

# PhD beszámoló

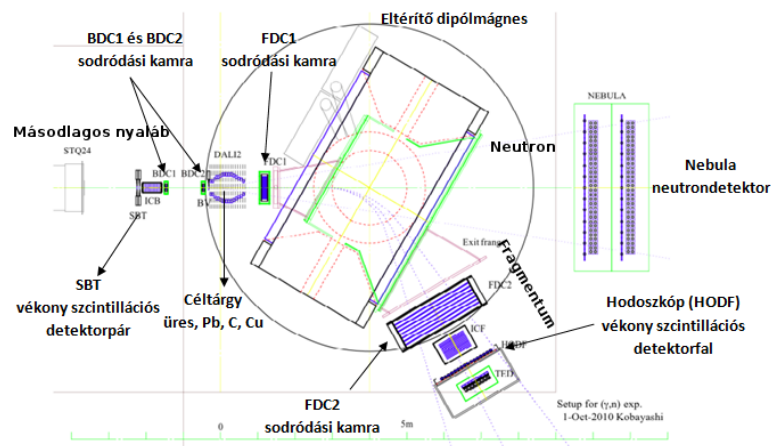
## 1. félév

Hegedüs Dávid

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 (asztrófizikai 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 vázlatát, az említésre kerülő detektorok bejelölésével, az alábbi ábrán látható:



Már MSc diplomamunkám ebben a témában készült, amiben az alábbi feladatokat végeztem el:

- Nyers adatok értelmezése és rekonstrukciója.
- Driftkamrákban való pályarekonstrukcióra vezettem be egy korrekciót saját algoritmussal.
- Hodoszkóp (HODF) detektorrúdjai között relatív fényhozam kalibrációt végeztem el.
- Egy egyszerűbb módszerrel elvégeztem a nyalábrészecske azonosítást a céltárgy előtt és után is.
- Neutrondetektorban értelmeztem a kapott időhisztogramokat, és elvégeztem az eseményselekción.
- A legfontosabb kezdeti mennyiségek, a nyaláb, a fragmentum és a neutron impulzus vektorát határoztam meg első közelítésben (fragmentumra később pontosítottam)

Ebben a szemeszterben a diplomamunkámban leírt eredmények fejlesztésével és továbbvitelével foglalkoztam. Munkámat az egyes feladatok szerint mutatnám be.

### 1. Konzultáció:

Augusztusban megvitattuk a korábbi eredményeket a kísérlet vezetőjével, Takashi Nakamurával. Sok hasznos ötletet adtak a kiértékeléshez, amivel még tudtam javítani az eredményeken.

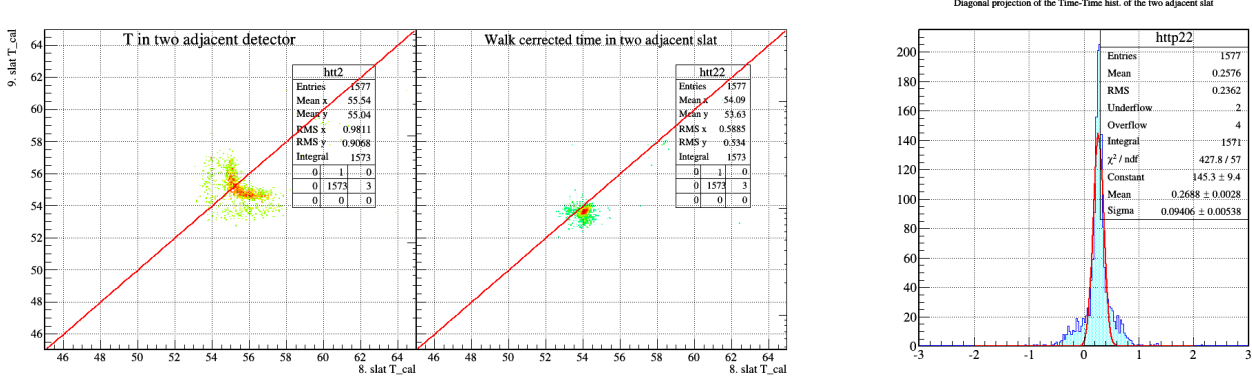
### 2. Neutrondetektor időkalibrációja:

A reakcióban keletkező neutronokat mérő Nebula neutrondetektor 120 db vastagabb és 24 db vékony (töltött részecske kizárásáért) plasztik szcintillációs detektorrúdból áll. Habár az egyes rudakon mért idők  $ns$ -ra való kalibrációja már megtörtént, az időmérés origója nincs meghatározva (az időpont, amikor a neutron a céltárgyból kiindult). Ezen origót meghatároztam korábban minden rétegre, de kiderült, hogy nem pontos eredményt kaptunk, mert figyelmen kívül hagytuk, hogy a  $\gamma$  csúcs az időhisztogramban nem volt teljesen szimmetrikus. Kiderült, hogy a walk korrigálása nem volt megfelelő. Egy korábban más által elvégzett korrekciót vizsgáltam meg, hogy a saját adataimra is helyes eredményt ad-e. A módszer tökéletesen megszüntette a mért idő fényhozamfüggését. A korrekcióhoz réz céltárgyas run-k adataiból szelektáltam ki a  $\gamma$  eseményeket általam definiált különböző feltételek alapján (időben éles csúcsot adnak kis fényhozammal, ezért megfelelőek erre a célra).

A már kiszelektált és walk korrigált  $\gamma$  eseményekre a beütés pozíciójának segítségével meghatároztam minden rúdra az időmérés origóját nagy pontossággal.

### 3. Hodoszkóp korrekciói:

A reakcióban létrejött fragmentumokra repülési időhöz és részecskeazonosításhoz információt a hodoszkóp szolgáltat, ami 16 egymás melletti vékony plasztik szcintillációs detektorrúdból áll. Ezen detektor egyes rúdjaiknak az időmérése között lehetnek elcsúszások. Ennek a korrigálását úgy végeztem, hogy két szomszédos rúd közös oldalán átmenő, így mindkét detektorrúdban megmért eseményeket szelektáltam (ezzel biztosítva az egyidejűséget). Mivel ezek kis fényhozamot eredményeznek, először elvégeztem a detektor által mért időnek a walk korrigálását, mivel ez nem állt rendelkezésre. Ezután meghatároztam a detektorpárokhoz tartozó relatív  $\Delta t$  korrekciókat.



(a) Két egymás melletti detektorrúdon is átment eseményekre a két rúdban mért idő egymással ábrázolva a két rúdban mért idő egymással ábrázolva a walk korrekció előtt és után. Az eseményeknek az  $y=x$  egyenesre kéne esniük, a görbült alak a walk eredménye.

(b) A  $\Delta t$  ( $ns$ ) korrekció illesztése, a hisztogram gyakorlatilag a középső ábrán a piros vonaltól való eltérés.

### 4. Pozíciómérés közös tengelye:

A pozíciómérésre képes detektorok esetében eddig feltételeztem, hogy a belső koordináta rendszerük egy közös nyálábtengelyre illeszkedik. Ebben lehetnek kisebb eltérések, amiket korrigálni kell. A céltárgy előtti két driftkamra segítségével definiáltam egy globális tengelyt és ehhez üres céltárgyas run segítségével hozzátoltam a céltárgy utáni driftkamra belső koordináta rendszerének origóját. A korrigálás alapelve minden esetben a megmért pozíció és az ugyanoda extrapolált pozíció különbségének szisztematikus eltéréseinek levonása. Ugyanezt elvégeztem a Nebula neutrondetektorra is ólom és üres céltárgy esetén is. Ezeknek a korrekcióknak vizsgáltam a változását sok egymásutáni run esetére is. A mágnes utáni

driftkamra pozíciómérését úgy korrigáltam, hogy a mágnes 3D-s szimulált mágneses térképében differenciálegyenlet megoldó algoritmussal lekövettem a részecskék útját a mágnes előtti és utáni driftkamra között.

### 5. Fragmentumok sebessége

A reakcióban keletkezett fragmentumok sebességét a Hodoszóp által mért időből származtatott, ismert fizikai távolságon eltelt repülési időből határoztam meg. Ezt úgy tettem, hogy kivontam a mért időből (a kísérleti elrendezés elején található) SBT pasztik szcintillátor detektor által mért időt, amiből levontam az időt, amíg a másodlagos nyaláb a céltárgyig elér (céltárgy előtti sebességnek a meghatározása az MSc-s diplomamunkámban található). Ez még nem korrekt repülési idő, mert a detektorokon különböző az elektronikából eredő késleltetési idő. A relatív késleltetési időt több üres céltárgyas run esetén határoztam meg a másodlagos nyaláb ismert sebessége segítségével. Ehhez szükséges a konkrét távolság is a detektorok között, amit egy tervrajzról olvastam le és a mágnesben való haladás hosszát a atommag  $B\rho$  értéke (következő részben lesz szó a meghatározásáról) segítségével becsültem meg.

### 6. Transzfermátrix a mágnes előtti és utáni driftkamrák mért adatai között:

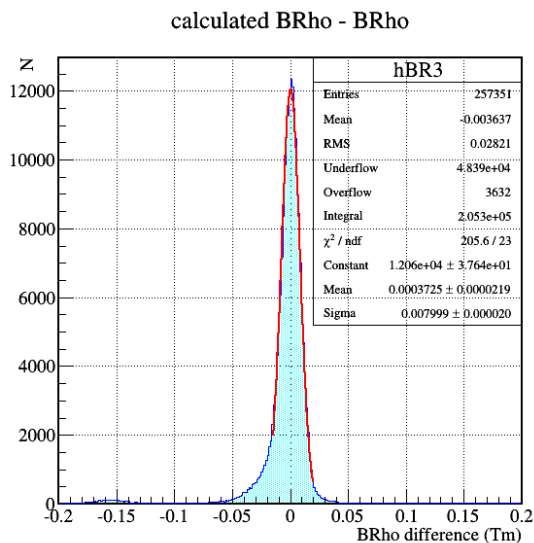
A kísérleti elrendezés központi eleme a céltárgy után elhelyezett dipól mágnes, ami eltereli a töltött fragmentumokat. A mágneses eltéréstől köszönhetően a mágnes előtti és utáni driftkamrák segítségével meghatározható a részecskék mágneses rigiditása ( $B\rho = \frac{\gamma mv}{q}$ ). Ezt az alábbi transzformáció definiálásával tettem lehetővé:

$$\underline{x}_{FDC2}^i = \underline{x}_0^i + \underline{M}^{ij} \underline{x}_{FDC1}^j \quad (1)$$

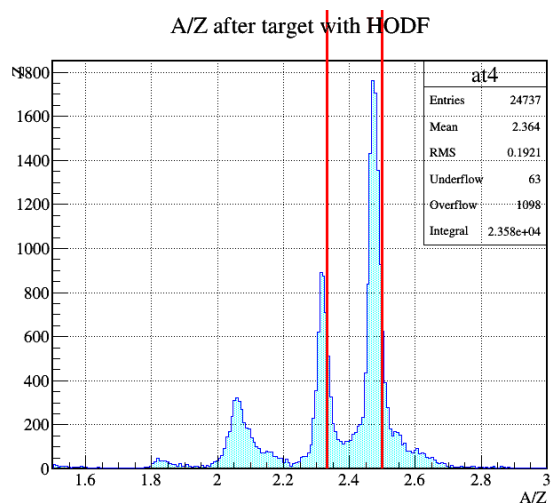
$$\text{ahol} \quad \underline{x} = (x, \phi, \delta)$$

amely vektor rendre a driftkamrában mért vízszintes pozíció, nyalábtengelytől való szögeltérés és egy centrális  $B\rho$ -tól való eltérés ( $\delta = B\rho/B\rho_0 - 1$ ). Ismert  $B\rho$ -ú, üres céltárgyú run-ra határoztam meg a mátrix elemeit úgy, hogy a 3 bemeneti változóból egyet ábrázoltam az eredménnyel együtt, miközben a másik két bemeneti változót fixáltam. A kapott pontthalmazra egyenest illesztettem, amelynek a meredeksége adta a mátrixelemet. Ezután a mátrix használatával meghatároztam az eltolást is. Ismervén a teljes mátrixot és eltolást (adott centrális  $B\rho_0$ -ra), már ismeretlen sebességű (céltárgyon átment) fragmentumok esetén meghatározható a  $B\rho$ . A mátrix és az eltolás számolásának procedúráját elvégeztem  $^{15}\text{C}$  és  $^{14}\text{C}$  nyalábú, üres céltárgyú adatsorra is (a nyalábenergia ugyanannyi, mint az ólom céltárgyúaknál). Ez azért fontos, mert így két különböző centrális  $B\rho_0$ -ra is van egy transzformációm a reakció szempontjából fontos tartományon, kiküszöbölve azt a problémát, hogy nagy  $\delta$ -ra elromlik a linearitás.

A módszer pontosságát mutatja a lenti két ábra. A bal oldalin üres céltárgyra hasonlítottam össze a céltárgy előtti sebességből számolt  $B\rho$ -t és a két driftkamra adataiból transzfermátrix segítségével számoltat (a kettő különbsége van ábrázolva). A jobb oldalin egy  $^{15}\text{C}(\gamma, n)^{14}\text{C}$  run esetén határoztam meg az  $A/Z$  arányt a számolt  $B\rho$ -ból, amihez a sebességet az előző pontban leírtak szerint határoztam meg (piros vonal a konkrét érték  $^{15}\text{C}$ -re és  $^{14}\text{C}$ -re).



(a) Kétféleképpen meghatározott  $B\rho$  különbsége



(b)  $A/Z$  arány a meghatározott  $B\rho$ -ból

Látszik, hogy az  $A/Z$ -ben van egy szisztematikus eltérés, amiről még nem tudom, hogy a sebességszámolásból, vagy a transzfermátrixból származik, de részecskeazonosításra ez is megfelel.

### Tanulmányi tevékenység:

A félév során elvégeztem Lévai Péternél az erősen kölcsönható anyag fázisszerkezete című kurzust. Ezenfelül két, a témámhoz kapcsolódó kurzust végeztem el témavezetőm javaslatára a Debreceni Egyetem Fizika Doktori Iskolájának Magfizika programjából. Az egyik Elekes Zoltán (MTA Atomki) által tartott Egzotikus Atommagfizika című kurzus, a másik meg Somorjai Endre (MTA Atomki) által tartott Nukleáris Asztrofizika kurzus (utóbbiból a beszámoló írásakor még éppen nem vizsgáztam). Ezeket következő félévben tervezem elfogadtatni. Ezenfelül elfogadták a jelentkezésem a Frontiers in Nuclear and Hadronic Physics iskolára, ami Firenzében lesz megtartva február 26. és március 9. között, és a magfizika több részének elméleti tárgyalásához szükséges módszerekről fog szólni.

Oktatás terén részt vettem az Alkalmazott Fizikai Módszerek Laboratórium Folyadékszcintillációs spektroszkópia című mérésének a megtartásában.