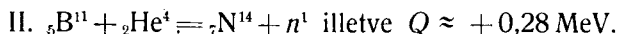
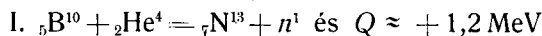


VIZSGÁLATOK A ${}_5\text{B}(\alpha, n){}_7\text{N}$ ATOMMAGÁTALAKULÁSOK GERJESZTÉSI FÜGGVÉNYÉRE VONATKOZÓAN

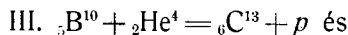
NAGY JÁNOS

Bemutatta Szalay Sándor lev. tag az 1954. november 26-án tartott felolvasó ülésen

A bór elem — mint ismeretes — két izotóp keveréke (B^{10} 19,8%) (B^{11} 80,2%) így a Po α -sugara hatására kétféle olyan magátalakulás következhet be rajta, amely neutron emisszióhoz vezet.



A fenti magátalakulások exotermek, létrejöttük kísérletileg is igazolt. A I. magátalakulás instabil izotóphoz vezet. A keletkező N^{13} atommag pozitron sugárzással (11 min. felezési idővel) szénatommá alakul. Az N^{14} a természetben fellelhető stabil izotóp. Fenti magátalakulásokat, valamint a

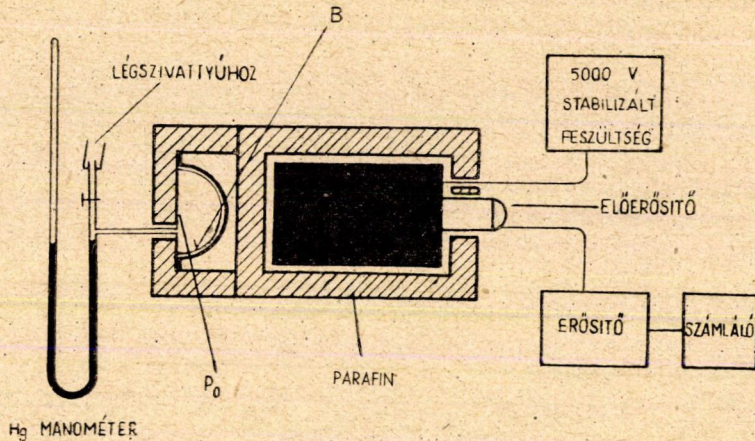


energetikailag szintén lehetséges magfolyamatokat γ -sugárzás is kíséri. A debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetem Kísérleti Fizikai Intézetében történtek vizsgálatok a fenti magátalakulásokat kísérő γ -sugárzás [1], [2], valamint az N^{13} atommagok pozitron gerjesztési görbéjének felvételével a I.-re vonatkozóan [3], [4]. (A IV. szerint keletkező C^{14} mesterséges radioaktív izotóp β -sugárzással bomlik, azonban felezési ideje 10^3 év nagyságrendű lévén utóbbi mérést nem zavarja.) Fenti mérések kiegészítésére indokoltnak látszott a I. és II. szerinti magfolyamatok α -neutron gerjesztési függvényének felvétele.

Mérőberendezés

Az α -sugár forrásul felhasznált Po készítmény 3 mm átmérőjű platina-irridium korongon volt. Erőssége a mérési idő közepére számítva 3,2 mC volt. Ez a már megelőzőkben közölt, gerjesztési függvényekre vonatkozó méréseknek megfelelően [5], [6] egy 50 mm sugarú vörösréz félgömb centrumában foglalt helyet. A légmentesen záró besugárzó edény belső falát amorf bór porral (Merck gyártmányú) a lehetőség szerint egyenletesen vontuk be kis mennyiségű kötőanyag felhasználásával. A felvitt réteg közepesen számítva háromszor vastagabb volt, mint amennyi a Po teljes energiájú α -részeinek a bórban mért hatótávolsága. (A bevonáshoz 2,6 gr bór használva fel.)

Az 1. ábra szerinti mérőberendezéssel lehetséges volt az α -sugarak energiáját a félgömbbe engedett N_2 gáz nyomásával szabályozni. Erre a célra a nitrogén gáz felel meg a legjobban, mert közismerten alacsony az (α, n) magátalakulási hatásfoka, másrészt sem a Po-mal, sem a bórral nem lép kémiai reakcióba. A I. és II. magfolyamatoknak megfelelően kilépő neutro-



1. ábra. A neutronszámláló és besugárzó edény.

nokat egy a félgömb középpontjától 13 cm-re levő és már megelőzőkben leközlött 310 mm Hg nyomású BCl_3 gőzzel töltött lassú neutron számláló mérte a csatlakozó RC-erősítő, illetve thyatronos számláló fokozat segítségével.

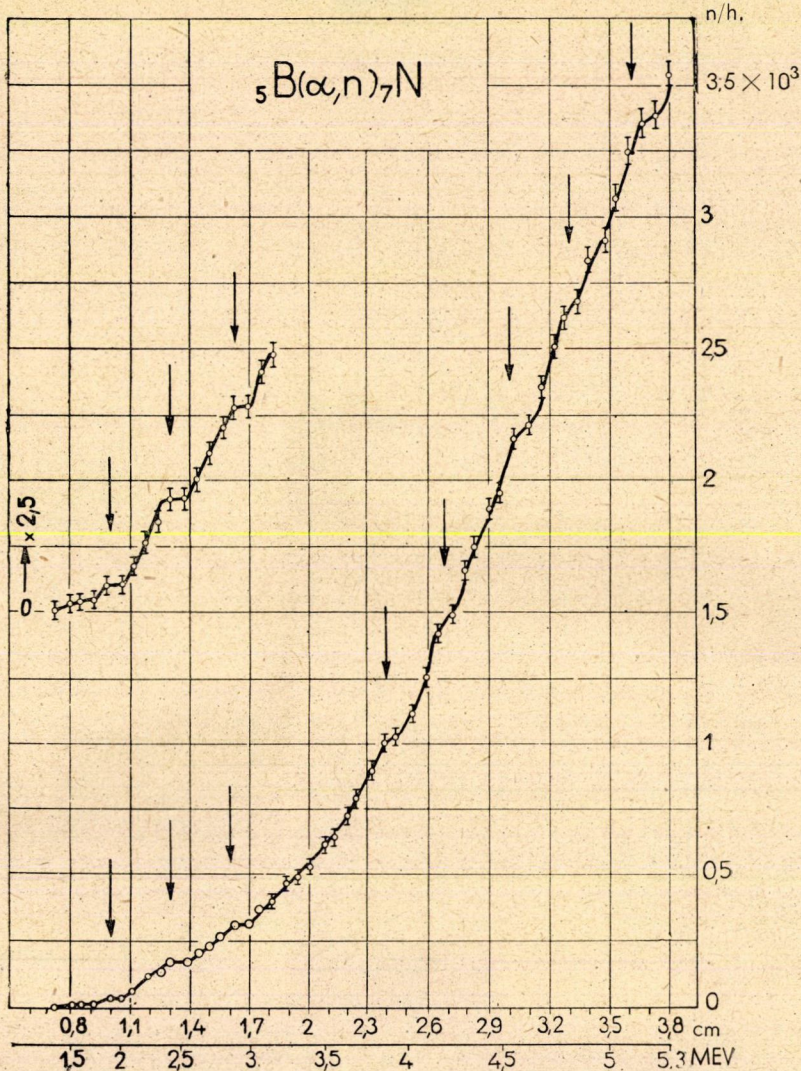
Mérési eredmények

A készülék természetes effektusa több órás mérésből 148 ± 3 -rész/óra volt a neutronok lelassítását szolgáló paraffin hengerben. Ez az effektus részben a henger falába zárt radioaktív szennyezéstől, másrészt a kozmikus sugárzás által keltett neutronoktól származik.

A kapott integrális gerjesztési görbét (vastag bőr rétegen történt a mérés) a 2. ábra mutatja. Ezen a függőleges tengelyen az óránként a természetes effektus felett mért neutronok száma (10^3 egységekben), a vízszintes a bombázó α -részecskék energiája MeV-okban, illetve a maradék hatótávolsága $15^\circ C$ -ú 760 hg mm nyomású levegőre vonatkoztatva van feltüntetve, a nitrogén gáz fékezőképességét a levegő 0,99-szorosának számítva.

A méréspontok egyenként átlag 5 órás mérési eredmények középértékei. Összesen közel 5×10^5 neutronot számolt le a készülék a gerjesztési görbe felvételéhez. Az egyes méréspontok a nitrogén gáz nyomásának 10 Hg mm értékű változtatása mellett kb. 0,6 mm hatótávolság változtatást tettek lehetővé a bombázó α -sugarakra nézve.

A gerjesztési görbéből látható, hogy a neutron sugárzás 0,8 cm α -hatótávolságnál ($\sim 1,5$ MeV) indul és a kezdetét illetően jó megegyezésben van az alábbiakban idézett szerzők adataival, valamint hogy a mérési tartományban többé-kevésbé határozottan kiugró rezonancia helyeket mutat. Kifeje-



2. ábra. A mért atommagátalakulások gerjesztési függvénye.
(Első szakaszát 2,5-szeresen nagyítva is feltüntettük.)

zettebb rezonancia helyek 1,32 cm, 1,64 cm és 3,04, 3,3, 3,6 cm α -hatótávolságnál vannak, de elég jól kiértékelhető rezonancia helyek 1 cm, 2,4 cm és 2,67 cm-nél is láthatók. Egyébként maximális α -energiáknál érte a mérendő effektus és a természetes effektus viszonya közel 25-szörös volt, ami a ger-

jesztési görbe viszonylag pontos felvételét tette lehetővé, külön kiemelve a gyakorlatilag pontszerűnek tekinthető, kis méretű Po-preparátum alkalmazásával járó előnyös geometriai viszonyokat.

A mérés tárgyát képező gerjesztési függvényt már több szerző megelőzőkben mérte. W. MAURER [7], valamint E. FÜNFER [8] által BCl_3 ionizációs kamrával felvett gerjesztési görbék is több rezonancia helyet mutatnak. Az általuk talált rezonancia helyekre vonatkozó mérési adatokat tüntettük fel az alábbi táblázatban jelen méréssel való összehasonlítás céljából. Az 1, 2, valamint 3 pontok alatt idézett mérések α -hatótávolság adatait M. G. HOLLOWAY és M. S. LIVINGSTON [13] újabb mérési eredményei alapján korrigáltuk MeV-ra. Annak ellenére, hogy említett szerzők viszonylag nagyobb méretű Po-forrást (8 mm átmérőjű) használtak egy nagyságrenddel nagyobb kezdeti erősség mellett, a gerjesztési görbe kezdetét illetően és a legtöbb rezonancia helyre nézve jó egyezés állapítható meg jelen mérés adataival. W. MAURER annak eldöntésére, hogy a közbülső (N^{14}), illetve (N^{15}) atommagok közül melyikhez tartoznak a talált rezonancia helyek, felhasználta E. WILHELMY [9] által mért a II.-hez fordított magátalakulást: ${}^7N^{14} + {}^0n^1 = ({}^7N^{15}) \rightarrow {}^2He^4 + {}^5B^{11}$; itt és a II. szerinti magátalakulásban a közbülső atommag azonos. Mellékelt táblázatban megjelöltük, hogy szerinte melyik rezonancia hely tartozik a B^{10} , illetve B^{11} -en végbement magfolyamathoz. A táblázatban feltüntettük SZALAY S. már idézett dolgozatából [3], [4] a

$${}^5B^{10}(\alpha, n){}^7N^{13}$$

szerinti magátalakulásához tartozó rezonancia helyeket (amit a pozitron sugarak gerjesztési görbéjének felvételével mért). A két mérés adataiból SZALAY S. idézett dolgozatában egyértelműen eldöntötte, hogy a W. MAURER által talált 3,03 cm α -hatótávolságnál mutatkozó magrezonancia valóban a B^{10} -en történő magátalakuláshoz tartozik. Jelen mérésben ezt a rezonancia helyet 3,04 cm α -hatótávolságnál találtuk. Az is eldönthető volt, hogy az 1,82 cm α -hatótávolságnál W. MAURER által talált rezonancia hely a ${}^5B^{11}(\alpha, n){}^7N^{11}$ magfolyamathoz tartozhat. Jelen mérés ezen a helyen nem mutat rezonanciát. SZALAY S. azt is megállapította, hogy a fent említett esetben az egyetlen B^{10} -hez tartozó rezonancia hely kivételével az összes észlelt rezonancia hely a II. szerinti magfolyamathoz tartozhat. Ezek a megállapítások jelen mérésben talált és megfelelő rezonancia helyekre is vonatkoznak. (Így a B^{10} -en létrejött magfolyamathoz tartoznak az 1,64, 2,4 és 3,04 cm α -hatótávolságnál talált rezonancia helyek.)

Ugyancsak SZALAY S. [1], [2] vizsgálatai szerint a bór elemen a Po α -sugarai hatására létrejövő magátalakulásokat kísérő γ -sugárzás részben I.-II.-höz, de nagyrésze valószínűleg a III. szerinti magfolyamathoz tartozik, bár a γ -gerjesztési függvény jelen méréssel jól megegyező helyeken is mutat rezonanciákat (pl. 3,3 cm, 3 cm α -hatótávolságnál) és a megadott határfok

($4 \cdot 10^{-6}$ γ pro α -rész) nagyságrendi egyezést mutat a neutron sugárzás jelen mérésben talált hatásfokával, viszont H. MILLER, W. E. DUNCANSON és A. N. MAY [14] a proton gerjesztési függvényre vonatkozó vékony rétegen végzett vizsgálatait egyetlen rezonancia helyet mutatnak 2,8 cm α -hatótávolságnál (4,3 MeV). Fentiekből következtetjük, hogy a γ -sugárzásban feltétlenül része van a neutron sugárzásához vezető magátalakulásoknak.

A táblázat 4-ik oszlopában tüntettük fel R. L. WALKER [10] mérési adatait a fenti I.-II. magátalakuláshoz tartozó rezonancia helyeket illetően. Utóbbi szerző igen erős Po (1,55 C) felhasználásával felpárologtatott vékony bór rétegen mért. Ilyen módon differenciális gerjesztési görbét tudott felvenni egy grafit oszlopban elhelyezett BF₃ töltésű proporcionális neutron-számlálóval. Meghatározta a táblázatban megadott rezonancia helyeken kívül a I.-II. magátalakulások abszolút hatásfokát is, amely 19 neutron/10⁶ α -résznek adódott. Viszont J. H. ROBERTS [11], E. SEGRE és C. WIEGAND [12] mérései szerint a fenti adat 22, illetve 19 neutron/10⁶ α -résznek adódott.

Jelen mérés talált rezonancia helyei viszonylag jól megfelelnek R. L. WALKER adatainak. (Kivételt képez 2,4 cm α -hatótávolságnál talált és a mérési értékek közül nem különösen szignifikánsan kiugró rezonancia hely.) Utóbbi szerző a nitrogén fékezőképességét jelen méréssel megegyezően a levegő 0,99-szeresének vette.

A mérőberendezés számolási hatásfokának (0,62%) ismeretében [5], [6] lehetővé vált a mért magátalakulás abszolút hatásfokának meghatározása is. Ez a mérőberendezés feloldó idejének tekintetbe vételével $2,9 \times 10^{-6}$ neutron/ α -rész abszolút hatásfokot eredményez a mért magfolyamatra teljes α -energiákat értve. Az idézett irodalomból ismert érték [10], [11] ennek közel 6,5-szerese. Ezt az eltérést a következő tényezők okozhatták:

- a) A méréshez 1 évnél idősebb Polónium állt rendelkezésre.
- b) A Po erősségének meghatározása a korábbi mérési adatokból számítással történt.
- c) A mérőberendezés mérési hatásfokának meghatározásakor és a jelenlegi mérésben fellépő neutronok energiakülönbsége.
- d) A bór réteggel esetleg felvitt szennyeződés és annak esetleges inhomogén vastagsága.

A rezonancia helyek viszonylagos eltolódása, kismértékű elmosódása is megokolható a Po-ra vonatkozóan a fentebb mondottakkal.

* * *

Fenti méréseimet a debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetem Kísérleti Fizikai Intézetében végeztem. Ez úton is köszönetet mondok az intézet igazgatójának dr. SZALAY SÁNDOR egyetemi tanár, Kossuth-díjas lev. tagnak támogatásáért és érdeklődéséért, valamint a rendelkezésemre bocsátott Po-preparátumért.

TÁBLÁZAT

1.		2.	3.		4.	5.	
W. MAURER [7]		E. FÜNFER [8]	SZALAY S. [3], [4] $\text{B}^{10}(\alpha, n)\text{N}^{13}$		R. L. WALKER [10]	Jelen mérés	
cm	MeV	Mev	cm	Mev	MeV	cm	MeV
1,0	1,9 B^{11}				1,8 2,5	1,0 1,32	1,9 2,45
1,47	2,68 B^{11}	2,65	1,45 1,70	2,61 3,00		1,64	2,92 B^{10}
1,82	3,15 B^{10}	3,25	2,03	3,43			
2,15	3,59 B^{11}	3,60	2,23 2,55	3,69 4,05		2,4 2,67	3,90 B^{10} 4,18
2,75	4,26 B^{11}	4,10	2,81	4,33	4,2		
3,03	4,55 B^{10}	4,45	3,06	4,58		3,04	4,56 B^{10}
3,33	4,85 B^{11}	4,73	3,41	4,94		3,3	4,82
3,51	5,02 B^{11}	5,08	3,71	5,21	4,9	3,6	5,08

A táblázatban az 1, 2, 3 pontok alatt feltüntetett értékeket a [13] alatt jelzett irodalomban megadott hatótávolság energia összefüggéseknek megfelelően korrigáltuk. (A 4, 5 alatt jelzettekkel egységesen.)

*Kossuth Lajos Tudományegyetem
Kísérleti Fizikai Intézete.*

IRODALOM

- [1] SZALAY S., Mat. és Term. Tud. Értesítő, 1941. IX. 129.
- [2] A. SZALAY u. J. ZIMONYI, Zs. f. Phys, 115, 639, 1940.
- [3] A. SZALAY, Zs. f. Phys., 112, 29, 1938.
- [4] SZALAY S., Mat. és Term. Tud. Értesítő, 1939. LVIII. 313.
- [5] NAGY J., Fizikai Szemle, 1952, 4—5—6.
- [6] J. NAGY, Acta Physica, III. 15, 1953.
- [7] W. MAURER, Zs. f. Phys., 107, 721, 1937.
- [8] E. FÜNFER, Ann. d. Phys. 35, 147, 1939.
- [9] E. WILHELMY, Zs. f. Phys., 107, 769, 1937.
- [10] R. L. WALKER, Phys. Rev., 76, 244, 1949.
- [11] J. H. ROBERTS, Manhattan Project Report MDDC—731 (1944).
- [12] E. SEGRÉ and C. WIEGAND, Manhattan Project Report MDDC—185 (1944).
- [13] M. G. HOLLOWAY and M. S. LIVINGSTON, Phys. Rev., 54, 18 (1938).
- [14] H. MILLER—W. E. DUNCANSON—A. N. MAY, Proc. Cambr. Phil. Soc. XXX—IV. (1934.)