

4. félévi beszámoló

Körtefái Dóra

Részecskefizika és Atommagfizika doktori program

Témavezetők: Dr. Horváth Ákos, Dr. Kiss Gábor Gyula

2024. június 1.

1. Bevezetés

Az r -folyamat két jelentős, $A \approx 130$ és $A \approx 195$ tömegszámoknál található gyakoriságcsúcsa egyértelműen magszerkezeti okokkal (héglezáródás) magyarázható. Ugyanakkor az $A \approx 165$ tömegszámnál található, úgynevezett ritkaföldfém-, gyakoriságcsúcs (REP) kialakulására ilyen egyértelmű magyarázat nincs. Az irodalomból három alapvetően eltérő csúcskialakulási modell ismerünk:

- Egy igen neutrongazdag asztrofizikai környezetben a csúcs kialakulhat amennyiben az $A \approx 280$ tartományban a hasadás során létrejövő fragmentumok eloszlása aszimmetrikus (S. Gorielly, Phys. Rev. Lett. **111** 242502). Sajnos napjaink kísérleti technikáival ezen magtartományban található izotópok hasadásának vizsgálatára nincs módunk, kizárólag elméleti modellekre támaszkodhatunk.
- A csúcs kialakulhat az r -folyamat kifagyási szakaszában is amikor a neutronok meghatározó hányada késő neutron kibocsátás révén áll rendelkezésre. Amennyiben a neutron befogások lassabbak a megfelelő tömegszám-tartományban úgy a béta-bomlások és (n, γ) reakciók révén kialakulhat a REP (R. Surman et al., Phys. Rev. Lett. **79**, 1809; M. Mumpower et al., Astrophys. J. **752**, 117).
- Modellszámítások szerint szintén a REP kialakulásához vezet amennyiben a kifagyási szakasz során létrejövő magok deformáltak (M. Mumpower, Phys. Rev. C **85**, 045801)

A REP kialakulásának vizsgálatának jelentőségét az adja, hogy amennyiben meg tudjuk határozni a magfizikailag releváns paramétereket (béta-bomlás jellemzők, tömegek, magszerkezet) akkor az előfordulási gyakoriságokat felhasználva a kifagyási szakaszt jellemző asztrofizikai jellemzők meghatározhatók. A REP vizsgálatának időszerűségét az is adja, hogy a GW170817 gravitációs hullám észlelést követően mért elektromágneses spektrumban sikerült ritkaföldfém elemekre utaló jeleket találni (N. Domoto et al., Astrophys. J. **939**, 8). Felhasználva a rendelkezésre álló magadatokat a különbözőképpen paraméterezett asztrofizikai környezetek esetén a csúcskeletkezésben kulcsszerepet játszó magok azonosíthatók (G. G. Kiss et al., **936**, 107 és Y. W. Hao et al., Phys. Rev. C **108**, L062802).

2. Aktuális kutatási eredmények ismertetése

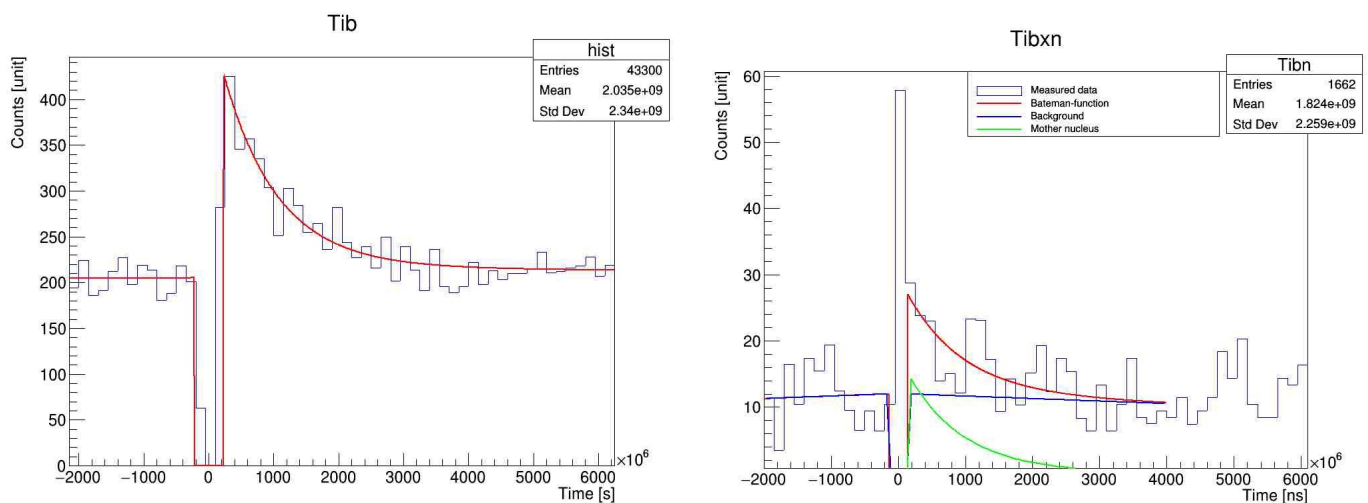
A két legújabb csúcskeletkezés modellezés megmutatta, hogy a Te és I magok is fontos szerephez jutnak. A félév során az NP1612-RIBF148 kísérlet 2021 tavaszán mért részecskeazonosítási spektrumának további vizsgálatával elkülönítettem a $^{136-142}\text{Te}$ és $^{138-145}\text{I}$ magokat és meghatároztam implantációs hozamaikat melyeket az 1. táblázatban ismertetek.

A Bateman-fittek elkészítéséhez táblázatosan összefoglaltam a rendelkezésre álló bomlási paraméterek értékeit. Megvizsgáltam, hogy a kiértékelés során a szilícium detektorokban a

béta-eseményekhez rendelt threshold értéke hogyan befolyásolja a coincidencia eloszlások minőségét (azaz jel-zaj arányát). Azt találtam, hogy a vétődetektorok figyelembevételét követően 120 keV küszöbenergia választás és az implantáció egy pixeles környezetében azonosítva a béta-részecske detektálás – sikeres implantáció esemény párokat kapom a legjobb jel-zaj arányú hisztogramokat. Megkezdtem a korábban tesztelt analízis kóddal a hisztogramok illesztését a felezési idő és késő neutron-kibocsajtási valószínűségek meghatározásának céljával. Az 1. ábrán a ^{140}I mag esetén látható az implantáció-béta részecske detektálás kettős coincidencia esemény időbeli eloszlása, valamint az implantáció-béta részecske - neutron detektálás hármas coincidencia esemény időbeli eloszlása az illesztett Bateman-függvénnyel.

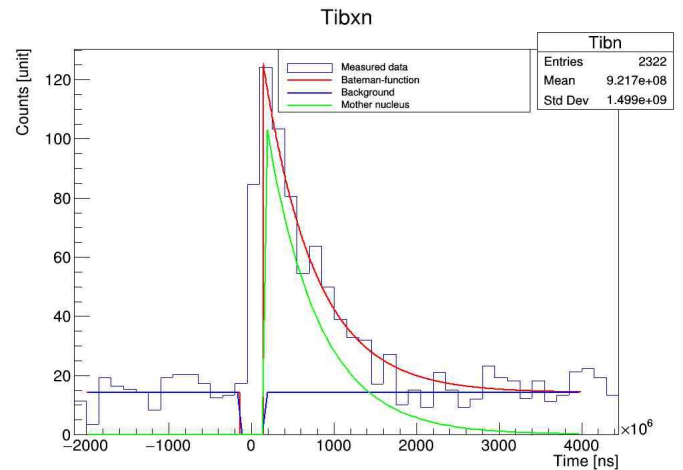
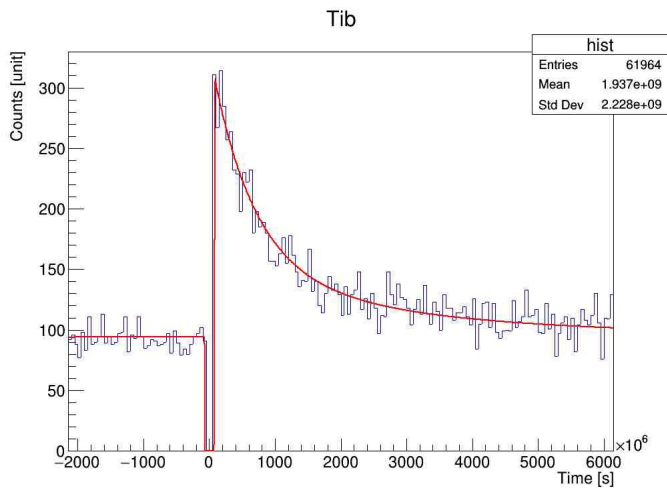
^{136}Sb	^{137}Sb	^{138}Sb	^{139}Sb	^{140}Sb
4080	19878	72185	71257	25385
^{141}Sb	^{142}Sb	^{138}I	^{139}I	^{140}I
4887	1162	6629	34389	255171
^{141}I	^{142}I	^{143}I	^{144}I	^{145}I
270209	109165	39136	11339	2689

1. táblázat: Implantált magok száma a különböző izotópok esetén



1. ábra: ^{140}I mag esetén implantáció-béta részecske detektálás kettős coincidencia esemény időbeli eloszlása és az implantáció-béta részecske - neutron detektálás hármas coincidencia esemény időbeli eloszlása és az adatokra illesztett Batemann-függvények.

A ^{140}I -hoz hasonlóan elkészítettem az illesztéseket a ^{141}I magra is, a 2. ábrán átható az implantáció-béta részecske detektálás kettős coincidencia esemény időbeli eloszlása, valamint az implantáció-béta részecske - neutron detektálás hármas coincidencia esemény időbeli eloszlása az illesztett Bateman-függvénnyel.



2. ábra: ^{141}I mag esetén implantáció-béta részecske detektálás kettős koincidencia esemény időbeli eloszlása és az implantáció-béta részecske - neutron detektálás hármas koincidencia esemény időbeli eloszlása és az adatokra illesztett Batemann-függvények.

A következő félévek során a már tesztelt programmal, valamint az ebben a félévben optimalizált adatválogatási beállításokkal elkészítem a körülbelül 40 magra a histogramokat és Bateman-függvénnyel illeszttem azokat.

3. Tanulmányi, oktatási és szakmai közéleti tevékenység

Ebben a félévben a Nukleáris asztrofizika tárgyat végeztem el a Debreceni Egyetem Fizika Doktori Iskolájában és az ELTE Fizika Doktori Iskolájában felvettem a Nagyenergiás nehézionfizika, avagy a tökéletes kvarkfolyadék tárgyat. Utóbbiból június 5-én fogok vizsgázni.