

Válasz Kiss Ádám

Ditrói Ferenc

a „Töltöttreszecske gyorsítók alkalmazása radioaktív izotópok előállítására,  
analitikai, orvostudományi és ipari célokra”

című akadémiai doktori értekezésének

bírálatára

Először is köszönöm a bíráló gyors és rendkívül alapos munkáját. A felmerült kérdésekre egyenként válaszolok a kérdés idézése után.(a válasz kövér betűvel van szedve)

### Válaszok az összefoglaló megjegyzésekre

(Bevezető rész) A formai követelményeket olvasva és néhány korábbi dolgozatot megnézve nem merült fel bennem az angol nyelvű összefoglaló szükségessége.

1. A dolgozat koncepciójának megtervezésekor az általam választott szerkezet jónak tűnt, különösen azért, mert két, csak lazán kapcsolódó témát dolgoztam fel. Ezért kerültek az „áttekintő részek” bizonyos mértékben szándékosan a „saját vizsgálatok” részeivé. Egyébként egyetértek a bíráló megjegyzésével, lehet, hogy az általa javasolt szerkezet áttekinthetőbbé tenné a munkát.
2. A közölt eredmények hibáját minden esetben egyedi bemeneti paraméterek alapján (amelyek néha nagyon különbözőek voltak) határoztam meg, azonos koncepció szerint. Az előadáson ki fogok térni a kívánt részletekre.
3.
  - a. A töltöttreszecskek által gerjesztett magreakciók vizsgálata során a kísérleti eredményeimmel a TALYS kódnak (Koning AJ, Rochman D (2012) Modern Nuclear Data Evaluation with the TALYS Code System. Nucl Data Sheets 113:2841) **illetve annak on-line elérhető módosított adatbázisának TENDL** (Koning AJ, Rochman D, Sublet JC (2017) TENDL-2017 TALYS-based evaluated nuclear data library. [https://tendl.web.psi.ch/tendl\\_2017/tendl2017.html](https://tendl.web.psi.ch/tendl_2017/tendl2017.html). 2018), **az EMPIRE kódnak** (Herman M, Capote R, Carlson BV, Oblozinsky P, Sin M, Trkov A, Wienke H, Zerkin V (2007) EMPIRE: Nuclear reaction model code system for data evaluation. Nucl Data Sheets 108 (12):2655-2715.) **és az ALICE-IPPE kódnak** (Dityuk AI, Konobeyev AY, Lunev VP, Shubin YN (1998) New version of the advanced computer code ALICE-IPPE. INDC (CCP)-410. IAEA, Vienna) **a legújabb változatait használtam, részben saját futtatásban (TALYS, TENDL, EMPIRE), részben társszerzők bevonásával (ALICE-IPPE). Mindhárom kódban közös, hogy a résszámitások során számos különböző elméletet használnak fel egyes paraméterek meghatározására, amely verziók közül a program maga választ a bemenő paraméterek függvényében, vagy manuálisan megadható pl., hogy a nívósűrűség meghatározásánál melyik elméletet használja.**
  - b. Azt ismert, hogy ezek a kódok elég jól teljesítenek neutron reakciók esetén. Töltöttreszecskek által keltett magreakciók meghatározásával a fejlesztők

közül is jóval kevesebben foglalkoznak, ami meglátszik a teljesítőképességükön is. Egyszerűbb esetekben, mint pl. protonnal keltett reakcióknál, és kevés kimenő csatornánál/részecskénél a kódok meglehetősen jól teljesítenek, de sokszor eltérő eredményt adnak az éppen használt elméleti hátterek különbözősége miatt. Viszont bonyolultabb részecskék, és már a deuteron esetében is a felhasadás miatt annak számít, vagy nagyobb energiákon és több kimenő csatorna megnyílása miatt a kódok által szolgáltatott eredmények jelentősen eltérnek a kísérleti adatoktól. Ezért a fejlesztők minden esetben figyelembe veszik eredményeinket a kódok további fejlesztésekor.

4. Sajnos abba a hibába estem, hogy elfogadtam az elektronikus verzió által mutatott minőséget, és az utolsó pillanatig nem láttam nyomtatásban.

#### **Válaszok a részletes megjegyzésekre és kérdésekre:**

A 23. oldalon szereplő Bohr-sugár nagyságrendje  $10^{-9}$  m  
Igaz, egy „-”jel kimaradt és a mértékegység sem jó, helyesen  $10^{-9}$  cm

A 14. ábrán nincs méret és a goniométer is nehezen képzelhető el  
Sematikus rajznak szántam, és már elég sokszor láttam, úgyhogy sajnos nem gondoltam bele, hogy aki először látja, hogy értelmezheti

A 17. ábra kevésbé érthető.  
Az utána következő két alfejezet elolvasásával talán érthetőbbé válik, lehet, hogy elbírt volna egy önálló magyarázatot

Mit ábrázol a 18. ábra? Mi van az ábra jobb oldalán a „*tipikus lineáris kalibrációs görbét*” bemutató ábra tengelyein?  
Számtalan a hozzá tartozó szövegrésszel együtt értelmezhető, az al-ábra az aktivitás csökkenését mutatja százalékosan az eltávozott „anyagvastagság” függvényében, amely kalibráció valamilyen más (pl. mechanikus vagy optikai) vastagságméréssel lett meghatározva, esetleg csak kiszámolva és arra szolgál, hogy az aktivitás (változásának) méréséből, egyből numerikus adatokat kapjunk az elkopott anyagmennyiségre (vagy vastagságra).

A 20. angol nyelvű ábra alig olvasható feliratokat tartalmaz. Mi a méret? (Aláírásban pedig helyesen *kamra*.)  
Ez is egy megjelent cikkből átvett ábra, sajnos a képernyőn és a nyomtatásban való olvashatóság néhányszor becsapott. A belépő vákuumcső kb. 10 cm-es átmérőjű, a kamra átmérője kb. 30 cm, tényleges műszaki méretezést nem tartottam szükségesnek beszerezni, de valóban jó lett volna.

Mit jelent a 32 oldalon, hogy a „...csatorna közeli irányokban mozgó ionok ...egy alacsonyabb elektronsűrűséggel találkoznak, mint az amorf anyagban...tapasztalható átlagos energia sűrűség”?

**Ez a mondat azt jelenti, hogy a kristályrács valamely kitüntetett irányával közel párhuzamosan mozgó ionok a rácsatomok terelő/fókuszáló hatása miatt a csatorna közepére kerülnek, ahol legtávolabb vannak a rácsatomoktól, azaz folyamatosan a legkisebb elektron-sűrűséggel találkoznak, ellentétben a random irányban vagy azonos atomokból álló amorf anyagban mozgó ionokkal, amelyek áthaladásuk során az „átlagos” energia sűrűséggel találkoznak.**

Mi a 26 ábrán bemutatott összehasonlításban a 240 keV energia körüli eltérés oka?

**Erre nem sikerült magyarázatot találni, de nyilván a szimulációs paraméterek vagy a modell hiányosságai miatt tért el a számítás a kísérleti értékektől**

40. oldalon az ion-fluxus nagyságrendje nyilván nem  $10^{-14}/\text{cm}^2$ .

**Itt viszont egy negatív előjel került be hibásan, és nem fluxus, hanem fluens, szerencsére az eredeti publikációban helyesen szerepel.**

A 39. ábra alig olvasható. - A 40. ábrán nincsen méret, a feliratok is torlódnak.

**A 39. ábra túlságosan le lett kicsinyítve, a 40. sematikusnak lett szánva, de teljesen igaz, így utólag én is úgy látom, hogy kellett volna rá legalább egy viszonyítási méret, itt észrevettem már a képernyőn, hogy túl kicsik a feliratok, de a nagyításuk túlságosan nagyra sikerült.**

54. oldal: mi volt a ciklotron másodlagos neutronforrása?

**Vastag berillium céltárgyat bombáztunk proton vagy deutron nyalábbal, és a reakció nagy neutron hozama jelentette a másodlagos neutron-forrást.**

Mit jelent a NAÜ CRP programja?

**A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ) Co-ordinated Research Program (CRP), amelyben egy megadott feladatra egy nemzetközi társaságot jelölnek ki és támogatnak.**

A 46. ábrán nincsen méret.

**Ez is sematikus ábrának készült, csak a feltüntetett méreteket tartottam fontosnak**

Milyen fitet jelent a 74. ábrán bemutatott görbe?

**Általában minden ilyen jellegű fit polinomos illesztést jelent, és csak demonstrációra szolgál, nincs fizikai háttere.**

Mit jelentenek a zöld görbék a 98. és a 99. ábrákon?

**Szintén a „szem vezetésére” szolgáló illesztett görbék, régen ezt kézzel rajzoltuk, ma már megfelelő szoftverek léteznek erre a célra**

A 107. ábra rossz minőségű, nem olvasható.

**Igaz, szükségtelenül erős lett a kicsinyítés**

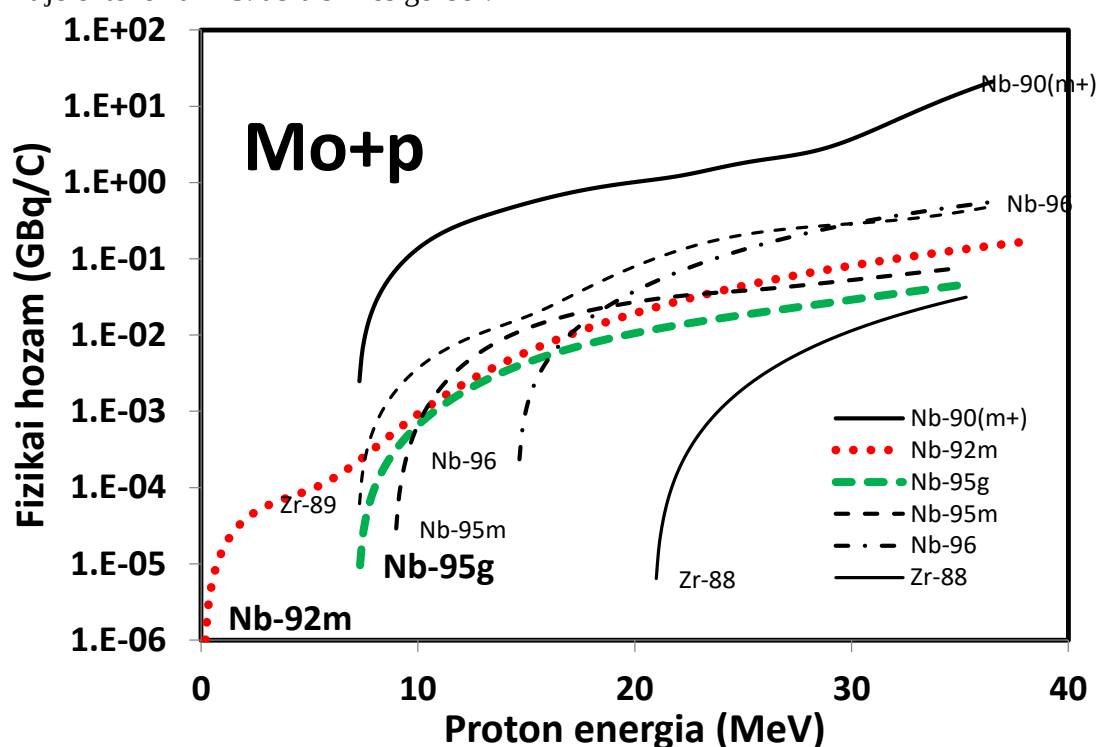
Hogyan kell értelmezni a 111. oldalon, hogy 24 mm vastagságú homogén aktivitású réteg keletkezett?

Először is az egyik „m”-nek görög betűnek kellett volna lenni, mint az az ábrán is látszik, tehát „24  $\mu\text{m}$ ”, ami azt jelenti, hogy a felszíntől lefelé 24  $\mu\text{m}$ -en keresztül állandó (pl. 1%-on belül) az aktivitás, azaz a kopás értékeléséhez elegendő megadni az aktivitás/mélység egység mérőszámot, és nem kell egy kopásgörbével összehasonlítani, mint a jobboldali lineáris esetben.

A 119. ábrán torlódnak a feliratok.

Sajnos a felirat és a vonalak nem arányosan torzultak a kicsinyítés során

Mit jelentenek a 123. ábra színes görbéi?

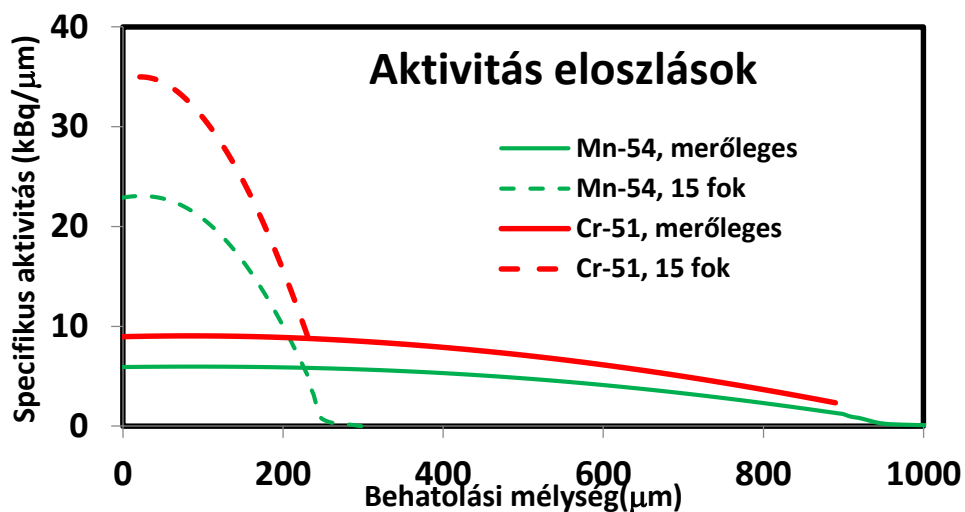


A kicsinyítés „megette” a magyarázó ábrát

A 128. ábra mérései alig láthatók, egymástól alig választhatók el. A szerző adatai úgy 30 MeV felett jelentősen (logaritmikus az ábra) eltérnek a többi mérési adattól. Mi ennek az oka?

Megint a túlzott kicsinyítés, és a túl sok görbe az oka. Ez az ábra lehet, hogy megért volna egy egész oldalt. Az eltérésre nem találtunk magyarázatot, bár más mérések is hasonló eltérést mutatnak abban a tartományban.

Mit jelent a 135. ábrán a szaggatott piros görbe?



Megint eltűntette a kicsinyítés a magyarázat egy sorát

Még egyszer szeretném megköszönni a bíráló az alapos munkáját és építő megjegyzéseit.

Debrecen, 2018 október 3.

Ditrói Ferenc