

Kovách Ádám – Sulik Béla

AZ MTA ATOMMAGKUTATÓ INTÉZETÉNEK 60 ÉVE ¹⁾

Az idén ünnepeľjűk az MTA Atommagkutató Intézeté megalapításának 60. évfordulóját. A méltó megemlékezés indokolttá teszi, hogy felidézzűk azt az utat, amely az ATOMKI létrehozásához vezetett, valamint rövid áttekintést adjunk az intézet korábbi és jelenlegi munkájáról, vázolvá egyűttal azokat az általános elveket, amelyek jellemezték és jellemzik ma is az intézetben folytatott kutatási tevékenységet.

Az intézet létrehozásának előzményei

Egy debreceni fizikai kutatóintézet létesítésének gondolata a későbbi alapító igazgató, Szalay Sándor professzor nevéhez fűződik, aki a budapesti Pázmány Péter Tudományegyetem hallgatójaként és a híres Eötvös-kollégium tagjaként 1931-ben szerzett matematika-fizika-kémia szakos tanári oklevelet, majd 1932-ben „Gázkeverékek dielektromos viselkedése” című értekezése alapján bölcsészdoktorrá avatták. Tudományos munkásságát Szent-Györgyi Albert professzor meghívására a szegedi Ferenc József Tudományegyetem Orvosi Vegytani Intézetében kezdte, ahol az általa épített ultrahang-generátor felhasználásával polimer láncmolekulák ultrahang hatására történő feltöredeződését mutatta ki. A Szegeden töltött évet az ismeretszerzés és útkeresés évei kövezték. 1933 novemberétől a lipcsei Egyetem Fizikai Intézetében a Nobel-díjas Peter Debye mellett

¹⁾ A Magyar Tudomány Ünnepeének 2014. évi debreceni megnyitó ünnepeségén a Sulik Béla által tartott megemlékezés átdolgozott és kibőveített szövege

dolgozott, majd 1935-ben Zenner professzor irányításával a müncheni Műegyetem Fizikai Intézetében a piezoelektromos hatás alkalmazásának lehetőségeit tanulmányozta.

További életútja szempontjából alapvetően meghatározó volt az angliai Cambridge-ben, a Lord Rutherford által vezetett Cavendish Laboratóriumban töltött ösztöndíjas időszak. Itt ismerkedett meg az akkor – sok tekintetben Rutherford tevékenységének köszönhetően – erőteljes fellendülésnek indult atommagfizikával, amelynek alkotó művelését a továbbiakban életfeladatának tekintette. Mindemellett – a megszerzett-megteremtett nukleáris kultúrára, valamint eleve adott interdiszciplináris beállítottságára támaszkodva – kész volt azt a legidősebb orvosi, biológiai, agrártudományi, geokémiai és anyagtudományi témák megoldására bevetni.

Angliai tanulmányútját követően a debreceni Tisza István Tudományegyetem Gyulay Zoltán professzor által vezetett Orvostudományi Fizikai Intézetében (amely akkoriban az egyetlen fizikai szakirányú tanszéket jelentette) kapott tanársegédi állást. Gyulai professzor messzemenően támogatta Szalay Sándor törekvését, hogy kiépítse Debrecenben a hazai kísérleti atommagfizikai kutatások első bázisát.

1939-ben jelent meg első, Debrecenben végzett kísérleteinek eredményeire alapozott közleménye, amely egy alfa-részecskék által kiváltott magreakció hatás keresztmetszetének energiafüggéséről számolt be. Ekkor fogalmazódtak meg azok az ötletei is, amelyek a későbbiekben – a háború okozta szünet után – hosszú éveken át megtermékenyítően hatottak azokra a magfizikai kutatásokra, amelyeket már tanítványai, későbbi munkatársai fokozatosan bővülő körével együtt végzett.

Gyulay professzort 1940-ben Kolozsvárra nevezték ki. Távozását követően Szalay Sándor egyetemi tanárként vette át a tanszék irányítását, majd 1948-ban, az egyetem Természettudományi Karának létrehozása során kialakított Kísérleti Fizikai Tanszék vezetője lett. Ezen a tanszéken alakult ki az a kutatói közösség, amely az ATOMKI kutatóállományaának alapját képezte.

Magfizikai ismereteire, valamint a nukleáris technika ipari-energetikai alkalmazásainak várható fejlődéséből következő igények felismerésére alapozva kezdeményezte, és kezdte meg 1947-ben – Földvári Aladár geológus professzorral együttműködve – a hazai uránkutatást. Ők észleltek első ízben uránfeldúsulást a hazai kőszekenben, a javaslatukra ipari méretekben is megindult uránkutatás vezetett 1954-ben a hazai uránkincs felfedezéséhez. Mint az Vas Zoltánnak, a Tervhivatal elnökének 1953 őszén tett debreceni látogatása során megfogalmazódott, ez a tevékenység szolgált az új kutatóintézet létrehozásának elsődleges indokaként.

Az ATOMKI megalapítása, működésének első évei

A Szalay professzor által javasolt új intézetet – Debreceni Fizikai Kutató Intézet néven – a Minisztertanács 1954. január 12-én kelt 540126/1/1954.sz. határozatával hozta létre. A rendelkezés a Magyar Tudományos Akadémia felügyelete alá helyezett intézet feladatait a kísérleti atommagkutatás művelésében, az ehhez szükséges anyagok kutatásában, valamint a szakemberképzésben jelölte meg. Az intézetnek, mely jelenlegi nevét 1956 júliusában vette fel, induló létszáma 54 fő volt, ennek alapját a Kísérleti Fizikai Tanszék keretein belül korábban létrehozott 23 fős kutatócsoport képezte, így biztosítva voltak az új intézetben folytatható kutatómunka megkezdésének személyi feltételei.

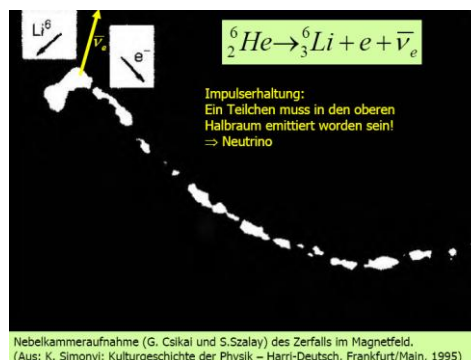
A kutatás kezdetben az egyetemi tanszék épületében folyt, az intézet 1956-ban vette át jelenlegi főépületét. 1958-ban épült fel a második laboratóriumi épület, valamint egy vendégszobákat is magában foglaló lakóépület. 1959-ben készült el a Hidegfizikai Laboratórium, 1970-ben az elektrosztatikus gyorsítóknak és a könyvtárnak helyet adó épületegyüttes. 1980-ban fejeződött be a mechanikai műhelycsarnok és egy újabb laboratóriumi épület létrehozása, 1985-ben a ciklotron-gyorsítónak helyet adó épület készült el.

A laboratóriumi infrastruktúra fejlesztésével párhuzamosan, fokozatosan bővült a személyi háttér is. Ebben – a Szalay professzor nevéhez kötődő debreceni magfizikai iskola kezdettől fogva követett elveinek megfelelően – az egyetemmel fennálló szoros kapcsolatra támaszkodó tehetségselekciónak érvényesült. Az intézet létszáma fokozatosan növekedett, a legnagyobb létszám a 90-es évek végén 309 fő volt. Ezt a továbbiakban fokozatos létszámcsökkenés követte, az ATOMKI jelenlegi költségvetési létszáma 180 fő, ehhez járul mintegy 10 doktori ösztöndíjas egyetemi hallgató.

A gondos előkészítő munkának köszönhetően hamar megszülettek az első, jelentős nemzetközi érdeklődést kiváltó kutatási eredmények, melyek némelyike tankönyvekben is helyet kaphatott. Ilyen volt a ${}^6\text{He}$ béta-bomlása során keletkező (anti)neutrínó létezésének kimutatása 1957-ben a bomlás során keletkezett töltött részecskék pályájának ködkamrában történt lefényképezése útján. Mint a közölt felvételen látható, a visszalökött mag és a kibocsátott béta-részecske pályái 180° -tól eltérő szöget zárnak be egymással, ami csak egy harmadik, elektromos töltéssel nem rendelkező részecske egyidejű kibocsátásával magyarázható. Ez volt az első eredményes kísérlet a neutrínó létezésének kísérleti bizonyítására, aminek a jelentőségét mutatja, hogy az Európai Fizikai Társulat a kísérletnek helyet adó épületet 2013-ban a fizika európai emlékhelyévé nyilvánította és emléktáblával jelölte meg.



A ködkamra-felvétel készítői:
Szalay Sándor és Csikai Gyula



és a legendás fotó:
ahol a neutrínó (sárga nyíl) ugyan láthatatlan, de nélküle a többiek útja nem lenne érthető.

Az új intézet kutatási területei – az alapítólevélben foglalt célkitűzésekkel összhangban – az Egyetem Kísérleti Fizikai Intézetében megkezdett kutatásokat fogták össze. Folytatódtak az urán geokémiájával kapcsolatos vizsgálatok, amelyek kimutatták a szerves anyagok adszorpciós hatásának döntő szerepét az urán biolitokban (tőzegben, szénben) tapasztalható feldúsulásában. E kutatások más kémiai elemekre történő kiterjesztése révén sikerült kimutatni, hogy a talaj szervesanyag-tartalmán végbemenő kemisorpciós folyamatok felelősek nem csak az uránnak, hanem a különböző, biológiai szempontból is jelentős nyomelemek feldúsulásáért a talajban, ezzel párhuzamosan az e talajokon fejlődő növényekben tapasztalható nyomelem-hiányért. Mindemellett megtörténtek a kezdeti lépések a kísérleti magfizikai és atomhép-fizikai kutatások infrastruktúris háttérének kiépítésére, a folyamatosan szélesedő spektrumban folytatott kutatások anyagi és szellemi háttérének megteremtésére.

Az ATOMKI működésének alapelvei

Melyek voltak azok a pillérek, amelyekre építve az alapító meghatározta azokat az elveket, amelyeket az új intézet tevékenységében kezdettől fogva érvényesített? Csupán rövid felsorolásban kívánjuk a következőkben összefoglalni ezt az elvi háttérrel, amelyre mint hagyományra épül ma is az intézet felépítése, kutatási éthosza:

- A (kísérleti) fizika élvonalába tartozó kutatásokat folytatni, kihasználva a sokoldalú együttműködés lehetőségeit, részt venni a kutatás nemzetközi vérkeringésében;
- a kutatások során elsősorban saját fejlesztésű eszközök használatára támaszkodni, az ehhez szükséges fejlesztési és műhely-háttér megteremtése, fejlesztése és fenntartása révén;
- törekvés a megszerzett új ismeretek alkalmazási lehetőségeinek feltárására, részletes megismerésére és megvalósítására;
- részvétel az oktatásban, ennek során nem pusztán ismeretek közlésére, hanem a természet-szemlélet alakítására, a munkamódszerek átadására is törekedni kell. Ki kell használni a kutatás közösségformáló erejét, tevékeny részt kell vállalni a társadalom, ezen belül különösen Debrecen városának kulturális életében.

Az ATOMKI kutatási területei

Meghaladná ennek a dolgozatnak a kereteit, ha részletekbe menően kísérelnénk meg ismertetni mindazokat a kutatási területeket, amelyeken az intézet kutatói az elmúlt hatvan év folyamán dolgoztak, vagy dolgoznak napjainkban is. Ezért szinte csak felsorolásszerűen ismertetjük azt a tevékenységet, amely az intézet munkáját jellemezte és – a nyilvánvaló folyamatosságnak köszönhetően – jellemzi ma is.

Alapkutatás

Az intézetben folytatott, zömmel kísérleti jellegű alapkutatások témáinak megválasztásánál döntő szempontként érvényesül, hogy ezek ne marginális, hanem a tudomány élvonalába tartozó témák legyenek, lehetőséget biztosítva a nemzetközi szintű együttműködések lehetőségeinek kihasználására. A művelt alapkutatási témák az alábbi területekre terjednek ki:

- *Kvantumfizika*: ezen belül kvantumrendszerekben megnyilvánuló korrelációk és szimmetriák vizsgálata, szóráselméleti, valamint elméleti magfizikai kutatások.
- *Részecskefizika*: az e területen folytatott elméleti kutatások mellett a kísérleti részecskefizikában alkalmazható detektorok fejlesztésében vettek részt az intézet kutatói. Bekapcsolódtak a CERN új, nagy részecskegyorsítója (LHC) egyik detektorrendszerén folytatott mérésekbe a CMS-együttműködés révén, és így részesei lehettek az ún. Higgs-bozon kimutatását eredményező kutatásoknak.
- *Atommagfizika*: e terület kezdettől fogva jelen van és meghatározó szerepet játszik az intézet által művelt kutatások spektrumában. Egyes témák magszerkezeti kutatásokra irányulnak, mások különböző atommag-reakciók sajátosságai-

nak feltárását tűzik ki célul. Az elmúlt húsz évben e körön belül különös hangsúlyt kaptak a nukleáris asztrofizikai irányultságú kutatások, amelyek célja a csillagokban, főként közepes és alacsony energiaszinten lejátszódó magfolyamatok sajátosságainak feltárása.

– *Atomhégyszűrés-fizika*: az ion-anyag kölcsönhatások egyedi folyamatainak kísérleti vizsgálata, valamint a magfúziós folyamatok egyes sajátosságainak feltárását, a magasan ionizált rendszerek vizsgálatát célzó plazmafizikai kutatások mellett a legutóbbi időben bekapcsolódtak a nagyenergiájú lézerek nyújtotta lehetőségek kihasználását célzó, széleskörű nemzetközi együttműködésbe (ELI) is.

A kutatások eszközháttérének fejlesztése

Az intézet működésének kezdeti időszakában a kutatási berendezések beszerzése külföldről nehézségekbe ütközött, ezért a kísérleti kutatások eszközháttérének megteremtése során elsősorban a saját erőből történő fejlesztés lehetőségei kerültek előtérbe. Ezzel amellet, hogy nélkülözhetetlen eszközöket, köztük több gyorsítóberendezést is sikerült a kutatások szolgálatába állítani, a technikai háttér megteremtésével párhuzamosan lehetőség nyílt a kutatói invenció széleskörű kibontakoztatására, valamint arra, hogy a berendezések tervezése során a megcélzott kutatások sajátos szempontjai fokozott mértékben érvényesüljenek.

A saját fejlesztésű gyorsítók sorát egy 300 keV feszültségen működő neutrongenerátor létesítése nyitotta meg 1957-ben, ezt egy 1 MV-os Van de Graaff gyorsító 1961-ben, majd az 5 MV maximális feszültségen működő Van de Graaff generátor 1971-ben történt üzembe helyezése követte. 1996-ban állt a kutatás szolgálatába a magas ionizáltsági fokú plazmák vizsgálatára alkalmas ECR ionforrás. Az intézetben tervezett és megépített gyorsítóknak több olyan megoldást alkalmaztak, amelyek nemzetközi szinten is újdonságot jelentettek, mint például az elektrosztatikus generátor magasfeszültségű elektródja optimalizált alakjának kialakítása.

Az intézet rendelkezésére álló gyorsító-állomány készen megvásárolt berendezésekkel is bővült. 1985-ben helyezték üzembe a 20 MeV (proton) energián működő, az alap- és alkalmazott kutatások széles körében használt ciklotron, 2010-ben egy gyorsító tömegspektrométer (AMS), 2013-ban pedig egy nagyenergiájú ún. tandetron-gyorsítót. Elmondható, hogy ma a kutatási célokat szolgáló hazai gyorsítópark túlnyomó része az ATOMKI-ben van. Ugyanakkor a nyalábvégekre telepített, zömmel saját fejlesztésű mérőberendezések, detektorrendszerek anyagi és szellemi értéke talán meg is haladja az őket kiszolgáló gyorsítók értékét.

Az intézetben folytatott eszköz- és berendezés-fejlesztés magas színvonalon működő technológiai (fejlesztési és műhely-) háttérrel igényelt és igényel ma is.

Ez a háttér kezdettől fogva szükségszerűen kiterjedt a gyorsító- és vákuumtechnika, detektortechnika, elektronika és mérés technika, a számítástechnika, a hidegfizika és hidegtechnika számos részterületére, amelyek jó része a későbbiekben önálló életre kelt és önálló, az intézet mai tevékenységében komoly súllyal rendelkező kutatási területté vált. E tekintetben kiemelkedő a detektorfejlesztés, amely kulcsszerepet tölt be az intézet tudományos együttműködéseinek rendszerében.

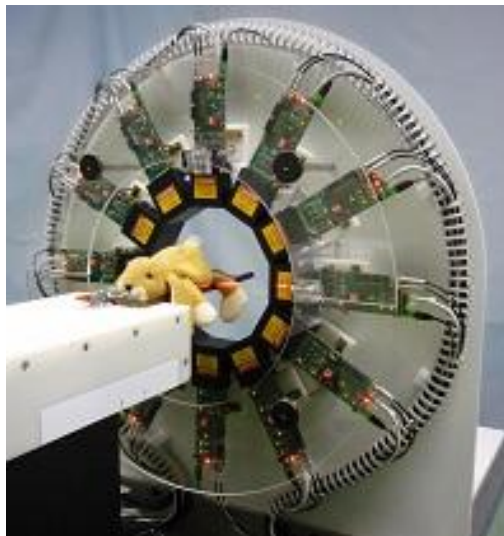
Alkalmazott kutatások

Az intézetben művelt kutatási témák spektrumának alakításában – az alapító igazgató nevéhez köthető debreceni magfizikai iskola hagyományainak megfelelően – kezdettől fogva megnyilvánult az a törekvés, hogy az alapkutatások művelése során nyert ismereteket és tapasztalatokat, módszereket más tudományterületeken is felhasználják. Ebben a törekvésben egyrészt a természetet egységes egésznek, a kutatás diszciplínák szerinti felosztását csupán módszertani eszköznek tekintő felfogás érvényesült, másrészt ennek révén lehetőség nyílt arra, hogy a társadalom számára közvetlen hasznot jelentő eredmények is szülessenek az intézetben.

A *magfizikai módszerek*, eszközök és tapasztalatok számos alkalmazása jellemezte és jellemzi az intézet tevékenységét. A gyorsítók ionnyalábja által a céltárgy anyagában keltett magreakciók kiértékelése nagy érzékenységgű és nagy térbeli felbontású kémiai analitikai eljárásként hasznosítható ("ionnyaláb-analitika"). A ciklotron segítségével számos, egyéb szakterületen alkalmazható izotóp termelése valósult meg a megcélzott izotópnak a céltárgyból való kinyerését lehetővé tevő radiokémiai eljárások kidolgozását követően. Ugyancsak a ciklotron felhasználásával létrehozott, jól irányított neutronnyalábok felhasználásával neutronfizikai mérések elvégzésére nyílt lehetőség. Külön kiemelendőnek tarjuk az orvosi alkalmazásokat, amelyek kezdettől fogva jelen vannak az intézet kutatásainak spektrumában. A kezdeti időszakot a radioaktív nyomjelzés lehetőségeinek orvosi intézményekkel együttműködésben történő alkalmazása, pl. a jód-131 izotóp pajzsmirigy-diagnosztikai felhasználása jellemezte. A ciklotron üzembe helyezését követően az intézet kezdeményezésére jött létre – a régióban elsőként – a ciklotron mellett egy pozitronemissziós tomográf (PET) laboratórium, amely éveken keresztül hazánk egyetlen ilyen célú intézményeként országos feladatot is ellátott.



Az anyagtudományokat szolgáló
ESA-31 elektron spektrométer



és a gyógyszerkutatásban kulcs-
fontosságú kisállat-PET

Az *atomfizikai kutatási eljárásokat* elsősorban az anyagtudományok különböző területein alkalmazzák széles körben. Az elektron spektroszkópiai módszerekre alapozott analitika lehetővé tette vékony rétegekben lejátszódó elektrontranszport-jelenségek vizsgálatát, felületi és határrétegek kutatását. Széles körben nyertek alkalmazást a röntgenspektrometriára alapozott analitikai eljárások, az e körben felhasználható, magas technikai színvonalat képviselő detektorok és detektorrendszerek kifejlesztését követően. Ugyancsak az anyagtudományok területét érintik az extrém alacsony hőmérsékleten lejátszódó jelenségek vizsgálata az intézet hidegfizikai laboratóriumában. Az anyagtudományi kutatásokat szolgálja jelenleg is a Debreceni Egyetem és az intézet által közösen működtetett Anyagtudományi Laboratórium.

A *földtudományok* területét érintő kutatások kezdettől fogva jelentős részét képezték az intézetben folytatott kutatási tevékenységnek. A bevezetésben már említett, Szalay professzornak a szerves anyagok geokémiai szerepével kapcsolatos kutatásai mellett jelentős szerepet töltek és töltenek be ma is az intézet kutatási tevékenységében a tömegspektrometria földtani alkalmazásaira alapozott vizsgálatok. Ezek közül a Rb/Sr kormeghatározási módszer elsősorban a Kárpát-medence idős kristályos aljzata fejlődéstörténetének tisztázásához szolgáltatott adatokat, a ma is működő K/Ar kormeghatározási laboratórium főként a fiatal földtani képződmények, így a neogén vulkanizmus kutatásához nyújtással nem helyettesíthető információt. Az Isotopech Zrt.-vel közösen működtetett

izotóp-geokémiai laboratórium munkája a könnyű elemek izotópösszetételének vizsgálata révén főként hidrológiai problémák megoldására összpontosul, de a C-14 kormeghatározás módszereit az archeológia területén is alkalmazzák.

A **környezetkutatás** körébe sorolható – a légszennyeződés alakulását nyomon követő aeroszol-kutatás mellett – a légkörben található radioaktív anyagok előfordulásának vizsgálata. Még a Kísérleti Fizikai Tanszéken megkezdett, majd az ATOMKI-ban folytatott csapadék-radioaktivitási mérések révén Európa egyik legkorábban kezdődő, a légköri atomfegyver-kísérletek hatását tükröző mérési sorozat eredményei állnak rendelkezésre. A környezeti radioaktivitás vizsgálata kiterjed a radon környezetünkben tapasztalható megjelenésének vizsgálatára, de nukleáris létesítmények üzembiztonságának ellenőrzését is szolgálja. Mindezen kutatások összefogó hátterét a szakterületi laboratóriumok mellett a Debreceni Egyetem Természettudományi és Műszaki Karával közösen működtetett Környezetfizikai Tanszék biztosítja.

* * *

Nem lenne teljes ez a vázlatos összefoglalás, ha röviden nem térnénk ki a jövő várható fejlesztési irányaira is. Az ATOMKI-ban folytatott kutatások nemzetközileg is elismert eredményei, a széles körben folytatott nemzetközi együttműködések kedvező tapasztalatai egyaránt az intézet kutatási filozófiájának, a debreceni fizikai kutatási iskola működési alapelveinek helyes voltát igazolják, ezért a jövő kutatásait illetően a jelenlegi általános irányvonal megtartása tűnik indokoltnak. Ez természetesen nem zárja ki azt, hogy az egyes kutatási területek között hangsúly-eltolódások ne következzenek be, ne jelenjenek meg új, aktuális kutatási területek. A közeli jövőben várható például

- az anyagtudományi és a detektorfejlesztési laboratórium megerősítése,
- a tandetron-laboratórium kiépítésének befejezése,
- bekapcsolódás a nagyenergiájú és nagyintenzitású lézerek felhasználását célzó ELI, valamint az európai nagyenergiájú antiproton- és ionkutatást összefogó FAIR nemzetközi együttműködésekbe.



A jövő: az új Tandetron gyorsító

A távolabbi jövő feladatai jelenleg még csak a gondolkodás szintjén fogalmazódnak meg. Elvi lehetőségként jelentkezik például egy nagyobb energiájú, az alapkutatások mellett a proton- és ionterápiában is használható gyorsító berendezés létrehozása. Mindenesetre leszögezhető, hogy a jövő kutatási tematikájának alakításában az Intézet – ahogy eddig is tette – a fizika és alkalmazási területei nemzetközi fejlődési irányainak figyelembevételével fog eljárni, hiszen így válik lehetővé, hogy megtarthassa a fizikai alap- és alkalmazott kutatások területén elfoglalt jelenlegi helyét és szerepét.