

Különleges oxigénatommagot állítottak elő a HUN-REN ATOMKI kutatóinak részvételével

Különlegesen sok neutronot tartalmazó oxigénatommagot sikerült előállítani a magyar kutatók részvételével zajló kísérletekben a japán RIKEN részecskegyorsító centrumában. A 8 protont és 20 neutronot tartalmazó ^{28}O atommag a várakozással ellentétben nem mutat nemesgázszerű szerkezetet. Ez a megfigyelés fontos információt szolgáltat az elméleti atommagmodellek tökéletesítéséhez. A nemzetközi együttműködésben magyar részről a HUN-REN Atommagkutató Intézet (HUN-REN ATOMKI) négy kutatója és az Eötvös Loránd Tudományegyetem (ELTE) egy oktatója vett részt. A kutatás [eredményeit](#) a rangos *Nature* folyóiratban tették közzé.

A természetben előforduló könnyű atommagokban a protonok és neutronok száma nagyjából megegyezik. Az oxigén a periódusos rendszer nyolcadik eleme, atommagja 8 darab protont tartalmaz. A különböző oxigénizotópokban a 8 proton mellett különböző számú neutron található. Az oxigén leggyakoribb izotópja a tizenhatos tömegszámú ^{16}O , amelynek magja a 8 protonon kívül 8 neutronot foglal magában, így kétszeresen mágikus atommag. Az ^{16}O mellett még két további stabil oxigénizotóp létezik, a 9 neutronot tartalmazó ^{17}O és a 10 neutronot tartalmazó ^{18}O , melyek kisebb mennyiségben szintén jelen vannak a természetben. A részecskegyorsító berendezések lehetővé teszik a hétköznapi világunkon túli, extrém nagy neutronszámú oxigénizotópok előállítását és az atommagok szerkezetének különleges körülmények között történő tanulmányozását.

A különböző atommagok tulajdonságait a tudósok elméleti modellek segítségével igyekeznek leírni. A világ megértésére vonatkozó alapvető kíváncsiságunk kielégítésén túl e modellek segítségével lehet a gyakorlati életben hasznosuló magfizikai folyamatokat is kellőképpen átlátni. Nagy neutrontöbblettel rendelkező atommagok keletkezhetnek a csillagok belsejében a magfúziós folyamatokban és az atomreaktorokban az ember által energiatermelés céljából létrehozott maghasadási folyamatokban.

Az atommagfizika egyik alapvető modellje, a héjmodell szerint az atommagban lévő protonok és neutronok különböző energiaszinteken helyezkednek el, melyek héjakba csoportosulnak hasonlóan ahhoz, ahogy az atommagok körül keringő elektronok elektronhéjakat alkotnak. Ha egy elektronhéj telített, azaz több elektron már nem fér el rajta, akkor az atom nem kíván kémiai kötést létesíteni más atomokkal. A periódusos rendszerben a zárt elektronhéjjal rendelkező elemek az utolsó főoszlopban találhatóak, összefoglalóan nemesgázoknak nevezzük őket.

Az atommagon belül hasonló a helyzet. Ha az atommagban a protonok, illetve a neutronok zárt héjakat alkotnak, akkor az atommag különösen stabil szerkezettel, gömbölyű alakkal rendelkezik. A minket körülvevő atommagokban a zárt héjakhoz tartozó 2, 8, 20, 28, 50 és 82 kitüntetett proton- vagy neutronszámokat Wigner Jenő magyar származású Nobel-díjas fizikus után mágikus számoknak nevezzük. Az ilyen számú protont vagy neutronot tartalmazó, nemesgázszerű atommagot mágikus atommagnak hívjuk. Ha a protonok és neutronok száma is mágikus, akkor az atommag kétszeresen mágikus, képletesen szólva főnemesi rangban áll. Az ilyen atommagok kiemelkedő szerepet játszanak az elméleti magmodellek fejlesztésében, tesztelésében, ezért kísérleti azonosításuk a legújabb kutatásoknak is az egyik elsődleges célja.

A debreceni HUN-REN ATOMKI kutatói több mint két évtizede vesznek részt az oxigénizotópok kutatásában. A japán RIKEN részecskegyorsító centrumban nemzetközi együttműködés keretében elvégzett kísérletben a 8 protont és 20 neutronot tartalmazó, így kétszeresen mágikusnak várt ^{28}O izotópot állították elő.

Ezt a nagy neutronszám/protonszám ($20/8 = 2,5$) arányú atommagot nem könnyű kísérletileg

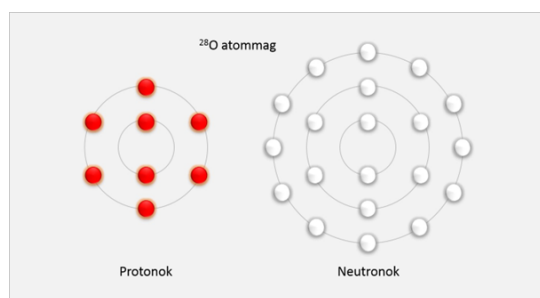
létrehozni. A tudományos kérdés felvetésétől a mostani eredmények megszületéséig hosszú éveknek kellett eltelnie. A kísérlet körültekintő megtervezése és alapos előkészítése, majd végrehajtása után a mérési adatok gondos kiértékelése, végül a következtetések levonása történt. A HUN-REN ATOMKI kutatói ehhez a mérési kampányhoz az észlelőberendezések és a kiolvasóelektronika megtervezésével, megépítésével, a működésüket tesztelő szimulációs számításokkal, a mérési berendezés összeállításával és a kísérletek végrehajtásával járultak hozzá.

A kísérlet során a részecskegyorsító berendezésben először a fluor 29-es tömegszámú izotópját (^{29}F) állították elő. A ^{29}F nem stabil atommag, milliszekundumos (10^{-3} másodperc) felezési idővel elbomlik. A ^{29}F atommagot ezen időn belül kellett rálőni a folyékony hidrogént tartalmazó céltárgyra. Az ütközések egy részében a céltárgy protonja kiütötte a hozzácsapódó ^{29}F atommag egy protonját, így annak eggyel csökkent a rendszáma, azaz oxigénizotóp keletkezett, és egyúttal a tömegszáma is 29-ről 28-ra változott.

Ily módon sikerült előállítani ^{28}O atommagot. Az ^{28}O rendkívül rövid ideig, mindössze 10^{-21} másodpercig létezik, majd elbomlik, összesen 4 neutron kibocsátásával ^{24}O atommaggá alakul. A teljes folyamatot komplex észlelőberendezésekkel figyelték, és a felfogott jelek alapján számítógépes feldolgozás során rekonstruálták a történéseket.

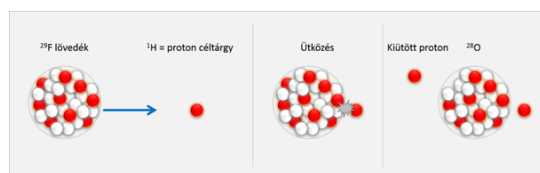
Arra a kérdéssel, hogy a héjmodellnek megfelelően valóban kétszeresen mágikus-e az ^{28}O atommag, a kutatók meglepő választ kaptak: ez az atommag nem főnemes, nem kétszeresen mágikus. Ez a váratlan eredmény arra mutat rá, hogy extrém atommagok esetében a magmodellek további finomítása szükséges.

A kutatók már feltették a következő kérdést, amelyre a választ egy újabb nagyszabású kísérlet fogja megadni: Milyen az ^{28}O atommag alakja? Gömbszerű vagy deformált? A magalak közvetlen megfigyelése adna további kísérleti bizonyítékot arra, hogy a megszokott mágikus számok nem érvényesülnek az ^{28}O atommagban.



© HUN-REN

1. kép: A héjmodell szerint a protonok és a neutronok zárt héjakat alkotnak az ^{28}O atommagban.



© HUN-REN

2. kép: Az ^{28}O atommagot létrehozó magreakció.

Eredeti tartalom: HUN-REN Magyar Kutatási Hálózat

Továbbította: Helló Sajtó! Üzleti Sajtószolgálat

Ez a sajtóközlemény a következő linken érhető el:

<https://hellosajto.hu/5916/kulonleges-oxigenatommagot-allitottak-elo-a-hun-ren-atomki-kutatoinak-reszveletevel/>