

LÉPINE-SZILY ALINKA

az MTA külső tagja

Székfoglaló: 2014. szeptember 24., 11:30

MTA Székház, Nagyterem

## AZ EGZOTIKUS ATOMMAGOK ISMERETLEN FÖLDJÉN

Összefoglaló

1960-ban körülbelül ezerkétszáz atommag volt ismert, 2010-ben ez a szám túlhaladta a háromezret. Ma már tudjuk, hogy a kötött magok száma sokkal nagyobb, könnyen meghaladhatja a hatezret is. A még meg nem figyelt magok tartományát nevezzük ma “ismeretlen föld”-nek. A magok kötési energiáját leíró modellek egyike sem képes ilyen nagyszámú kötött magot megjósolni. Teljesen meglepő, hogy olyan magok is kötöttek, mint például a fluor 31-es tömegszámú izotópja,  $^{31}\text{F}$  (9 protonnal és 22 neutronnal). Azt a vonalat, amelyik elválasztja a kötött magokat a nem kötöttektől, leválási vonalnak (vagy nukleon-elhullatási vonalnak; drip line-nak) nevezzük. A protonok leválási vonala eléggé jól ismert, és nincs nagyon messze a stabilitási sávától. A protonok között működő elektromos taszítás nem engedi meg a túlságosan protongazdag izotópokat. Ezzel szemben a neutronok leválási vonala sokkal távolabb van, és csak az oxigénig (8 proton) ismerjük pontosan. Tudjuk, hogy az  $^{24}\text{O}$  még kötött, de az  $^{25}\text{O}$  már nem az. A nehezebb magok esetében nem tudjuk, hol van a neutronok leválási vonala; különböző modellek különböző eredményeket adnak, és kísérleti úton kell megtalálni a pontos helyét. Mivel az instabil kötött magok béta-bomlással bomlanak, melyet a gyenge kölcsönhatás irányít, ezért a felezési idők nem túl rövidek,  $\mu\text{s}$ -tól órákig vagy milliárd évekig terjednek. Minél közelebb van a leválási vonalhoz az adott mag, annál rövidebb a felezési ideje. Ezek az élettartamok általában elég hosszúak ahhoz, hogy nyalábokat lehessen készíteni a radioaktív instabil magokból. Az ilyen nyalábokkal magreakciókat lehet létrehozni, és ily módon fel lehet tárni az új magok sajátosságait (tömeg, alak, méret, spin, gerjesztett állapotok, stb.). Manapság már számos nagy magfizikai laboratórium rendelkezik radioaktív nyalábbal (Radioaktív Ion Beam=RIB): GANIL, GSI, NSCL-MSU, RIKEN-RIBF, TRIUMF, CERN-Isolde, és vannak épülőben levők: SPIRAL-2, FAIR, FRIB, hogy csak a legnagyobbakat említsük. Kisebb laboratóriumok kisebb energiájú radioaktív nyalábokkal is fontos és érdekes kísérletekkel járulnak hozzá olyan témák kutatásához, mint például az asztrofizika, a Coulomb-gát alatti fúzió, stb. A leválási vonalak közelében található magok gyakran egészen meglepő és egzotikus tulajdonságokat mutatnak. Innen kapták az egzotikus magok nevet. A stabil magok sűrűsége állandó, ezért térfogatuk, illetve sugaruk a tömegszámmal (A) arányosan változik. Az egzotikus magok első meglepő tulajdonságát 1985-ben Tanihata fedezte fel: a  $^{11}\text{Li}$  (3 proton és 8 neutron) izotóp sugara sokkal nagyobb, mint más hasonló tömegszámú magoké, összemérhető a  $^{208}\text{Pb}$  sugarával. A  $^{11}\text{Li}$  szerkezete teljesen eltérő a normális magokétól, egy  $^9\text{Li}$  központi mag körül 2 neutron kering. Ezt a neutronszerkezetet neutronglóriának nevezik (angolul: neutron halo), tehát a  $^{11}\text{Li}$  kétneutronos glóriájú mag. Kvantummechanikai magyarázata az, hogy a két, kis kötési energiájú neutron (300 keV) impulzusmomentuma kicsi ( $l=0, 1$ ), és hullámfüggvényüket sem a Coulomb-gát, sem a centrifugális gát nem tartja vissza, ezért távolra terjedhetnek ki. Másik teljesen új és váratlan eredmény a mágikus számok megváltozása. A már jól ismert mágikus számok, melyek az egész izotóptérképen mind protonokra, mind neutronokra érvényesek voltak, eltűnnek, és más számok válnak mágikussá a leválási vonalak közelében.

A radioaktív nyalábok használata előtt a magszerkezet és a magreakciók tanulmányozása csak stabil, vagy nagyon hosszú életű magok mérésein alapult, és a magmodellek is ezeknek a magoknak a tulajdonságait magyarázták meg. Pedig a létező magoknak több mint 90%-a – melyek legnagyobb része ma még ismeretlen – a stabilitási sáv és a leválási vonalak között található, ahol még nagyon sok új jelenség várható. Előadásomban az egzotikus magok kutatásainak fő eredményeit fogom bemutatni, beleértve saját munkámat is.