

# PhD beszámoló

## 3. félév

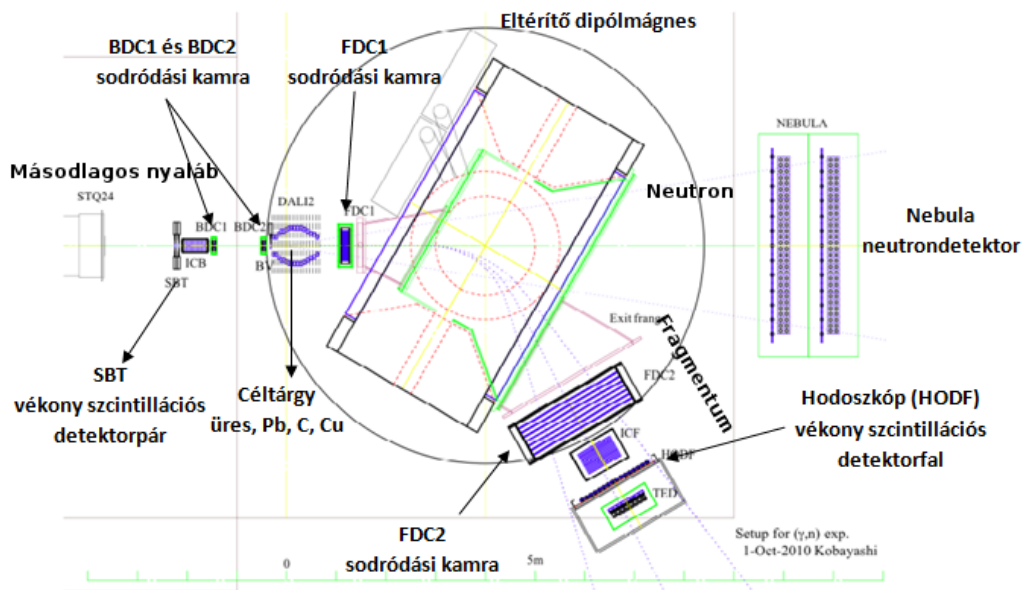
Hegedüs Dávid

email: hegedav@caesar.elte.hu; hegedav@gmail.com

Cím: Könnyű atommagok elektromágneses szétesésének kísérleti vizsgálata a RIKEN Samurai kísérletében

Témavezető: Horváth Ákos

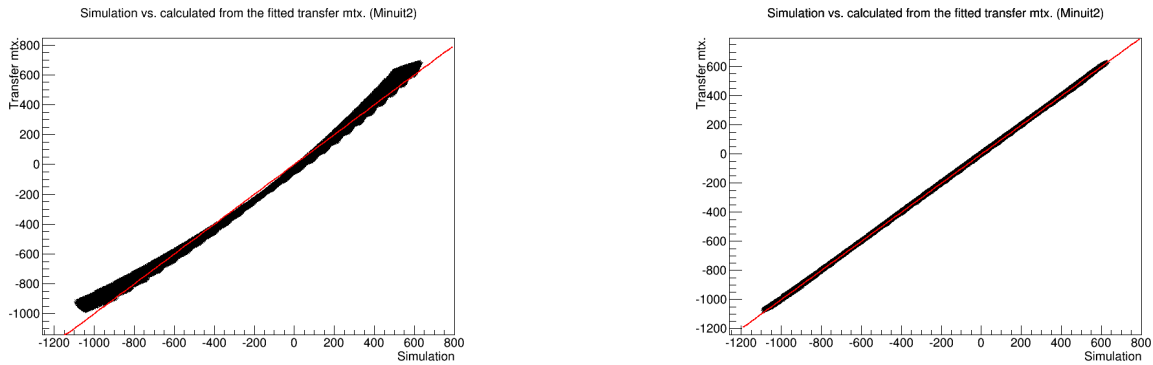
A PhD munkám során a japán Riken kutatóintézetben korábban elvégzett magfizikai, radioaktív nyalábos kísérlet adatainak a kiértékelésével foglalkozok. A végső cél a  $^{15}\text{C}(\gamma, n)^{14}\text{C}$  reakciónak és az inverz (asztrofizikai jelentőségű) folyamatnak a részletes vizsgálata a kísérlet adatszettjében található  $^{15}\text{C}$  másodlagos nyalábú adatsorok kiértékelésével. Az EM gerjesztést a nagy rendszámú céltárgyi atommag (ólm) elektrosztatikus terében relativisztikus sebességgel való elhaladás szolgáltatja. A kísérleti elrendezés vázlatja, az említésre kerülő detektorok bejelölésével, az alábbi ábrán látható:



## Céltárgy utáni mágneses rigiditás meghatározása új módszerrel

Korábbi beszámolómban már ismertettem a céltárgy utáni mágneses rigiditás ( $B\rho = \gamma mv/q$ ) meghatározását az eltérítő dipól mágnes előtti és utána sodródási kamrák (FDC1 és FDC2) mért adatai közti transzfermátrix segítségével. Ezen módszeren még tudtam fejleszteni, de nem voltunk megelégedve az eredményével. Eddig üres céltárggyal készített valódi eseményekkel végeztem el a transzformáció meghatározását.

Ezúttal generált eseményekkel végeztem el az FDC1 és FDC2 közti transzfermátrix meghatározását. A generált FDC1 eseményekre leszimuláltam a mágnesben megtett pályát az FDC2-ig. Az FDC1-beli pozíció, irány és a  $B\rho$  bemeneti paraméterekkel a transzformáció eredményeként az FDC2-beli pozíció és irányt kell kapni. A szimulált adatokra illesztett függvényt  $\chi^2$  minimalizálással kaptam meg, amihez a Root Minuit2 minimalizáló algoritmusát használtam. Először a korábbiakhoz hasonlóan lineáris kapcsolatot feltételezve illesztettem meg. Az illesztett függvénnyel számolt és a szimulált adatokat együtt ábrázolva a bal oldali ábrán látható.



1. ábra. Az illesztett függvénnyel kapott pozíció az FDC2 helyén az eredeti szimulációval kapott értékkel összehasonlítva

Ezután az  $y = x$  egyenestől való eltérést vizsgáltam a 3 bemeneti változó szerint és a tapasztaltak szerint újabb és újabb tagokat raktam hozzá, de az illesztési paraméterek számát minél alacsonyabban tartva. A végleges transzformáció az alábbi lett:

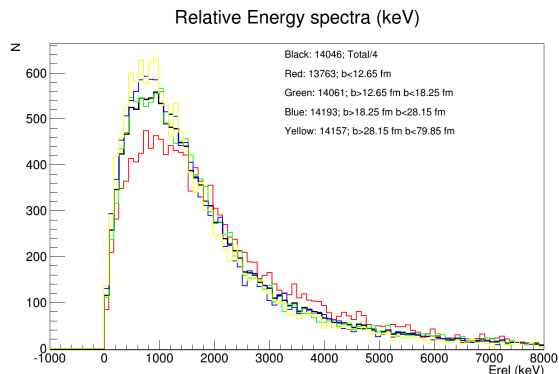
$$x_2 = a_1x_1 + a_2\theta_1 + a_3B\rho + a_4B\rho^2 + a_5B\rho \cdot x_1 + a_6B\rho \cdot \theta_1 + a_7B\rho^3 + a_8x_1 \cdot \theta_1 + a_9$$

ahol az 1,2 indexek az FDC1 és FDC2-re utalnak. Az illesztéshez tartozó  $\chi^2$  jelentősen lecsökkent, az eredmény a jobb oldali ábrán is látható.

Valódi mért adatok esetén a  $B\rho$ -t az illesztett függvényből egy gyökkereső algoritmus segítségével kapom meg.

## Relatív energia eloszlásának változása az impakt paraméter szerint

A korábbi beszámolómban megtalálható a relatív energia/gerjesztési energia és az impakt paraméter kiszámítása. A relatív energiát vizsgáltam különböző impakt paraméterekre. Ezúttal bevontam a kiértékelésbe azonos ( $^{15}\text{C} + \text{Pb}$ ) runokat, és az impakt paraméter több tartományára ábrázoltam a relatív energia eloszlását. Az eredmény a jobb oldali ábrán látható. A programom az impakt paraméter határokat a szerint definiálta, hogy hasonló mennyiségű esemény kerüljön minden tartományhoz. Az ábrán látszik, hogy nagyobb impakt paraméterre kisebb gerjesztési energiák felé tolódik az eloszlás, és az is, hogy nagyon kicsi impakt paraméterekre jelentősen eltér az eloszlás, feltehetően azért, mert ekkor már jelentős a nukleáris járulék.



2. ábra. A relatív energia eloszlása különböző impakt paraméter tartományokra. Az események már szelektálva vannak a  $^{15}\text{C} + \gamma \rightarrow ^{14}\text{C} + n$  reakcióra.

## Bejövő nyalábráta meghatározása

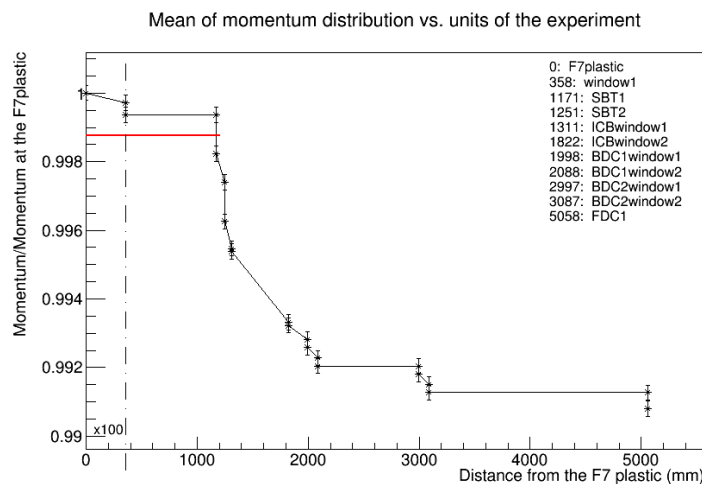
A hatáskeresztmetszet meghatározásához a reakciók száma mellett a bejövő nyalábráta is elengedhetetlen. Ezt az úgynevezett scaler információból tudom kinyerni. Ehhez egy előre adott, C nyelvű kódot használtam, ami a megfelelő paraméter megadásával a nyers adatfájlokból kiolvassa a scaler adatokat. Ebből meg tudtam határozni az órajel számlálójából a mérés pontos időtartalmát, a feldolgozott és feldolgozatlan triggerjelek számát és az utóbbiakból a különböző kiolvasási triggerekhez tartozó élettartamot. A bejövő atommagok számának az SBT1 és SBT2 pasztik szcintillátorok által érzékelt, de az SBV által nem érzékelt jelek számát vettem (SBV=Secondary Beam Veto: ami ezen átmegy, az nem találta el a céltárgyat). Az ebből kapott nyalábrátából a  $^{15}\text{C}$  rátájához tudni kell a nyaláb tisztaságának mértékét, amit a részecskeazonosításból meghatározható. Az előző beszámolóhoz képest annyit javítottam a céltárgy előtti részecskeazonosításon, hogy hasonlóan a céltárgy utáni esethez a pasztik szcintillátorban leadott energia rendszámra kalibrációját magasabb rendű függvényvel (2. beszámolómban 1. és 2. képlet) végeztem, amihez egy sokféle izotópot tartalmazó nyalábra volt szükségem. A részecskeazonosítás előtt szűrtem azokra az eseményekre, amik pusztán "Downscale Beam" típusúak, azaz véletlenszerűen válogatottak. Ezután definiáltam vágásokat a  $^{15}\text{C}$ -re.

## Nyaláb impulzusvesztése a kísérlet elemein

A kísérlethez használt un. másodlagos nyalábot az elsődleges nyaláb ( $^{18}\text{O}$  @ 300 MeV nukleonként) gyártja le egy berillium céltárgyon multifragmentációval, ami után a szükséges nyalábot egy fragmentumszeparátor választja ki. Jelen esetben a fragmentumszeparátor kb. 70 méter hosszan 6 dipólmágnésből, résekből, degrader-kből, megannyi nyaláboptikai elemből és a

nyaláb mérésére szolgáló detektorokból áll. Ezután a válogatott nyaláb sebességét a fragmentumszeparátor utáni két, egymástól távoli vékony plastik szcintillátor közötti repülési időből kapom meg. Ezután érkezik a nyaláb a SAMURAI kísérlethez, ahol még a céltárgy előtt is több detektoron áthalad, ahol elveszíti az impulzusának egy kis részét.

Az impulzusvesztesség meghatározásához a LISE++ programot használtam. A program megismerése után egy másik kísérlethez készített LISE++ fájlból kiindulva végeztem el a kísérlet beállításait. A programban a kiindulási alap az elsődleges nyaláb, az energiája és a berillium céltárgy paraméterei. Ezután a kísérlet során felvett logbook segítségével beállítottam a fragmentumszeparátor egyes elemeinek paramétereit, ami után sikerült leszimulálni a nagy tisztaságú  $^{15}\text{C}$  nyalábot. A szeparátor utáni első plastik szcintillátortól kiindulva meghatároztam az egyes blokkokra (detektorelemek, különböző gázok, amiken a nyaláb energiát veszíthetett) az impulzus eloszlását. Pár blokkot kiválasztva ábrázoltam is a impulzusvesztésget a megtett távolság szerint. Az eredmény az alábbi ábrán látható:



3. ábra. Az impulzusvesztesség a detektorrendszerben megtett távolság szerint. Az első szakasz az F7 plastik szcintillátor és a window1 között egy 100-szoros szorzóval értendő, mivel itt több mint 35 méter a repülési táv.

### Tanulmányi tevékenység, konferenciák és oktatás:

- A félév során elvégeztem "A magfizika kísérleti eljárásai" kurzust, amely egy, a debreceni Atomki-ben megtartott, egyhetes neutrínófizika kurzust takar Kai Zuber által megtartva. Ezenfelül még tervezem elvégezni (a beszámoló írásakor még nem kaptam jegyet) Barnaföldi Gergely "Válogatott fejezetek a kompakt csillagok szerkezet-vizsgálatából" kurzusát és Csanád Máté "Nagyenergiás nehézionfizika, avagy a tökéletes kvarkfolyadék" kurzusát is.
- A szemeszter során az oktatásból is kivettem a részem. Az Atomfizikai Tanszék által, környezettan BSc-s hallgatóknak tartott Környezetfizika Laboratórium gyakorlatból tartottam meg az ADM és a PTL méréseket. Ezenfelül szükség esetén, pár alkalommal megtartottam Fizikus MSc-s hallgatóknak az FSS mérést. A félév során többször jöttek középiskolás látogató csoportok az Intézethez, aminek kereteiben tartottam gamma spektroszkópia bemutatókat a HPGe detektorral.
- A témámat előadtam az augusztus 29 és szeptember 1 között megrendezett Magfizikus Találkozón Jávorkúton.