

Titolo: Spettroscopia nucleare e *cluster* α

Linea di ricerca: *Fisica Nucleare Sperimentale*

Docenti di riferimento: Elio Rosato, Luigi Campajola, Marco La Commara, Ivano Lombardo, Antonio Ordine (INFN), Giulio Spadaccini, Mariano Vigilante.

Nei nuclei leggeri i nucleoni sono caratterizzati da un'elevata tendenza ad aggregarsi formando cluster. In particolare, la formazione di cluster di particelle α -like nei nuclei leggeri è chiaramente osservabile nello stato fondamentale del ^8Be (che è instabile e decade in 2α) e nel secondo livello eccitato del ^{12}C (anche noto come "*stato di Hoyle*", dal nome del fisico che per primo ne teorizzò l'esistenza per spiegare la nucleosintesi del carbonio) il quale decade globalmente in 3 particelle α passando, per la stragrande maggioranza dei casi, attraverso lo stato fondamentale del ^8Be ($^{12}\text{C} \rightarrow \alpha + ^8\text{Be} \rightarrow 2\alpha$). Calcoli di dinamica molecolare hanno mostrato come la struttura di questo e altri stati analogamente osservabili in altri nuclei autocongiunti (^{16}O , ^{20}Ne , ecc) possa essere interpretata come un gas di particelle α debolmente interagenti tra loro. Recentemente alcuni lavori hanno anche discusso della possibile formazione di un *condensato di Bose-Einstein* di particelle α in questo stato del ^{12}C . Tuttavia, le informazioni spettroscopiche (ovvero energia di eccitazione, larghezza, spin, parità, larghezze ridotte) su questi sistemi leggeri si basano molto spesso su lavori degli anni '40, '50, '60 e '70 del secolo scorso, e sono lacunose o in contrasto tra loro. Discorsi analoghi si possono fare per gli isotopi con un numero di neutroni molto maggiore o minore rispetto ai nuclidi più abbondanti di un determinato elemento (*neutron-rich* o *neutron-poor*, rispettivamente) del Be, B, C, N, O, Ne, per i quali i fenomeni di aggregazione in *cluster* α possono portare alla formazione di stati molecolari, nei quali, per analogia con la teoria del legame covalente in chimica, le particelle α sono legate attraverso neutroni o protoni di covalenza. Queste particolarissime strutture possono essere messe in luce solo se si hanno a disposizione dati sperimentali molto dettagliati e di qualità spettroscopica. In questo modo per esempio sarebbe possibile mettere in evidenza l'eventuale presenza di bande rotazionali costruite su stati molto deformati, estrarre una stima del momento di inerzia della struttura di tali stati.

Per questo tipo di studi è indispensabile lavorare con acceleratori elettrostatici, come il tandem Van de Graaff TTT-3 del Dipartimento di Fisica, in grado di fornire fasci con un'eccellente risoluzione sull'energia di bombardamento. Per questo motivo il candidato svolgerà la sua attività di tesi presso il Laboratorio dell'Acceleratore di questo dipartimento. Lo studente parteciperà alle fasi di pianificazione dell'esperimento, verifica, collaudo e montaggio dell'apparato di rivelazione nella camera di reazione, turni di misura ed analisi dei dati. Fra i possibili temi vanno annoverati

- lo studio della struttura del ^{11}C mediante la reazione $^{10}\text{B}(p,\alpha)$ nell'intervallo di energia incidente $E_p=0.6-2$ MeV,
- lo studio di stati eccitati del ^{16}O vicino alla soglia di disintegrazione in 4 α mediante la reazione $^{15}\text{N}(p,\alpha)$ per bombardamento con protoni con $E_p=3-5$ MeV,
- lo studio di stati eccitati del ^{20}Ne vicino alla soglia di disintegrazione in 5 α mediante la reazione $^{19}\text{F}(p,\alpha)$ attorno a 6 MeV di energia incidente.