

Ólomból arany? A CERN kutatói több száz éves álmot válthatnak valóra

A HUN-REN Wigner Fizikai Kutatóközpont kutatói is részt vesznek a CERN LHC ALICE (A Large Ion Collider Experiment) kísérletben, amely a nagyenergiás nehézion-ütközéseket vizsgálja, és kimutatta az ólom arannyá alakulását ultraperiférikus ütközésekben. Az ALICE együttműködésben elért eredményeiket a kutatók a *Physical Review Journals* folyóiratban publikálták.

Az ólom arannyá változtatása a középkori alkimisták egyik legnagyobb álma volt. Az angolul chrysopoeia-nak nevezett, ősidők óta kutatott folyamat mögött az a gondolat állt, hogy az ólom sűrűsége hasonlít az aranyéhoz, ezért talán lehetséges az ólmot arannyá változtatni. Ma már tudjuk, hogy az ólom és az arany különböző kémiai elemek, ezért kémiai úton ez az átalakítás nem lehetséges. Csak a sokkal nagyobb energiákon lezajló magfizikai reakciókban változhat meg az atommagok összetétele.

Bár laboratóriumi körülmények között neutron- vagy protonbombázás eredményeként szinte minden atommag átalakítható egy másik elemmé, azonban ez a folyamat túl sok energiát igényel, ipari (kémiai)mennyiségben túl költséges az elemátalakítás. A gyorsítókban létrejövő mesterséges elemátalakítás viszont időről időre felmerült és az új ötleteket örömmel fogadta a magfizikus közösség.

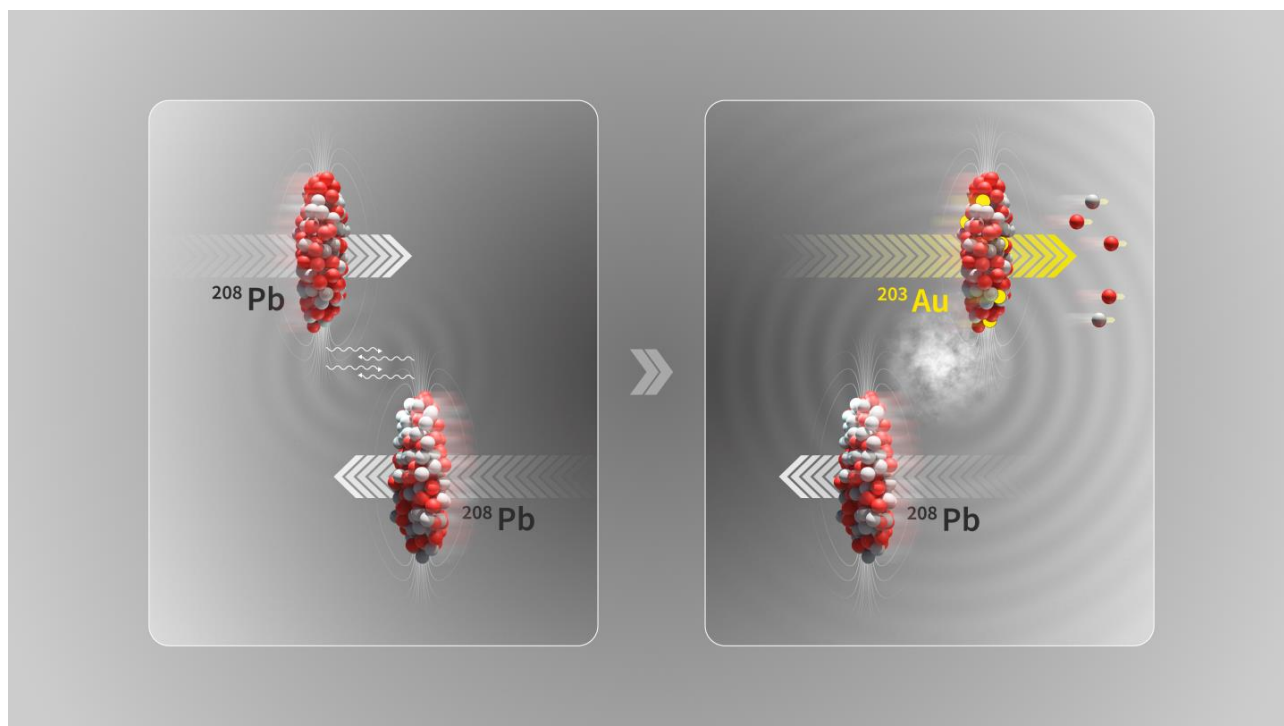
(BOARDED) Most a CERN LHC ALICE [együttműködés elsőként mérte meg az ólom arannyá alakulását](#) egy olyan új mechanizmus révén, az úgynevezett ultraperiférikus ütközésekben, amelynek során az ólommagok éppen csak súrolják egymást.

Hogy működik, és mennyi arany keletkezik?

Az LHC-ben végbemenő nagy energiájú frontális ólom-ólom ütközésekben a kvark-gluon plazma egy kicsiny cseppjét hozzák létre a kutatók – ez az anyagnak egy forró, sűrű állapota, amely az ősrobbanás utáni néhány mikromásodpercben az egész univerzumot alkotta, míg végül az általunk ismert anyagi formák létrejöttek belőle. Az LHC atommag-atommag ütközéseiben azonban sokkal gyakoribbak azok az események, amikor az ütköző ólom atommagok épphogy csak súrolják egymást. Ezekben az esetekben olyan intenzív elektromágneses terek jönnek létre az atommagok között, amik nagyenergiás foton-foton és foton-atommag kölcsönhatások létrejöttét teszik lehetővé, ezáltal új vizsgálati lehetőséget nyitva a kutatók számára.

Az ALICE az úgynevezett nulla fokos kalorimétereket (ZDC) használta annak meghatározására, hogy hány foton-mag kölcsönhatás végződött nulla, egy, kettő vagy három proton kilépésével, legalább egy neutron kíséretében. Ezek a magreakciók rendre az ólom, tallium, higany és arany keletkezéséhez vezetnek. Bár a tallium és higany gyakoribb, az eredmények szerint az LHC az ALICE detektoránál mért ólom-ólom ütközések révén jelenleg másodpercenként mintegy 89 000 aranymagot hoz létre. Ezek az aranymagok igen nagy energiával távoznak az ütközésből, és az LHC nyalábcsövében vagy a nyalábformáló kollimátorok különböző pontjain csapódnak be, ahol azonnal

szétbomlanak protonokra, neutronokra és más részecskékre. Így sajnos a létrejött (mikroszkópikus mennyiségű) arany csupán a másodperc töredékéig létezik.



kép: Ólom atommagok (^{208}Pb) ultra-periferiális ütközésének illusztrációja az LHC-ben. Az elektromágneses kölcsönhatás következtében 2 neutron és 3 proton leválik az egyik atommagról, egy arany (^{203}Au) atommagot hátrahagyva.

Az ALICE elemzése szerint az LHC Run 2 méréssorozata (2015–2018) során a négy nagy kísérletben összesen körülbelül 86 milliárd arany atommag keletkezett. Ez tömeg szerint mindössze 29 pikogrammot ($2,9 \times 10^{-11}$ grammot) jelent. A folyamatos fejlesztéseknek köszönhetően a Nagy Hadronütköztetőben történő ütközések száma egyre növekszik, így a jelenleg is futó Run 3 adatgyűjtés során majdnem kétszer ennyi arany keletkezett – ám ez még mindig trilliószor kevesebb, mint amennyi akár egyetlen aranyékszerhez kellene.

Összegezve tehát: ugyan a középkori alkimisták álma – technikailag – valóra vált, a gazdagság reménye ismét szertefoszlott.