層模型和液滴模型，在殼層模型裡，粒子被限制在一個大小和形狀固定的位能阱裡作獨立運動；在新模型中，位能阱像一個彈性袋，粒子的運動隨位能阱的變化而變化。

波爾等人最初假想核子運動就像裝在一個旋轉足球裡的液體，他們把變形的液滴量子化，並計算因轉動而生的光譜。一九五四年，大衛·英格利建立了「曲柄模型」，他說，我們可以把穩定轉動的足球形邊界，想像成有一個柄在邊界上，柄上有外加的穩定轉矩。計算系統對轉矩的反應，可求得轉動慣量，假設系統是剛體，轉動慣量就高；若是流體，轉動慣量就低。實際上應介於二者之間。

波爾和麥特爾森擴展此法，不算有閉殼層的核，而計算有多餘核子的核，並加入核子間的相互作用。同一時間，麻省理工學院的菲力·威拉也做這種計算。史芬·格斯特·尼爾森（哥本哈根的一位博士班研究生）算出了非球形位能阱內核子的能階，也算得核會怎樣變形。

一九五七年，巴定，庫柏，史瑞夫建立了超導體的微觀理論（三人在一九七二年共得諾貝爾獎）。在這理論中，介紹了配對的觀念。波爾、麥特和賓尼利用配對觀念，解釋核的不連續光譜中能階的間隔。貝萊也贊成這理論，使得後來的學者能繼續他的工作，計算出與實驗相符的核轉矩。一九六四年，波爾等人建立了「配對振動」的觀念，指出單一核內和核族間都有外加規則；在光譜內，它們差了兩質量單位。因此，一九五〇年代初期的哥本哈根學院對核物理有著深遠的影響。

許多人願做實驗家，他們堅持理論需藉實驗證，藍瓦特就是其中之一。過去三十年中，他一直認為自己是實驗工作者，他對自己因理論而得獎真是詫異非常。事實上，八月十七日當他接到傳統的早晨電話時，他認為自己大約是因為一九五三年和范飛契同作的X光實驗而得獎。

× × ×

小傳：藍瓦特一九三九年從加州技術學院畢業後，就到哥倫比亞大學念研究所。在大戰期間，他曾參與曼哈坦計劃，在達寧手下工作。一九四六得哥大博士學位，一九五二年成為哥大教授。一九五一～一九五四和一九五七～一九六一年間，他是納維斯加速器實驗室主任，在那兒，他花了絕大部分的時間，監督把同步加速器改建為介子工廠的工作。

波爾在哥本哈根念書，一九五四年得博士學位，一九四六年他已是理論物理學院的研究員。一九五六年任哥本哈根大學教授。一九六三年老波爾去世時，他升任學院院長。一九四四～四五五年間，波爾參加曼哈坦計劃，在洛桑拉摩斯科學實驗室工作。

麥特爾森，一九四七年普渡大學畢業，一九五〇年得哈佛博士學位。一九五三年他到了CERN，停留四年，成為NORDITA的教授，一九五九年曾訪問加州大學柏克萊分校。一九七三年成為丹麥公民。