

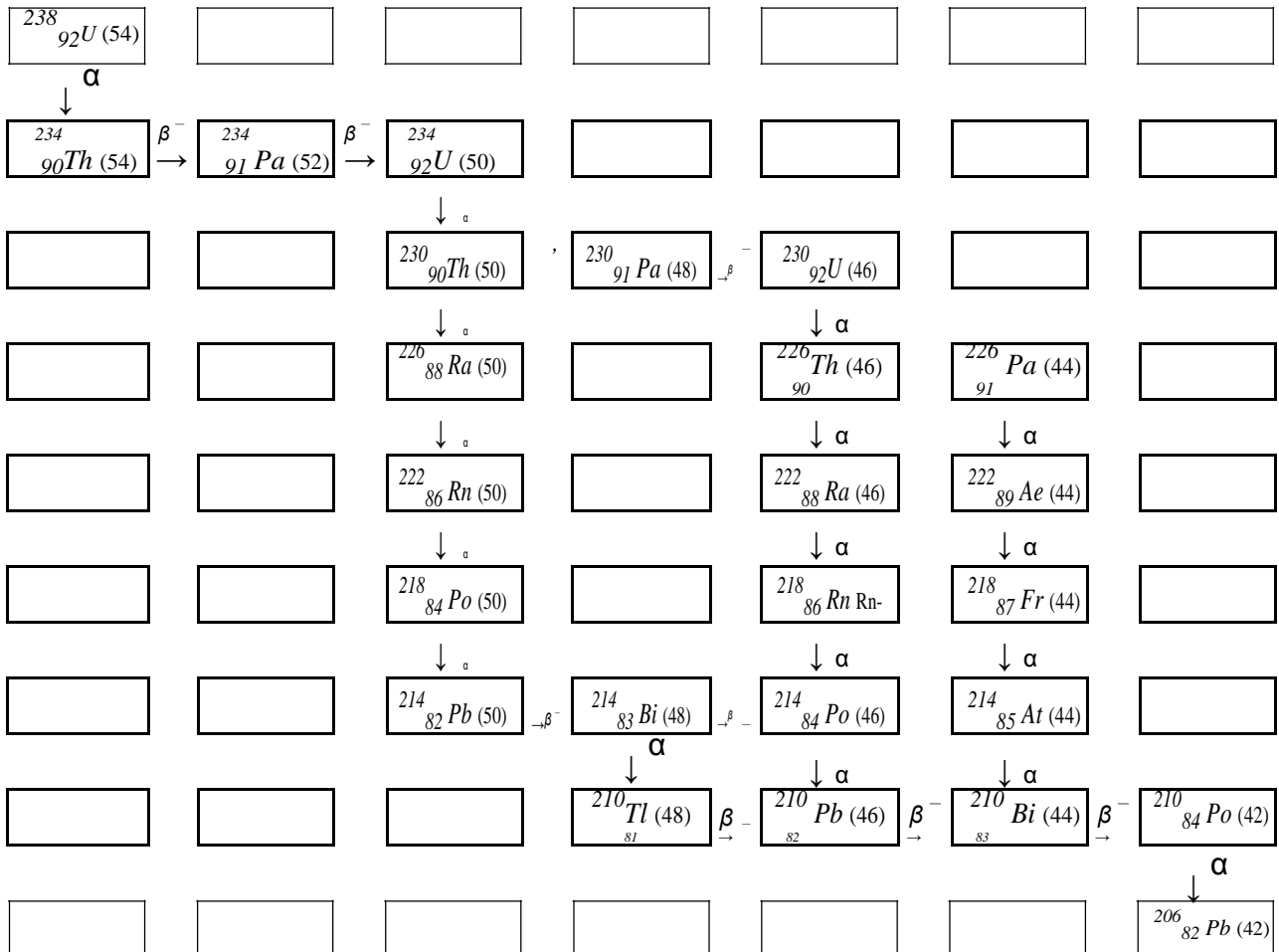
5. rész.

9. A radioaktív bomlási sorok

A természetes radioaktivitást az urán-235, az urán-238, valamint a tórium-232 okozzák. Mindhárom izotóp felezési ideje milliárd éves nagyságrendű. A radioaktív bomlási sorozatok az egymással genetikus kapcsolatban levő radioaktív elemek sorai, melyeket a kiindulási elemekről, az ún. anyaelemekről neveztek el. A bomlási sorok közül a fenti három előfordul a természetben is, a negyedik sor kiinduló eleme, a neptúnium-237 viszont csak mesterségesen állítható elő. A négy bomlási sort az anyaelemmel, az A tömegszámmal és a végmaggal szokás megadni:

	<u>Anyaelem</u>	<u>Végmag</u>	<u>Tömegszám</u>	
1./	U-238	Pb-206	A=4n+2	urán-rádium sor
2./	U-235	Pb-207	A=4n+3	urán-aktínium sor
3./	Th-232	Pb-208	A=4n+0	tórium sor
4./	Np-237	Bi-209	A=4n+1	neptúnium sor

A kiindulási elemtől a végmagig alfa- és béta mínusz-átalakulások sorozatával jutnak el az atommagok a bomlás során. Néhol több lehetséges „elérési útvonal” is kínálkozik a végmag felé, és a sorozatoknak mellékágaik is vannak. Ezek, továbbá a bomlási sorokra vonatkozó egyéb ismeretek a fizikakönyvekben megtalálhatók. Az alábbiakban csak a modellezésnél tapasztaltakat részletezzük, éspedig az urán-rádium bomlási sor példáján keresztül. A 9.1. ábrán az urán-rádium bomlási sor tagjainak jele utáni zárójelben megadott szám az adott atommag neutronfeleslegét mutatja, amely a modellek elemzésénél különös jelentőséggel bír.



9.1. ábra

Az urán-rádium bomlási sor.

A 9.1. ábrán a jobb felé haladó vízszintes lépések, a béta-mínusz bomlásokat mutatják, amelyeknél a tömegszám változatlan marad, a rendszám viszont növekszik. A függőleges lépcsők az alfa-bomlásokat jelzik, lefelé haladva négyesével csökkenő tömegszámmal, és kettésével csökkenő rendszámmal.

Ez a bomlások következményének a klasszikus értelmezés szerinti megközelítése. A modellekhez kapcsolódó értelmezést a 6. fejezetben adtuk meg úgy az alfa-bomlásra, mint a kétféle béta-átalakulásra.

A neutronmodellek a bomlási sorok egyes lépéseinél végbemenő átalakulásokat úgy mutatják, hogy:

1. a béta-mínusz bomlásoknál, a kiinduló izotópot (jobb felé haladva) egy olyan izotóp követi, amelynek belső magja kettővel kisebb, külső neutronhéja viszont eggyel nagyobb. A hiányzó egy neutron kipréselődött a neutronhalmazt körülvevő protonhéjba és átalakult protonná.
2. az alfa-bomlásoknál (függőlegesen haladva) a következő izotóp magja változatlan, külső héja viszont két neutronnal kevesebbet tartalmaz. A hiányzó 2 neutron ugyanis eltávozott a lehasadt alfa- részecskével.

A modellek formájára vonatkoztatva ugyanez:

1. a béta-mínusz bomlási lépcsőknél a neutronfelesleg a belső neutronmagból távozik. A párosan távozó neutronok egyike a neutronhéjba nyomul, a másik pedig a protonhéjba.
2. az alfa-bomlásoknál a változatlan belső magot körülvevő neutronburok szűkül az alfa-részecske alkotórészeként kirepülő két neutron miatt.

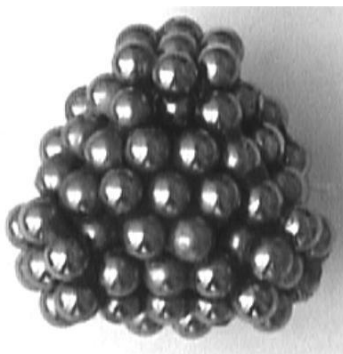
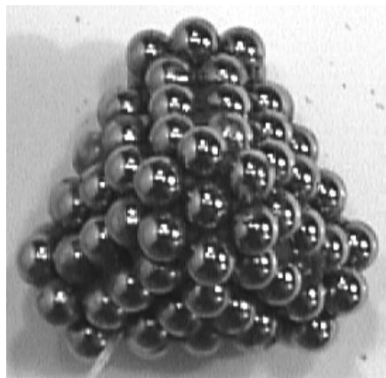
Bizonyára nehéz elképzelni az alfa-bomlások sorozatánál azt, hogy a változatlan belső magot körülvevő egyre csökkenő héj hogyan tud öt lépcsőben megfelelni a zártság követelményének. Magyarázat helyett mutassák ezt meg az U-234 – Pb-214 közötti függőleges bomlási ág modelljeinek fotói.

Megjegyzés: nevezett modellek mindegyike határozottan tetraédes jellegű. Az egyik fotósorozat a tetraéder csúcsa felőli nézetet mutatja, a másik felvételsorozat pedig a modell oldallapja felől készült.

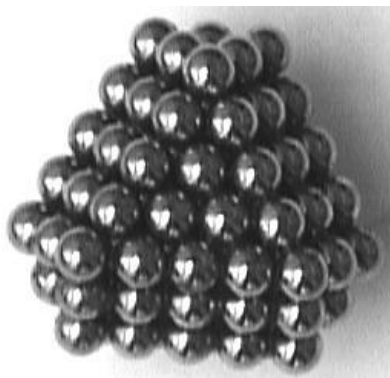
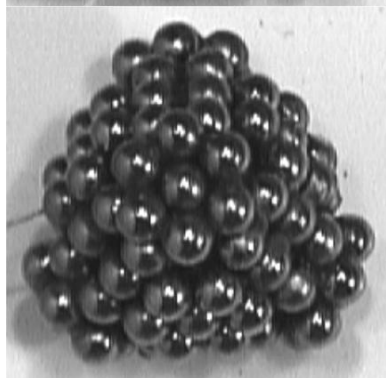
A 9.2.-9.7. ábrásorozat az urán-rádium bomlási sor egyik függőleges ágának elemeit mutatja be.

Csúcs felőli nézet.

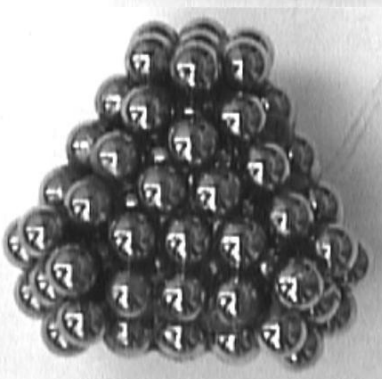
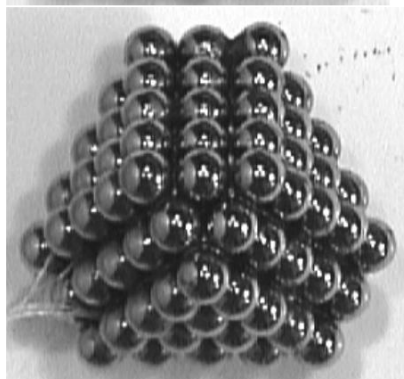
Oldallap felőli nézet.



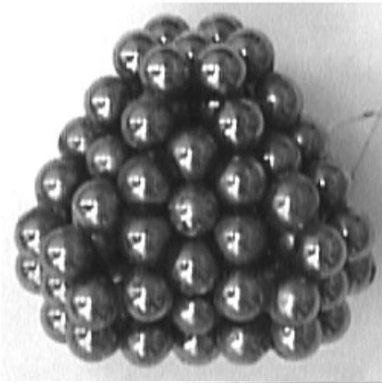
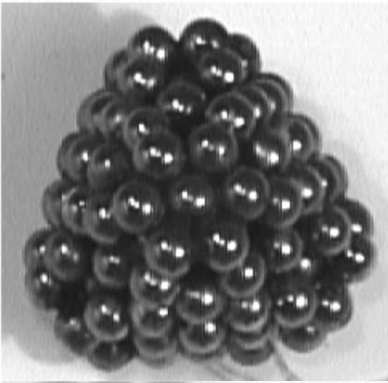
9.2. ábra
 ${}^{234}_{92}U$



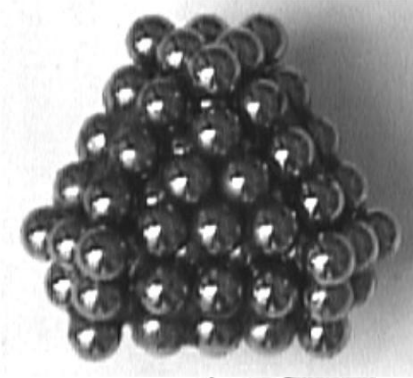
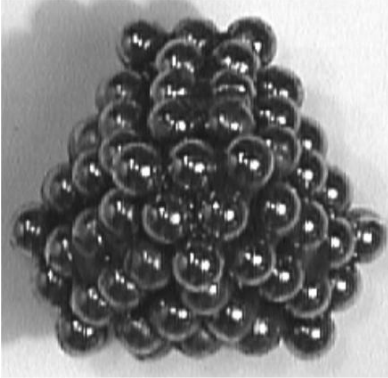
9.3. ábra
 ${}^{230}_{90}Th$



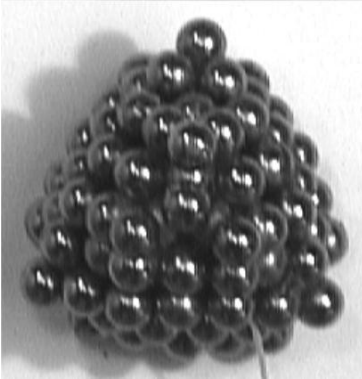
9.4. ábra
 ${}^{226}_{88}Ra$



9.5. ábra
 $^{222}_{86}\text{Rn}$



9.6. ábra
 $^{218}_{84}\text{Po}$



9.7. ábra
 $^{214}_{82}\text{Pb}$

A fotókon látható, hogy az első négy átalakulás után a modellek felszíne még megőrizte zártságát, azaz a felszín gömbjei még érintkeztek, az ötödik alfa-bomlás után keletkezett Pb-214 modelljén azonban már látszanak a belső mag viszonylagosan nagy méretének jelei, és pedig a neutronháj fellazultságának formájában. A modellek alapján valószínűsíthető, hogy az egyensúlyra való törekvésnek a következő lépcsője nem egy ismételt alfa-bomlás lesz, hanem a belső neutronmag méretét csökkentő béta-mínusz átalakulás fog következni. Mindez azt bizonyítja, hogy a magátalakulásoknak a modellek által szemléltetett lefolyása tökéletes összhangban van az idevonatkozó magfizikai kísérleti eredményekkel és tapasztalásokkal.

UTÓSZÓ

Több száz modell készült el ragasztott kivitelben mintegy 70.000 darab acélgolyó felhasználásával. Legalább ugyanilyen mennyiségű további modell készült mágnes térben összetartott acélgolyókkal is. Ezeknek a szétszedhető kivitelű modelleknek az alkatrészeit újra felhasználtuk a modellek adatainak és formai jegyeinek regisztrálása után. Az ilyen ideiglenes összeállítású változatok az elkészítendő modellek nagy száma miatt voltak szükségesek.

A modellezés elsődleges célja az atommagok stabilitási jegyeinek megállapítása volt, ezért a modellek elsősorban a stabil izotópokról készültek el. A stabil izotópok sávjánál azonban lényegesen szélesebb a radioaktív izotópok tartománya, ezért az összes ismert izotópot magában foglaló modellszéria elkészítése nem egyszerű. Tovább növeli az el nem készült modellek arányát annak felismerése is, hogy a neutronmodellek nagy részének több változata is létezik, másként fogalmazva: több geometriai megoldása van. Ezáltal egy teljesen ismeretlen területre tévedve, eleinte nehéz volt mit kezdeni a geometriai variánsokkal.

Részben megnyugtató volt, hogy a magfizika tudománya is átélte már egy ilyen meglepetést az izoméria felfedezésekor. A magizoméria jelenségének lényege abban áll, hogy egyes magok gerjesztett állapotból az alapállapotba visszatérve a stabilitást tekintve másként viselkednek, mint a gerjesztetlen magok. Ugyanolyan mag nagyságrendekkel eltérő felezési időt mutathat az alapállapothoz képest a gerjesztett állapotból visszatérve.

Meggyőződésünk, hogy nemcsak egy távoli analógiáról van szó a több geometriai változatban előforduló modellek és az izomer magok között, hanem annál sokkal többről. Egy erre vonatkozó kijelentés azonban nem lenne hiteles a létező összes modellvariáns tényleges összeállítását és kiértékelését megelőzően.

Az is szinte biztosra vehető, hogy a modellvariánsok ismeretében a kristálykémia területén is lehetne találni valós összefüggéseket a modellekkel kimutatható alakzatok, és a kristályszerkezeti felépítések között.

Az elkészült több száz modell további kutatási témákat is kínált a magfizika legkülönbözőbb területéről. Elképzelhető lett volna még néhány fejezet összeállítása. A modellek korlátozott száma azonban nem volt elegendő az esetleg levonható következtetésekhez, vagyis a csak részben megfogalmazott kijelentések megalapozottsága még nem volt biztosított. Több félkész fejezet vár kidolgozásra: többek között a nemesgázok modelljeinek közös jellemzőiről, a mágikus számokról, a periódusos rendszerben egymás alatt álló elemek modelljeinek formai hasonlóságáról, a többféle módosulatban előforduló elemek modelljeinél észlelt különlegességekről ... stb.

Teljesen kimaradt a rendkívül érdekesnek ígérkező ferromágnesesség témája is annak ellenére, hogy a modellek szinte tálcán kínálják a megoldást a ferromágnesesség okozati magyarázatához. A neutronmodellek ugyanis jól láttatják, hogy a valódi ferromágnesességet felmutató elemek (vas, kobalt, nikkell) stabil izotópjainak modelljei mintegy bennfoglaltatnak azoknak az elemeknek a modelljeinek belső magjában, melyekből újabban szuper-erős állandó (remanens) mágneseket készítenek. Ezek a ritkaföldfémek páros elemei, élükön a neodímiummal, samáriummal, gadolíniummal és a diszpróziummal. Akik már kapcsolatba kerültek ezekkel a ritkaföldfém mágnesekkel, és tapasztalták ezeknek a rendkívüli mágneses térerősségét, azok tudják, hogy mekkora jelentősége lenne e téma legbelső rejtelmeit ismerni. A téma feldolgozását azonban felfüggesztettük mindaddig, míg a megfelelő következtetések levonására alkalmas modellkísérleteket el nem végeztük. Ugyanez vonatkozik a fent említett, valamint egy sor, fent szándékosan nem említett további témára is.

Irodalomjegyzék

- [1] K. N. Muhin: Kísérleti magfizika, Tankönyvkiadó, Budapest, 1985.
- [2] K. N. Muhin: Magfizika mindenkinek, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1975.
- [3] Bernhard Bröckner: DTV-Atlas zur Atomphysik, Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH & Co. KG., 1976
- [4] Holics László: Fizika 2, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1992.
- [5] Holics László: Fizikai összefoglaló, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1989.
- [5] Budó Ágoston – Mátrai Tibor: Kísérleti fizika III. kötet, Tankönyvkiadó, Budapest, 1985.