

Opponensi vélemény

Gyürky György
„Asztrofizikai jelentőségű befogási
reakciók kísérleti vizsgálata”

című MTA doktori értekezéséről

Az atommagfizika utóbbi évtizedekben tapasztalható töretlen fejlődését nagy mértékben a nehézion-fizika színre lépésének és a magfizikai kutatások asztrofizikai alkalmazásai térhódításának köszönheti. Gyürky György kutatómunkája az utóbbi témakör fejlődéséhez járult hozzá az utolsó évtizedben folytatott magas színvonalú, hazai és nemzetközi együttműködésekben végzett kísérleti kutatásaival. Disszertációjában a nukleáris asztrofizika szempontjából fontos magreakciók kísérleti tanulmányozásával foglalkozik az asztrofizikai objektumokat jellemző körülmények között. Munkája eredményeinek köszönhetően pontosodtak ismereteink a primordiális elemszintézis egyik meghatározó reakciójáról és a protongazdag nehéz izotópok kialakulásában szerepet játszó több reakcióról. Ezen kísérleti eredmények jelentős mértékben befolyásolták az elemszintézist vizsgáló modellekkel foglalkozó elméleti kutatásokat.

Gyürky György disszertációját az átgondolt tagoltság és logikai felépítés, valamint a tárgyalt kutatási módszerek minden releváns részletére kiterjedő figyelem jellemzi. A dolgozat témakörébe bevezető rövid ismertető után a 2. fejezetben a szerző az elsődleges nukleoszintézisben és a csillagokban zajló proton-proton ciklusban is kiemelt jelentőségű ${}^3\text{He}(\alpha, \gamma){}^7\text{Be}$ reakció kísérleti vizsgálatáról számol be, amelyet a LUNA és az ERNA együttműködések keretében folytatott. A 3. fejezet a protongazdag, nehéz atommagok létrejöttéért felelős p-folyamatot befolyásoló reakciók vizsgálatának van szentelve. Protonbefogási és α -indukált reakciók hatáskeresztmetszetét sikerült megmérni az asztrofizikai p-folyamatot jellemző, vagy kicsivel nagyobb energiatartományban. A 4. fejezet olyan atommagok felezési idejének nagy pontosságú, hiánypótló méréséről számol be, amelyek aktivációs módszerrel történő hatáskeresztmetszet mérésnél keletkeznek. A záró, összefoglaló fejezet domborítja ki az elért eredmények jelentőségét és teszi teljessé az elért kísérleti eredmények asztrofizikai helyéről és modellalkotási szerepéről alkotott képet.

Gyürky György doktori értekezése a következő új tudományos eredményeket tartalmazza:

1. A LUNA együttműködés keretében minden korábbi mérésnél alacsonyabb energiá-intervallumban két eltérő kísérleti módszerrel határozta meg a ${}^3\text{He}(\alpha, \gamma){}^7\text{Be}$ reakció hatáskeresztmetszetét. Az in-beam és aktivációs módszerrel végzett mérések feloldották a két módszer eredményei között fennálló ellentmondást, valamint kiküszöbölték a ${}^7\text{Li}$ gyakoriságával kapcsolatos probléma egyik lehetséges magyarázatát, amely a modellben használt téves hatáskeresztmetszeten alapult.
2. Az ERNA együttműködés tömegszeparátorával megmérte a ${}^3\text{He}(\alpha, \gamma){}^7\text{Be}$ reakció hatáskeresztmetszetét a 0.7–2.5 MeV tömegközépponti-energia tartományban, korrigálva korábbi pontatlan mérési eredményeket.

3. Több stroncium, szelén és kadmium izotóp protonbefogási hatáskeresztmetszetét mérte meg a p-folyamatot jellemző alacsony energiákon és azokból asztrofizikai reakciósebességeket valamint statisztikusmodell paramétereit származtatott, amelyek megbízhatóbbá tették a p-folyamat modellszámításait.
4. α -indukált reakciók hatáskeresztmetszet mérésekkel a Gamow-ablak közelében kimutatta, hogy a p-folyamat modellekben használt elméleti becslések a (γ, α) reakciók hatáskeresztmetszetére túl nagyok és így ezen reakciók szerepe a p-folyamatban kisebb a vártnál. A méréseredmények alapján a releváns optikai potenciál alacsony energiás pontosítása vált lehetővé.
5. Nagy pontosságú mérésekkel meghatározta több, az aktivációs eljárással végzett hatáskeresztmetszet mérésnél keletkező mag felezési idejét, így szélesítve a módszer alkalmazási területét és növelve pontosságát.

Ezen eredmények létrejöttéhez szükséges kísérletek esetenként közép nagyságú (mintegy 30 fős), általában 5–10 főből álló együttműködések munkáján alapulnak, amit az összetett kísérleti eszközök megtervezése és üzemeltetése, a kísérleti célok meghatározása, valamint a méréseredmények analízise tesz nélkülözhetetlenné. Az értekezésben felvetett és vizsgált, számos asztrofizikai témakört alapvetően érintő kérdések megválaszolásához nem elegendő meglévő kísérleti módszerek rutinos alkalmazása jól ismert célok elérésére. A nukleáris asztrofizika tömör megválaszolatlan kérdése közül történő jól indokolt selektálás elmélyült, részletekre kiterjedő ismereteket kíván, amelyekről a szerző munkásságáról való ismerkedés során sűrűn meggyőződhetünk. Gyürky György disszertációja részletes, meggyőző képet ad új tudományos eredményeinek elérésében szerepet játszó, nagy gondossággal előkészített, részleteiben átgondolt és ellenőrzött, precízen kivitelezett, a méréseredményeket figyelmes analízis alapján értelmezett kísérleti munkájáról.

Az értekezés tézisei öt, alpontra tagolt, pontban vannak összefoglalva. A tézisekben megfogalmazott és a disszertációban kifejtett eredményeket kivétel nélkül jelentős, új tudományos eredményként fogadom el, amelyben a szerzőnek meghatározó, vagy kiemelten fontos szerepe volt. Megállapítom, hogy Gyürky György munkássága a nukleáris asztrofizikát nagy jelentőségű eredményekkel gyarapította és ezáltal számottevően hozzájárult ezen tudományág fejlődéséhez.

Kérdéseim a jelölthöz a következők:

1. A ${}^7\text{Li}$ galaktikus halo csillagaiban mért gyakorisága mintegy egynegyede annak az értéknek, amit az ősrobbanásos elemszintézis modellek jósolnak. Az egyik fennmaradt, lehetséges magyarázat, hogy a csillagokban a kezdetben jelenlévő lítium egy része megsemmisült. Milyen magfizikai reakciók ismertek, amelyek a lítium eltűnéséhez vezethetnek asztrofizikai objektumokban? Ismertek-e ezen reakciók releváns paramétereit, amelyek alapján kvantitatív becslés lehetséges asztrofizikai jelentőségükről?
2. A nehéz, protongazdag izotópok kialakulásában szerepet játszó γ -indukált reakciók kísérleti vizsgálatának nehézségei az inverz, proton és α -részecske befogási reakciók hatáskeresztmetszetének mérését motiválják. Kiválthatják-e teljes mértékben az így kapott laboratóriumi mérések a részletes egyensúly elv felhasználásával a γ -indukált

mérésekből származó ismereteket a statisztikus modellekben történő alkalmazásokban?

3. Melyek azok a γ -indukált, vagy inverz befogási reakciók, vagy azokban szerepet játszó izotópok, amelyek paramétereinek ismerete különösen fontos lenne a p-folyamat további pontosításához és kísérleti vizsgálatuk is reálisnak tekinthető rendelkezésre álló kísérleti eszközökkel?

A kérdések nem érintik Gyürky György értekezésében leírt tudományos eredményeinek elismerését. Javasolom a nyilvános vita kitűzését és a disszertáció elfogadását.

Pécs, 2013. július 15.

Korpa Csaba