

編者序

張稚卿

新竹師範學院 自然科學教育學系

e-mail: jcchang@nhctc.edu.tw

近代物理學的各個領域中發展以來，原子物理是其中發展得最早，也是最成熟的學門之一。近幾十年來，科技發展一日千里，隨著電腦計算能力的大幅提升，以及各種儀器、技術的研發，科學研究的內容日益豐碩。本期「原子物理發展近況」一文，首先對原子物理的基礎研究作了一番概略的介紹。原子是多體系統，要了解原子多體系統，需要建立一套有效的多體動力理論。黃克寧教授與廖思善教授分別介紹了具有代表性的「多組態相對論混相理論」及「多體微擾理論」。兩者的發展，幫助我們了解多體系統內，電子之間如何交互作用，而呈現了我們所看到的這個宏觀世界。

研究原子結構，不一定要從傳統的波函數觀點出發，江進福教授在此介紹了一個新的理論。密度泛函理論，放棄了傳統由波函數出發的模式，改以電子密度函數為研究對象。利用一個三維空間座標的電子密度函數，可以處理電子總數超過一千個的系統，將應用範圍由原子擴展到分子系統，甚至原子分子團、有機分子及 DNA 等。

一個好的理論，有待於實驗檢測、驗證。雷射和同步輻射提供了理想的光源，供研究者進行相關的原子物理實驗。易台生教授介紹了在同步輻射光源下，原子吸收光譜的研究。理論與實驗的完美互動，在此展現無遺。

隨著雷射技術的發展，我們可以找到越來越強的光源。當光子的密度愈高，電子就有機會同時與多個光子作用，原子和多光子的非線性交互作用益顯重要而不能忽略。此時，光譜的複雜度也大幅提高。劉威志教授在此為我們介紹了原子中多光子過程的最新發展，使我們對原子與光的非線性交互作

用有初步的瞭解。

雷射提供了極佳的光源，使我們得以設計新的實驗，探討多電子系統中的電子相關效應，深入了解原子內部的結構。透過這些高精密度的實驗，我們得以驗證先前所建立的多體系統動力理論。另一方面，我們又藉著對物理內涵深入的瞭解，研發新的工具。無反置雷射即是一例。

傳統的雷射工作原理，必須先將大部份原子提昇至激發態，令其量子態呈反置分佈，原子釋放光子的數目大於其吸收光子的數目，才可產生雷射。然而，近年來對電磁誘發透明的研究發現，利用量子干涉效應，原子不需反置分佈即可產生雷射光。周詳順教授在「無反置雷射簡介」一文中，介紹了無反制雷射的機制。令人興奮的是，他導引我們發現，原來無反置雷射這樣複雜的技術，其實是物理世界對稱性的展現。原來量子干涉現象，正是時間倒轉對稱的結果，與原子的電子結構完全無關。

余怡德教授介紹了電磁誘發透明的另一個應用：將光子減速。在他的實驗中，可以將光速降低到每秒 600 公尺，如果能夠將光脈衝之速度變得更慢，以至完全停止，我們就可以將光所含的訊息「凍結」於原子團中，直到我們「同意」讓訊息再次展開旅行。如此一來，量子資訊 (quantum information) 的儲存與處理就有進一步應用的可能性。

從最基礎的對稱性研究，我們看到宇宙內在的和諧律動，是如何隱藏在繁複多變的表象之中。大自然似乎還存在著很多驚奇等待我們去探索。如何透過精密的理論計算與實驗加以發掘，正是身為物理工作者所共同努力的目標。