

Fényes Tibor

## AZ ATOMKI 60 ÉVES MAGFIZIKAI ALAPKUTATÁSOK AZ ATOMKI-BAN

A Magyar Tudományos Akadémia Atommagkutató Intézetét (az ATOMKI-t) egy minisztertanácsi határozattal alapították meg 1954-ben. Az alapító okirat az Intézet feladatát a következőképpen határozta meg:

- Kísérleti atommagfizikai kutatás művelése az MTA elnöke által megállapított keretben.
- A kísérleti atommagkutatáshoz szükséges legfontosabb anyagokra vonatkozó tudományos és technológiai kutatás, valamint a kapcsolatos problémák megoldása.
- Az Intézet munkaterületén szakemberek képzése.
- Az Intézet felett a felügyeletet a Magyar Tudományos Akadémia elnöke gyakorolja.

Amikor egy nagyobb programot megindítanak, mindenképp két dolgot kell mérlegelni: egyrészt perspektivikus-e a program, azaz hosszabb távon, széles körben várható-e tőle gazdag eredmények, másrészt azt, hogy megvalósítható-e a program az adott körülmények között, azaz reális-e.

### Perspektivikusság

- Az atommagok szerkezetének, reakcióinak, bomlásának ismerete lehetőséget ad arra, hogy a még elő nem állított atommagok sajátosságait megjósoljuk, köztük pl. olyanokét is, amelyekben nehéz kvarkok is vannak („hipermagok”). A hipermagok vizsgálata jórészt még feltáratlan, hatalmas kutatási terület.
- Az atommag nukleonokból (proton, neutron) áll, így szerkezetének felderítése a „töbttest-probléma” megoldását is jelenti. Mindez megtermékenyítően

hat a kisebb (pl. hadronszerkezet) vagy nagyobb rendszerek (pl. molekulaszerkezet) felderítéséhez is.

- Az atommagban egyaránt tanulmányozhatók az *erős, elektromágneses és gyenge kölcsönhatások, azaz az ismert négy alapvető kölcsönhatás közül három* (a gravitáció túl gyenge ahhoz, hogy az atommagban mérhető effektust okozzon).
- Korunkban a Világegyetem kialakulásával, jelenével és jövőjével foglalkozó részecske- és *nukleáris asztrofizika* egyre inkább mérhető mennyiségekkel operáló, egzakt tudománnyá válik. A Világegyetem (és benne a Földünk) fejlődéstörténetének és várható jövőjének megértése elképzelhetetlen magfizikai ismeretek nélkül. A Nap sugárzó energiája atommagfolyamatokból származik és ez az energia elengedhetetlen a földi növényi, állati, emberi élethez. A látható világunk anyagának többsége atommagokban van koncentráva.
- A magfizikai módszerek alkalmazása az *anyagok kémiai összetételének meghatározásában* alapvető jelentőségű. Az atommagok töltése szabja meg az elektronhéjon lévő elektronok számát, így közvetve azok kémiai sajátságait, az atomok, molekulák és nagyobb struktúrák kialakulását.
- A *geológiai kormeghatározásokban* a magfizikai módszerek dominálnak. Ugyanakkor a magfizikának sok más geológiai alkalmazása is van.
- Az emberiség teljes energiaellátásában a *nukleáris erőművek* igen jelentős szerepet töltenek be; több száz üzemel belőlük jelenleg is, és számuk egyre növekszik. Amennyiben távlatilag sikerül a termonukleáris fúziós reaktort megalkotni, ez az emberiség energiaellátásának forradalmi javulását eredményezheti.
- Az atommagfizika *biológiai és orvosi alkalmazásainak* se szeri, se száma és az elmúlt évtizedekben milliárdos embertömegeknek magasabb életminőséget biztosított. Hogy csak egy példát említsek: a mi kis országunk kórházai-ban kb. ötven nukleáris medicina osztály működik.

### Hazai realitások

Ami a magfizikai alap kutatások hazai realitásait illeti: ez már nem volt ennyire egyértelmű.

- Magyarország kis ország és közvetlenül *a háború után nehéz gazdasági helyzetben volt*. A magkutatások eszközigényesek: műveléséhez gyorsítóberendezések, fejlett detektáló és kiértékelő eszközök szükségesek. A XX. század második felében elektroszkóppal és Geiger-Müller számlálócsövekkel már nem sokra lehetett jutni az alap kutatásban. Az USA-ban megépült a bevatron, Dubnában a nuklotron és szinkrociklotron. Üzembe léptek a vilamos energiát termelő atommagreaktorok. Felrobbant az első hidrogénbomba, egymás után építették az atommeghajtású tengeralattjárókat. A magfizika a nagyhatalmi versengés területe lett és a fejlett államok hatalmas szellemi és anyagi erőforrásokat fordították rá.

- *A magkutatáshoz feltétlenül szükségesek széleskörű nemzetközi kapcsolatok, amik a háború után hosszú időn át Magyarországon igen korlátozottak voltak. Ez azt eredményezte, hogy pl. a Van de Graaff gyorsítót az ATOMKI-nak kellett megépíteni – nagy nehézségek árán, áldozatos munkával, – és nem vehette meg készen, mint most a tandem gyorsítót.*
- *Sokan úgy gondolták (és úgy gondolják ma is), hogy ha itthon maradnak, arra kényszerülnek, hogy „jég hátán” próbáljanak eredményeket elérni. Sok kitűnő fizikus külföldre távozott és külföldön lettek híresek, sőt egyesek világhíresek.*

### Magfizikai kutatási eredmények

Végül is azt, hogy a magfizikai kutatás mennyire volt reális Magyarországon, az alapján ítéelhetjük meg, hogy milyen eredmények születtek belőle. Ma már hatvan év távlatából el lehet végezni ezt a számvetést. A következőkben felsorolok néhányat az ATOMKI magfizikai alapkutatási eredményei közül, a teljesség igénye nélkül.

Legnagyobb publicitást Szalay Sándor Csikai Gyulával végzett azon munkája kapta, amelyben a  ${}^6\text{He}$   $\beta$ -bomlásának nyomát lefényképezték ködkamrában. A  $\beta$ -részecske és a visszalökött anyag egymáshoz képest nem  $180^\circ$ -ban mozdult el, amiből következik, hogy – az impulzusmegmaradás törvényéből adódóan – egy harmadik részecskének is ki kellett lépni, ami nem hagyott nyomot a ködkamrában. Ez az antineutrínó létének indirekt bizonyítását jelentette.

Mivel az ATOMKI fennállásának 60 éve alatt sokan, sok témában publikáltak magfizikai eredményeket, a továbbiakban a szerzők említése nélkül sorolok fel olyan területeket, ahol az intézmény munkatársai jelentős eredményeket értek el.

- *Magreakciók*

Coulomb-gáthoz közeli magreakciók

Könnyű atommagok rezonanciái

Rezonanciák megjelenése csatolt csatornás számításokban

Protonkibocsátás a nukleonleszakadási határon túl lévő atommagokból

Multipólus óriásrezonanciák

Neutronreakciók:  $(n,t)$ ,  $(n,\gamma)$ ,  $(n,n')$ ,  $(n,2n)$  vizsgálata

Félklasszikus optikai modell kidolgozása hatáskeresztmetszetek számítására

- *Magspektroszkópia, atommagszerkezet*

Az elektronbefogást kísérő belső fékezési sugárzás vizsgálata

Parallel elektron-pozitron befogás

Az atommagok csomómodellje

Az  $\alpha$ -bomlás mikroszkopikus leírása

Nukleonglóriás atommagok

Nagyszámú új izotóp felfedezése, több mint 1500 új  $\gamma$ -átmenet észlelése és sajátosságainak kimérése

Széles magtartományok komplex kísérleti, *in-beam* magspektroszkópiai vizsgálata és leírása egységes magmodell-számításokkal

Szuper- és hiperdeformált magállapotok észlelése

Neutronbőr vastagságának meghatározása atommagokban

Új mágikus számok felismerése

Királis rotációs sávok észlelése, értelmezése

Magállapotok élettartamának meghatározása

- *Nukleáris asztrofizika*

Atommagok szintézisének vizsgálata *p*-folyamatokban

Asztrofizikai szempontból fontos, alacsony energiájú magreakciók vizsgálata

Ezeket a magfizikai alapkutatási eredményeket külföldön is ismerik és elismerik, az MTA pedig számos akadémikusi és akadémiai doktori fokozat odaítélésével ismerte el, nem is beszélve a nagyszámú egyetemi doktori, kandidátusi és PhD fokozatról.

### Az ATOMKI jelenlegi kutatási témái

Mára már az ATOMKI tevékenységi köre nagymértékben kiszélesedett. A jelenlegi főbb kutatási irányok a következők:

- *Magfizikai alapkutatás:*  $\gamma$ -spektroszkópiai vizsgálatok radioaktív nyalábokkal, kollektív gerjesztések atommagokban, nagyspinű állapotok vizsgálata, nukleáris asztrofizika, magadatok kompilációja.
- *Magfizikai alkalmazások:* ionnyaláb analitika, radiokémiai és izotópelválasztási kutatások, magadatok mérése, neutronfizika, ipari és orvosi alkalmazások.
- *Elméleti kvantumfizikai kutatások:* kvantumkorrelációk, szimmetriák kvantumrendszerekben, egzaktul megoldható kvantummechanikai problémák, szóráselmélet, rezonanciák.
- *Részecskefizikai kutatások:* detektorfejlesztés, részvétel a CERN-i CMS (kompakt müon szolenoid) programban, kvantumtérelmélet, kvantumszindinamika rácson.
- *Atomfizikai alapkutatás.*
- *Atomfizikai és szilárdtest-fizikai alkalmazások, felületkutatás.*
- *Környezetfizika.*

### Zárszó

Az elmondottak alapján azt hiszem, helyes döntés volt az ATOMKI létrehozása. Fennállásának 60 éve alatt mind az alapkutatások, mind az alkalmazások terüle-

tén maradandót alkotott. Az *alapkutatásra szükség van*, mivel a tudomány fejlődésének megvan a saját belső logikája, az alkalmazások ebből nőnek ki. Ha nincsenek az országban széles nemzetközi látókörrrel rendelkező, tapasztalt kutatók, később még az sem lesz, aki megmondja, milyen irányban történjenek alkalmazott kutatások. Igaz, itthon gyakran „a jég hátán” kell élni azoknak, akik alapkutatásra adják fejüket. Kárpótlásul szolgálhat viszont, hogy tudatos tehetszselekcióval számos fiatal kutatót sikerült kinevelni, akiket szívesen fogadnak élenjáró, kitűnően felszerelt külföldi laboratóriumokban is. Egyúttal megállapíthatjuk azt is, hogy az ATOMKI számos területen elősegítette a város és az ország fejlődését.

*A jubileum alkalmából köszöntöm mindazokat, akik az ATOMKI munkájában az elmúlt 60 évben részt vettek. Az eredmények közös munka eredményei. További sikereket, jó egészséget kívánok!*

Végül kedves kötelességemnek tartom, hogy külön is megemlékezzek *Krasznahorkay Attila, az MTA doktora munkásságáról*. Krasznahorkay Attila 1954 januárjában született, pontosan abban az évben, sőt ugyanazon hónapban, amikor az ATOMKI-t megalapították. Az időpontok egybeesése nem pusztán véletlen, inkább szimbolikus: az Intézet tevékenységének gazdagodása és Krasznahorkay Attila pályájának kiteljesedése párhuzamosan haladt. Jelenleg ő a Kísérleti magfizikai és nukleáris asztrofizikai főosztály vezetője. Maradandót alkotott az atommag szerkezeti kutatásokban, az atommagok óriásrezonanciáinak vizsgálatában, az atommagok neutronbőrének lemérésében, hiperdeformált atommagok előállításában és vizsgálatában, valamint nagyon reményteljesek egy új, kis tömegű részecske kimutatására vonatkozó kutatásai. Örömmre szolgált, hogy közel húsz éven át együtt dolgozhattam vele. További eredményes, tudományos eredményekben gazdag éveket kívánok neki.

### Irodalom

- Fényes T. (2002): *Structure of Atomic Nuclei*, Akad. Kiadó, Budapest.  
Fényes T. és mts. (2009): *Atommagfizika I*, második kiadás, Debreceni Egyetemi Kiadó.  
Krasznahorkay A. et al. (2011): *Research at the Section of Experimental Nuclear Physics of ATOMKI*, ATOMKI Annual Report 2011, p. 1.