

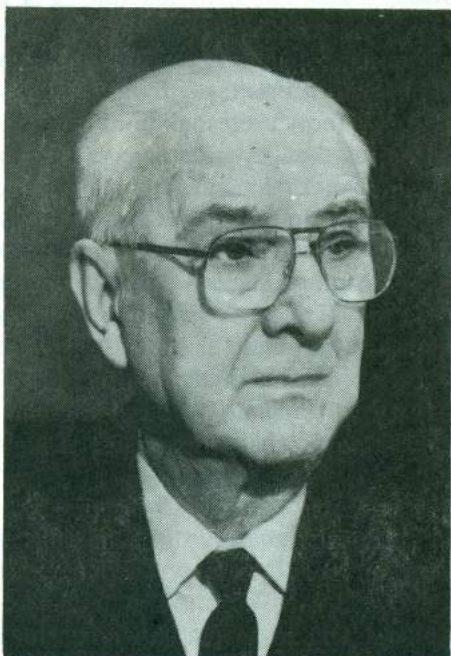
*Medveczky László*

## Szalay Sándor

(1909. október 4. – 1987. október 11.)

Először egy kérdő mondatot akartam írásom címéül adni. Talán így: miért Debrecenben van az ATOMKI, azaz a Magyar Tudományos Akadémia Atommagkutató Intézete? A válasz egyszerű és rövid: Debrecenben volt egyetemi tanár Szalay Sándor és ért el olyan eredményeket néhány munkatársával, ami az egyetemi intézettől költségvetésileg független kutatóintézet szervezését tette lehetővé, illetve szükségessé.

De lássuk, ki volt Szalay Sándor, mivel foglalkozott, melyek voltak életpályájának fontosabb állomásai és eredményei? Ahol csak lehet, ott idézzük saját szavaival.



### Családi háttér, gimnazista évek

Szalay Sándor 1909. október 4-én született Nyíregyházán.\* Édesapja az ottani evangélikus gimnáziumnak volt matematika-fizika szakos tanára.

Édesapjára és gyermekkorára így emlékezik vissza Szalay Sándor:

„Szabómester nagyapám méterrúdjának a csattanása a tizenéves apám hátán volt az a varázsvessző, amely egy fizikus dinasztiát indított el tulajdonképpen. Kicsit feszült volt közöttük a viszony, mert apám nem volt hajlandó megtanulni a szabómesterséget, pedig nagyon jól ment a szabászat, hat segéddel. Apám ezzel szemben az iskolából hozott, vagy másutt elérhető tudományos könyveket bújtta és látva, hogy nagyapám ennek nem nagyon örül, titokban kísérletezett. Nagyanym ócska ezüst kanalait salétromsavban feloldva készített ezüstnitrátot és készítette a fotólemezeket, mert szenvedélyes fotográfus is volt és

\* Ezzel a cikkel emlékezünk 85. születésnapjára.

maga öntötte a zselatinos fotoemulziókat. Ezeket én megtanultam tőle, gyermekkoromban 1920 körül, amikor diapozitíveket készített saját előadásaihoz.

Egyszer nagyapám a padlásajtóból kiözönlő füstre és zakatolásra lett figyelmes, azt hitte ég a ház és amikor felszaladt, látta, hogy az apám egy titokban készített gőzgépet üzemeltet, amit csak a padláson mert elkészíteni, de az ott kitűnően működött. Ekkor történt, hogy mérgeiben a keze ügyében lévő méterruddal kiosztott néhány varázsütést, amellyel ki is adta mérgejét, de egyben végleg belátta, hogy a fiából nem lesz soha kisiparos és nincs, aki majd átvegye a műhelyét. Azzal a füsttel az ő öregkorára szánt tervei és reményei is elszálltak.

Nagyon okos és jó ember volt és ezek után ennek megfelelően is döntött. Anyagi helyzete megengedte, hogy négy gyermeke közül az egyiket egyetemre küldje. Az apám matematika-fizika tanári szakra ment a kolozsvári egyetemre és elvégzése után Tangl professzor ott tartotta tanársegédnek az 1900-as évek elején. Ez persze akkor teljesen bizonytalan alkalmazás volt, amit évente hosszabbítottak meg, nem lehetett rá egzisztenciát alapozni. Nemsokára párt talált, meg akart nőszülni és okosabbnak látta leköszönni az egyetemi állásról és Nyíregyházára pályázott tanárnak, ami végleges, életre szóló pozíció volt. Ott születtem én és érett tudós koromban láttam egyre tisztábban azt, hogy az apám tudósnak született és hogy milyen álmairól mondott le azért, hogy családot alapíthasson. Azt mondhatom, hogy az én tudományos pályafutásomhoz az övének ketté kellett törnie, mert így tudta biztosítani az én és testvéreim megélhetését.

Kezembe került az otthoni limlomok között apám diplomamunkája, amely 1905 körül készült el és amelyben a kolozsvári egyetem nagyon szerény tanszékén katód-sugarakat hozott ki egy vékony alumínium fólián a szabad levegőre és különböző anyagok fluoreszkálását vizsgálta a bombázó elektronok hatása alatt. A berendezést persze nagy részben saját kezűleg kellett készítenie. Ezek a vizsgálatok Lénárd Fülöp és J.J. Thomson Cambridge-ben végzett elektron töltés-tömeg viszony meghatározásos kísérleteihez kapcsolódtak, akik mindketten Nobel-díjat kaptak ilyen vizsgálataikért és azokat alig néhány (kb. tíz) évvel korábban végezték. Apám doktorálni is szeretett volna és ki szeretett volna menni Németországba is, legalább egy évre, de minderről véglegesen le kellett mondania.

Amit az apám ezek után csinált, azt minden pszichológus ma „póttvékenység”-nek nevezné. A nyíregyházi iskola szertárát évtizedeken át tartó, saját kezű munkájával nagyon szépen felszerelte, nagyméretű szikrainduktort, Tesla-berendezést, Hertz-hullámokat, stb. csinált és ezekben a munkákban én voltam a kisinasa. Gyermekkorom szabadideje a gimnázium fizikaszertárában telt el. Gyakorlatilag minden szombat-vasárnap benn dolgoztunk, sokszor reggeltől estig a fizikai szertárban, amelyet szerszámokkal és kisebb szerszámgépekkel is felszerelt. Munkájáért soha semmiféle kitüntetést, elismerést, dicséretet nem kapott. Magától értetődőnek vették, hogy a fizikatanár ilyen és ilyesmivel foglalkozik. Visszatekintve ezekre a jóval több, mint fél évszázaddal ezelőtti dolgokra és a saját, közben szerzett tapasztalataimra, nyugodtan és meggyőződéssel állíthatom, hogy egy értékes, szakmájáért rajongó, ízig-vérig tudós fizikus veszett el benne, a mostoha körülmények miatt.

Én már gyermekkoromban fizikusként nőtem fel, játékaim a fizikai szertár eszközei voltak és amikor gimnazista koromban beütött a rádiós korszak, apámmal csináltuk az első rádiókat Nyíregyházán. 1923-tól indultak meg a rendszeres adások Budapestről.” [1]



### Budapest — Eötvös Kollégium

A középiskolát jeles érettségivel fejezi be Szalay, tanulmányait a budapesti Pázmány Péter Tudományegyetem matematika-fizika szakán folytatja. Édesapja volt kolozsvári főnökének (aki időközben a budapesti egyetemre került) a segítségével ösztöndíjas helyet kapott az Eötvös Kollégiumban. Ezzel élete második döntő jelentőségű periódusa kezdődött, amiről saját maga így szól:

„Azí hiszem, ez volt a következő döntő tényező, ami fejlődésemet befolyásolta. A nyíregyházi évek után az Eötvös Kollégiumban egészen más légkör várt. Egy hatalmas könyvtár külföldi folyóiratokkal, kiváló tudós tanárok, szorgalmas, kötelező nyelvtanulás és művelődés. Egyben összekerültem az ország különböző középiskoláiból kiválogatott, legtehetségesebb, hasonló korú fiatalokkal, akik közül sokan élnek ma is, vezető pozícióban, akadémiai tagok, vagy tudományos intézetekben, könyvtárakban, levéltárakban dolgozó, kiemelkedő kutatók. Itt a vasárnap délelőtti szórakozásom az idegen nyelvű külföldi folyóiratok olvasgatása volt, vagy jó időben egésznapos kirándulás a Budai hegyekben, ahol nagyon sokat beszélgettünk a szakmai és általános műveltségbeli dolgokról. Most is jól emlékszem, hogy az egyik évfolyamtársam egyszer a következőt mondta: "Sándor, mi tanuljuk a fizikát, de neked a véredben van, benne nőttél fel."

Egyébként az Eötvös Kollégium alapelve volt, hogy különféle szakos tehetséges fiatal gyűjtött ott össze. A hallgatóknak kb. egynegyede volt természettudományi szakos, a többiek humánszakosok voltak. Míg szakmailag a kollégium a fizikusoknak egy szűk szakkönyvtáron kívül nem túl sokat nyújtott, addig általános műveltségben, humanizmusban nagyon sokat. Egy kis vidéki iskola légköréből idekerült fiatalember úgy érezhette magát, mint aki egy szűk völgyből feljött egy magaslatra és onnan sokkal messzebbre, talán Európába lát. Anyagi gondjaim ekkor nem voltak, a kollégiumban majdnem díjtalanul teljes ellátást kaptam. Az anyagi gondok később kezdődtek, amikor megkaptam a diplomámat. Ez 1931-ben volt, a gazdasági világválság kellős közepén, amikor az állam még azoknak a fiataloknak sem tudott állást biztosítani, akiket optimális körülmények között ösztöndíjakkal igyekezett kinevelni a magyar kultúra és tudomány számára. Mérnökök örültek, ha taxi-engedélyt kaptak.\* Én még egy évre megkaptam az ösztöndíjat, hogy befejezzem az akkor már előrehaladott doktori értekezésemet, de a doktorátus után teljesen reménytelennek látszott a helyzet.”[2]

### Szegeden Szent-Györgyinél

A doktorálás után Szalay csak néhány hónapig „élvezte” az állástalan, diplomás munkanélküliek sorsát. Életének ezt követő periódusát így mondja el:

„Váratlanul meghívást kaptam Szegedre Szent-Györgyi Albert professzor mellé, akit mindig rendkívül érdekelt a fizika, és egy fizikust keresett ideiglenesen az intézetébe. Ez nem volt rendszeresített állami állás, hanem ő a külföldi alapítványokból kutatási célra kapott pénzből, „kiskasszából” fizetett egy évig. Ezalatt ultrahang-hullámokat kellett előállítanom. A feladatot sikerrel megoldottam és ezzel a berendezéssel jutottam életem első tudományos felfedezéséhez is. Megállapítottam, hogy az ultrahang-sugarak hatására az óriásmolekulák széttépődnek, szétrázódnak, depolimerizálódnak. Így pl. a keményí-

\* Az állástalan diplomásoknak országos bizottsága is volt, az ÁDOB.



tőből előbb dextrin, később szőlőcukor lesz az ultrahang hatására. Szent-Györgyi ráksejtek roncsolt ultrahang-sugarakkal és ilyen kísérleteket is végeztünk kísérleti állatokon.

Szent-Györgyi nagyon nagy hatással volt rám. Életemben először kerültem akkor egy olyan kutatócsoportba, amely bár a professzoron kívül csak kb. öt kutatómunkatársból állt, mégis a vitaminkutatás területén a tudósvilág érdeklődésének keresztüztüében lázas tempóban dolgozott és egyik érdekes eredmény született a másik után. Szent-Györgyiben zseniális kutatót ismertem meg, aki csodálatos intuícióval és éleslátással dolgozott és minden nap el lehetünk készülvé valami meglepetésre.

Elmondok erről egy érdekes esetet, amire ma is jól emlékszem: Egy szombaton barátokkal nagy csónakkiránduláson voltam, feleveztünk a Marosba és este holtfáradtan érkeztem haza. Az intézet kis étkezőfülkéjében sütöttem magamnak rántottát és nagy étvágygal kebeleztem be, amikor berontott Szent-Györgyi, a nyomában pedig egy bolgárkertész, nagy kosár zöldpaprikával. „Szalay fiam, gyere segíteni!” – mondta Szent-Györgyi és rögtön nekiláttunk a zöldpaprikát kicsutkázni. Utána villanyhúsdarálón ledaráltuk, a levét azonnal titrálta és megállapította, hogy a kipréselt paprika levében sokkal több volt a C-vitamin, mint az addig használt káposztalében, sokkal kevésbé oxidálódott és tányérba, szabadlevegőn szétterítve még egy óra múlva is megvolt a C-vitamin tartalma. A következő napokban már szekérszámra jött a paprika az intézetbe, az egész intézet, felesége és kislánya is paprikát csutkázott, és 50 literes ballonokban gyűlt a kipréselt paprika leve. Rövid hetek múlva néhány száz gramm C-vitamint sikerült kristályos állapotban előállítania.

Tulajdonképpen rajta keresztül tájékozódtam közelebből Cambridge és Oxford felől, az ott folyó munkáról, ezen intézmények szelleméről és ebben az időben fogalmazódott meg bennem a fizikai irodalom olvasása közben az, hogy a magfizika volt a fizikában akkor az a tudomány, amely széles lendülettel tört előre és évről évre újabb meglepetéseket hozott.

Szent-Györgyi mellett megbízatásom 1933 nyarán lejárt és én attól kezdve mindent elkövettem, hogy Cambridge-be juthassak, Rutherford mellé, a Cavendish-laboratóriumba, amely akkor a magkutatás úttörő iskolája volt.”[2]

### Két év Németországban

A Szegeden töltött akadémiai év még jobban megerősítette Szalay elhatározását, hogy tudományos pályára lép és tovább akart tanulni. Állása nem volt, ezért pályázatokkal ostromolta az Ösztöndíjtanácsot, de az áhított angliai ösztöndíj helyett két éven át magyar-német csereösztöndíjat kapott, és ennek segítségével egy évet töltött Lipcsében a későbbi Nobel-díjas Debye professzor mellett, aki szintén ultrahang-kísérletekkel foglalkoztatta és ott elektroliteken sikerült egy érdekes felfedezést tennie. A következő évet Münchenben töltötte Zenneck professzor intézetében piezoelektromos vizsgálatokkal. Amikor hazajött, csak Nyíregyházára, a szüleihez mehetett, mert állása még mindig nem volt. Ez már három évvel a doktorátusa után volt, 1935-ben.

Az utolsó pillanatban jött a meghívás: Gyulai professzor, akit akkor helyeztek Debrecenbe, tanársegédnek hívta maga mellé az Orvostudományi Fizikai Inté-

zetbe.\* Nem volt más választása, és bár nem nagy örömmel, de elfogadta az állást, azért is, mert Gyulai professzort még Szegedről jól ismerte és igen nagyra becsülte. Tisztában volt azzal, hogy ez a Fizikai Tanszék van az országban a legelmaradottabb állapotban, de annak is tudatában volt, hogy Gyulainak nagy szüksége van rá, mert szeretné az intézetet rendbe hozni, és neki most törleszteni kell az ösztöndíjas évekért.

„Azután felvillant egy kis napsugár, mert még Nyíregyházán édesapámnál hamarosan megkaptam az Ösztöndíjtanács értesítését, hogy fél évre állami ösztöndíjat kaptam Angliába. Rögtön írtam a Cavendish-laboratóriumba Rutherfordnak és kértem, hogy vendégként dolgozhassam a laboratóriumban. Hamarosan megkaptam a választ, hogy szívesen lát. Amikor kijutottam, akkor tudtam meg, hogy elég kivételes szerencse volt, mert minden megüresedő vendég munkahelyre legalább 8–10 értékes pályázó jelentkezik a világ és különösen a brit birodalom minden részéből. Azt hiszem, akkor már megjelent publikációimnak és volt professzoraimtól kapott ajánlásoknak köszönhettem, hogy rám esett a választás.”[2]

A kiutazáshoz Gyulai egyetértését is megkapta.

### Cambridge-ben Rutherfordnál

Szalaynak nem volt tehát más választása, minthogy elfogadja a debreceni tanárségédi állást 1935-ben Gyulai mellett a debreceni Orvostudományi Fizikai Intézetben. Az intézet elég siralmas állapotban volt, szinte személyzet és felszerelés nélkül, ideiglenesen elhelyezve egy nem arra a célra készült épületben.\*\* (A KLTE Kísérleti Fizikai Intézete ma is ebben az épületben működik!) A folyosókon és a lépcsőházban volt ugyan piros kókusz futószőnyeg, de a szertárban, a laboratóriumokban csak nagyon kevés használható állapotban lévő műszer, eszköz volt, a műhely sem volt működőképes. Természetesen ebben a cambridge-i kiutazásra váró félévben csak a kísérletes oktatáshoz szükséges előkészületekre volt lehetőség.

1936 márciusában Szalay megkezdhette 6 hónapi ösztöndíjas munkáját a Rutherford által vezetett Cavendish-laboratóriumban, ami az akkori atommagkutatás néhány intézménye közül talán a legnevesebb volt. Szalay így írja le:

„Az intézet nem tett valami impozáns benyomást. Évszázados, elavult épületek, belül vakolatlan, nyers téglafalakkal, sok régi felszerelés és az újak is nagy részben házilag készültek, magukon viselték az amatőr kezek által hirtelen, lázas sietséggel összedobott, összetákolt jelleget. Mégis közöttük volt pl. a világ legelső atomgyorsítója, amivel sikerült mesterséges gyorsítással atommagokat átalakítani.” [2]

\* A debreceni, később Tisza István Tudományegyetemet 1912-ben alapították. Működését a Teológiai, a Jogi és a Bölcsészeti-tudományi Karral kezdte, majd 1918 őszén megnyílt az *Orvostudományi Kar*, amelynek keretében 1923-ban Kémiai és *Fizikai Intézetek* létesültek. A Bölcsészeti-tudományi Kar Matematika Tanszéke is volt, így a Bölcsészeti Kar keretében lehetőség volt matematika-fizika és kémia-fizika szakos tanárok képzésére.

\*\* Az épület eredetileg Tanítók Árvaháza volt.



„Ma is el kell gondolkozni azon, hogy milyen roppant egyszerű eszközökkel fedezte fel Chadwick ugyanitt a neutron, vagy két évvel később a Joliot-Curie házaspár a mesterséges radioaktív izotópokat Párizsban.” [1]

Cambridge-ben először lelkiismeretesen elvégezte mindazokat a laboratóriumi gyakorlatokat, amit ott az egyetemi hallgatók elvégezhetnek. Ezekről a mérésekről olyan jegyzőkönyvet vezetett, amely az eszközök méretét, adatait is tartalmazta, így azok később Debrecenben megvalósításra és az egyetemi oktatásban bevezetésre kerülhettek. A továbbiakban W.Y. Chang kínai ösztöndíjjal dolgozott együtt, munkájukból egy olyan színvonalas publikáció született, amelyet a Royal Societyben is bemutatnak és publikáltak.

A cambridge-i tartózkodás nagyon eredményes volt, egész életére szóló tanulságokkal is szolgált, amit így fogalmazott meg:

„A legnagyobb hatás, amit ez az intézet gyakorolt rám, nem is az, hogy megtanultam a kísérleti magfizikai kutatás alapvető mesterségbeli, technikai kellékeit, hanem az, hogy ha az ember úttörő, új területen kutat, mindenképpen saját kézzel kell készítenie a felszerelés jelentős részét, és azt, hogy egy intézet produktívitasának nem a nagyvonalú felszerelés, a sok pénz, a modern épületek, a nagy szervezet az alapvető tényezői, hanem a benne dolgozó szellemi értékek, tehetségek és az intézet kialakult tudományos légköre, ami az ott dolgozókat inspirálja. Ezek mellett természetesen tárgyi feltételek biztosítása is szükséges. Egy rendkívül hatékony, tehetségszelekciós rendszer biztosította, hogy az ilyen laboratóriumba a leghatékosabb fiatalok kerüljenek össze. Ezt különböző ösztöndíjak tették lehetővé. Maga Rutherford is ezen ösztöndíjas rendszeren keresztül került Cambridge-be és viszonylag rövid pályafutás után már élenjáró tudományos pozícióhoz jutott. Így fiatal, energikus éveit már nagyon kedvező helyzetben használhatta ki a tudomány előbbre vitelére.”[2]

A cambridge-i hasznosan és eredményesen töltött 6 hónap után a tapasztalatok tanulságait így foglalta össze Szalay: „*Sokkal több optimizmussal tértem haza, mert megtanultam, hogy sajátkezűleg készített, szerény felszereléssel is lehet értékes, úttörő tudományos munkát végezni, és ha valamit el akarok érni Debrecenben, akkor a legfontosabb az, hogy tehetséges fiatalokat gyűjtsek magam köré.*”[2]

### A tanársegédi évek Debrecenben

Cambridge-ből egy *magfizikus* tér haza Debrecenbe, beáll az intézet munkájába és hozzájárul a magfizikai kutatások magyarországi meghonosításához. Gyulai megengedte, hogy ne az ő témáján, szilárdtest-fizikában dolgozzon, hanem atommagfizikát csináljon, de a tanszéki keretből erre nem tudott pénzt adni. Tangl professzor volt az, aki az intézet ellátmányától független 2000 pengős akadémiai támogatáshoz hozzásegíti. Ezzel biztosítva volt az anyagi alap tudományos kutatótevékenysége beindításához. Lázasan kezd hozzá Cambridge-ben kialakult kutatási terveinek realizálásához. Ezekről így szól:

„Szinte kettős életet kellett élnem az intézetben a tudományos munkámat illetően. Nagy erőpróba volt emberileg is. A debreceni évek nyomasztóan nehezek voltak, sok lelkesedés és kitartás kellett ahhoz, hogy ilyen körülmények között még tudományos



munkára is maradjon energia. Legalább napi 12 órát dolgoztam, általában többet is, mert a tudományos munkára csak éjszaka maradt időm az oktatási és fejlesztési feladatok mellett.

1937 nyarán a bécsi Rádium Intézetben Stephan Meyer professzornál dolgoztam, mert akkor még nem volt rádium Debrecenben. Ő írt az érdekemben a csehszlovákiai uránbányászatnak és azok önköltséges árban adtak el nekem rádium-D anyagot, amiből Debrecenben rendszeresen polóniumot vontam ki. A polónium alfa-sugaraival bombáztunk könnyű atommagokat és vizsgáltuk az azok átalakulásánál fellépő rezonanciákat. E területen az intézetben sok publikáció, doktori disszertáció, sőt kandidátusi értekezés született egészen az 1960-as évekig. Ebben sokat jelentett az a rendkívül finom, preparatív technika, amit a nagytisztaságú és kis pontszerűre koncentrált polónium-preparátumok készítésében kifejlesztettem. Ez akkor egyedülálló volt.”[2]

*Az első, Magyarországon végzett magfizikai munkáját Szalay Sándor 1939-ben nemzetközi folyóiratban publikálta, és az elismerést aratott.*[3] (lásd 2. ábra.)

1940 tavaszán Szalay a szegedi Eötvös Lóránd Kollégiumban lesz instruktor tanár. Kutatómunkáját ezzel kiszélesíti, mert a debreceni bázis is megmaradt, ahol hétvégeken, vakációkban a szokásos lázas tempóban dolgozik és Szegeden az ottani egyetem Kísérleti Fizikai Intézetében is kap kutató laboratóriumot.

### Professzori kinevezés — háborús évek

Szalay még Szegedre való távozása előtt, 1939-ben megszerezte az egyetemi magántanári képesítést. Gyulai 1940 őszén a visszacsatolt kolozsvári egyetemre távozott és utódjául az intézet igazgatójául Szalay Sándort nevezik ki professzornak, 31 éves korában. A professzori kinevezés anyagi problémáit megoldotta, de a tudományos munka lehetősége ettől nem lett lényegesen jobb, ugyanakkor jelentősen megnőtt a felelőssége. Első feladatának az orvostanhallgatók és a fizika szakos tanárjelöltek oktatástechnikai feltételeinek javítását választotta.\* A háborús nehézségek ellenére lépcsőzetesen emelkedő padozat épül a tanteremben, az épület jelentős része központi fűtést kap. A tanterembe és a laboratóriumokba a felaggatott elsötétítő vásznak helyett redőnyök kerülnek, hogy csak a leglátványosabb fejlesztéseket említssem. Persze mindezek realizálása az akkori lehetőségek között nem volt lebecsülendő fejlesztés. Az oktatás zavartalan folytatása mellett azért a kutatómunka sem állt meg az intézetben. Két tanársegéd doktori értekezést készített és doktorált is. Már folytak Csongor Éva disszertációs mérései is, amikor 1944 szeptemberében az intézet bombakárt szenvedett. Az ő doktori értekezésének az eredményeit tartalmazó publikáció volt az első, amelyet *amerikai* folyóirat (Physical Review) fogadott el közlésre a debreceni intézetből.

A háborús események miatt 1944 őszén csak négy orvosprofesszor maradt Debrecenben, mert kormányrendeletre az egyetem orvosi karát Németországba menekítették. Szalay a felszerelések ládába csomagolására vonatkozó rendelkezéseket elszabotálta, így azok elszállíthatatlan állapotban voltak, amikor Vitéz István miniszteri biztos három teherautóval megjelent, hogy az intézet felszere-

\* *Fizikai gyakorlatok* címmel 1944-ben segédkönyvet jelentet meg orvostanhallgatók fizikai gyakorlataihoz a Debreceni M. Kir. Tisza István Tudományegyetemi Nyomda kiadásában.

# ZEITSCHRIFT FÜR PHYSIK

HERAUSGEGEBEN UNTER MITWIRKUNG  
DER  
DEUTSCHEN PHYSIKALISCHEN GESELLSCHAFT

VON  
H. GEIGER

*Sonderabdruck 112. Band. 1. und 2. Heft*

A. Szalay

Die Anregungsfunktionen der Umwandlungen  
 ${}_{13}\text{Al}^{27}(\alpha; n)$   ${}_{13}\text{P}^{30}$  und  ${}_{13}\text{B}^{10}(\alpha; n)$   ${}_{7}\text{N}^{13}$



VERLAG VON JULIUS SPRINGER, BERLIN

1939

2. ábra. A Debrecenből származó első magfizikai közlemény 1939-ből.



lését nyugatra vigye. Helyben maradásával és helytállásával szerzett érdemeit az akkori dékán, Sántha Kálmán, az ideiglenes nemzetgyűlés volt alelnöke, írásos nyilatkozatban méltatta (1946. június 5.):

„A vörös hadsereg bevonulása és a felszabadulás szolgálati helyén találta. Azon kevesek közé tartozott, akik alulírottal, mint akkori orvoskari dékánnal együtt szilárdan kitartottak a debreceni tudományegyetem helyben maradása mellett. Mint helyén maradt, nagy szolgálatokat tett a klinikai telepnek és az egész egyetemnek azzal, hogy a távol levő egyetemi főmérnök helyett az egész üzem műszaki felügyeletét vállalta.

Első volt azok között, akik intézetük megmentésén és biztosításán fáradoztak. Olyan időben, amikor mások még alig merészkedtek mozogni, ő élete veszélyeztetésével is bombasérült intézete kijavításához saját erejéből hozzáfogott, felszereléséért később is helytállott és lényegileg minden eszközét épségben átmentette.

Minden erejével azon volt, hogy az egyetemi oktatás minél előbb megindulhasson és a tudományos oktatás, valamint tudományos színvonal restaurálódjék.

Meggyőződésem, hogy Dr. Szalay Sándor az újjáépítés és demokrácia ügyét más irányú tevékenységével jobban nem szolgálhatta volna, mint helyben maradásával és szolgálati helyén folytatott munkájával.”

Szalay így jellemzi a háborús időszakot:

„Nagyon nyomasztó, nehéz évek voltak ezek, a háború zivatarai, majd a végén már bombázások között is. Az intézet felszerelését és könyvtárát néhány hallgató, gyakornok és a tanársegédek segítségével sikerült megmenteni a károsodástól, így az oktatás a felszabadulás után hamar megindulhatott kísérleti bemutatásokkal, laborgyakorlatokkal, amikor Budapest még ostrom alatt volt. Nagyon jó hallgatóink voltak akkor, részben katonai szolgálatból visszaszívárgott fiatalok, részben munkaszolgálatból visszatért, megmenekült üldözöttek.”[2]

A háború utáni években több tehetséges orvostanhallgató, illetve orvos élt azzal a lehetőséggel, hogy az intézet természetes radioaktív forrásokkal rendelkezett és e *radioaktív izotópokat nyomjelzőként* használták kísérleteikben. Magyarországon elsőként a debreceni Orvoskari Fizikai Intézetben alkalmazták a nyomjelzéses módszert orvosbiológiai és farmakológiai vizsgálatokhoz, amit számos közlemény bizonyít. Egy másik jelentősége is volt ennek a tevékenységnek: más hazai egyetemek orvosai is itt nyertek kiképzést saját izotóp-laboratóriumaik beindításához.

Változást jelentett az intézet életében az 1950-es év, amikor az addigi Orvoskari Fizikai Intézetet az 1949-ben létesített Természettudományi Karhoz helyezték át „Kísérleti Fizikai Intézet” elnevezéssel.\* Ezzel jelentős mértékben megnőtt a tanszék oktatási feladata, de az oktatók száma is.

Az 50-es évek elején óriási nyomással hívták Szalayt az akkor alapított Központi Fizikai Kutatóintézet (KFKI) Magfizikai Osztályának megszervezésére, kitűnő munkafeltételek ígéretével.[13] Ezt ő elutasította. Ez volt az első határozott megnyilvánulása Debrecen városához való erős kötődésének, amely azután egész életén át elkísérte.

\* (lásd a túloldalon)

### Az urán kutatás

Amikor 1947 júniusában a hadifogságból visszatértem, mint volt kolozsvári egyetemi dolgozónak a minisztériumban kellett jelentkezni, de én előbb Szalayt kerestem fel az intézetben. A háborús károknak még nem tüntek el teljesen a nyomai, de az intézetben intenzív munka folyt. Több, sokat ígérő ötlet megvalósításának kezdeti nyomai is láthatók voltak már, az alfa-spektrométernek egy vasúti kocsikerekekből készült vasmagja, a toroid szektor típusú béta-spektrométer néhány már elkészült darabja, két réz habverő üst, ami később egy elektrosztatikus generátor modelljének alkatrésze lett, stb. mind nagy tervek előkészületének voltak jelei. A Földtani Intézet kőzetgyűjteményéből származó néhány Velencei-hegységi gránitminták radioaktivitását akkor mérték az intézetben készült két hordozható Geiger-Müller csöves műszerrel.

Szalay a vezetésével folyó közel egy évtizedig tartó urán kutatási témának kezdetét így mondja el:

„A háború alatt gyakorlatilag nem volt nemzetközi értelemben vett információáramlás, nem kaptuk a folyóiratokat. 1945-ben a *Smyth-Report* volt az első,\* amelyből a háború után értesültünk az atomenergia drámai felszabadításáról. Aki a *Reportot* figyelmesen olvasta és értett valamit a magfizikához, rögtön látta, hogy itt a békés alkalmazásnak milyen óriási jelentősége van a jövőben. A bányászati hatóságoknál érdeklődtem, hogy milyen Magyarország szénkészlete és megtudtam, hogy mindössze 30 évre van elég, gazdaságosan kibányászható szénkészletünk. Az olajtermelésünk az ország szükségletének talán 10%-át tudta fedezni.”[1]

„Akkor egészen tisztán láttam magam előtt, hogy az energiahordozókban nagyon szegény Magyarországon döntően fontos volna tudni, hogy van-e Magyarországon uránium. Minthogy egyedül Debrecenben volt akkor Magyarországon atommagkutatás, a kezdeményezés megtételére magamat éreztem hivatottnak és felelősnek. A Földtani Intézet segítségét kértem, és kaptam is alap kutatási támogatási jelleggel 1947-ben 10000 Ft-ot. Ebből készültek az első hordozható Geiger-Müller csöves számláló-berendezések, és Földvári Aladár geológussal 1947-ben szálltunk ki először a valószínűsíthető helyekre.\*\* A geológusok akkor egyébként teljesen reménytelennek látták, hogy Magyarországon

\* (az előző oldalról.) A leírat szerint:

„Az Orvoskar Fizikai Intézet és Tanszék elnevezése a jövőben Kísérleti Fizikai Intézet és Tanszék. Az intézet felszerelése, dologi javai, személyzete és költségvetésileg biztosított személyi és dologi juttatásai teljes egészében a Természettudományi Karat illetik. Budapest, 1950. április 7. — A Vallás és Közoktatásügyi miniszter rendelkezéséből:

Vizsolyi Endre s.k.”

A Vallás és Közoktatásügyi Minisztériumtól az Egészségügyi Minisztérium 1951-ben vette át az Orvosi Kart, amely önálló Orvostudományi Egyetemként működött tovább. A Debreceni Tudományegyetem (mivel a Teológiai és a Jogi Kar időközben megszűnt) 1951 óta két karral, a Bölcsészettudományi és a Természettudományi Karral működik.

\* H.D. Smyth: *A General Account of the Development of Methods of Using Atomic Energy etc.*, USA Government Printing Office, 1945.

\*\* A geológusok véleménye szerint Magyarországon urán és tórium elvileg a savanyú eruptív kőzetekben fordulhat elő, amelyeket felszíni kibúvásban a Velencei-hegységben és a Mecsek hegységben találtak.



uránt lehet találni. Így a kutatás egyelőre tudományos hobby-jellegű volt, amelyet nyári szabadságunk terhére végeztünk.”[2]

Az első terepi méréseket 1947 augusztusában a Velencei-hegység gránitjaiban végezték és az volt az eredmény, hogy az ottani savanyú eruptív kőzetek urántartalma csupán 2–2,5-ször nagyobb, a tóriumtartalma viszont 3–5-ször nagyobb a földkéreg átlagánál.\*

A következő külszíni méréseket 1949-ben végezték, ekkor a Mecsek hegység gránitos területein volt az expedíció.

„A felhalmozódás első nyomát 1949 augusztusában a mecsek-szabolcsi Lantos-völgyben észleltük.”[4]

„A Mecsekben egy *szénkibúvársra* találmomra rátettem a Geiger–Müller számlálót és az sűrűn kopogni kezdett. Megbecsültem a radioaktivitást és az a gránitokhoz képest mintegy negyvenszeres volt. Ezután több mecseki szénbányába is leszálltunk és valóban észleltünk jelentős urándúsulást, ami azonban még távol volt attól, amit bányászni érdemes.

1952-ig még egy sor szénbányából kértem be ládában mintákat és Debrecenben folytattuk télen is a kutatást és kiderült, hogy a *Dunántúl sok szénelőfordulásában található urán*. Ezt az anomáliát jelentettük az állami vezetésnek és kértünk nagyobb támogatást, illetve a vizsgálatok kiszélesítését. Ez azután meg is történt, de ipari vonalon, tőlünk függetlenül, szovjet szakemberek közreműködésével. 1954-ben találták meg a művelésre érdemes koncentrációjú ércet, alig pár km-re azoktól a helyektől, ahol mi is mértünk, Pécs közelében.”[1]

„Közben engem már 1950 óta nagyon foglalkoztatott az a rejtély, hogy milyen erő gyűjtötte az uránt a szénbe azoknak a mocsaraknak a vizéből, amelyekben azok a növények éltek sok millió évvel azelőtt, amelyekből a szén keletkezett. Itt tehát egy olyan rejtélyt láttam meg a természetben, amihez nem volt kitaposott út és intuitív sejtéssel teljesen ismeretlen úton kellett elindulni. Rövidesen megtaláltam a választ.”[2]

Nyilvánvaló, hogy voltak időszakok, amikor hatalmas gránitos területek álltak kémiai lepusztulás alatt és az uránium oldatba került. Ha az ilyen felszíni vizek bomló organikus (növényi) anyaggal kerültek érintkezésbe, akkor az uránium kicsapódhatott, feldúsulhatott és megkötve maradt az egész szenesedés során.

1951 októberében egy álmatlan éjszakán jött az az ötlete, hogy a dúsulásban szorpciós folyamatról van szó és ilyen folyamatok a természetben ma is működhetnek és laboratóriumban is megismételhetők. Még akkor éjszaka átment a laborba, tisztított tőzrege öntött híg urániumnitrát oldatot, és azt tapasztalta, hogy

\* A Velencei hegységben alkalmazott mérési módszert 1949-ben a Science-ben publikálták feleségével, Csongor Évával. (A. Szalay and Eve Csongor: *Determination of Radioactive Content of Rocks by Means of Geiger-Müller Counters*, Science, 109 (1949) 146–147.) 1949 februárjában a washingtoni Science Service-től érkezett egy láthatóan cenzúrázott levél, hogy levélhez mellékelte cikket 400 újság számára adták le információs anyagként. Ennek bevezető mondata a következő: „American scientists and atomic prospectors hunting for the atom bomb element uranium have some tips from behind the Iron Curtain.” Ennek az elismerésnek a hidegháborús években természetesen nem volt célszerű publicitást adni, az újságcikk az otthoni íróasztalfiókba került.



azt néhány másodperc alatt rendkívüli módon megkötötte. Amikor Földvári Aladárnak ezt elmondta, ő gratulált és azt mondta, hogy Szalay eredeti felfedezést tett a geokémiában, *egy új geokémiai törvényt fedezett fel. Ez Szalay Sándor életének egyik legjelentősebb felfedezése*, amiért 1952-ben megkapta a Kossuth Díjat.

A továbbiakban sikerült bebizonyítania, hogy az urán feldúsulása a tőzeg-huminsavak kationkicserélő tulajdonságának következménye. A huminsavak szerepére vonatkozó vizsgálatok az uránummal, más nehézfémekkel és hasadási termékekkel kapcsolatban még hosszú évekig foglalkoztatták, és kiderült a törvényszerűség általános, alapvető bio-geokémiai jelentősége a természetben. „Munkatársakkal mintegy 15 évig dolgoztunk a jelenség részleteinek tisztázásán, több doktorátusi és kandidátusi dolgozat készült e témakörben. *Azt hiszem, ez a felfedezésem hozta meg a legtöbb nemzetközi elismerést.* Többek között 1968-ban a Svéd Tudományos Akadémia plénuma előtt egy egész estét betöltő előadást tarthattam róla.”[7]

A fenti vizsgálatok alapvető eredetiségének és elismertségének leghívebb bizonyítéka, hogy az eredményeket összefoglaló, 1964-ben megjelent közleményre [10] még *ma* is (30 év elmúltával!) gyakran hivatkoznak a nemzetközi irodalomban.

### Szigorúan titkos: új kutatóintézet születik

Az urán előfordulását a szénben jelentették az állami vezetésnek. Ennek eredményeként 1952 nyarán az Országos Tervhivatal („piros csíkos”, szigorúan bizalmas levélben) azzal kereste meg Szalayt, hogy az urán szénhamuból való kinyerésének ügyében a Veszprémi Nehézvegyipari Kutatóintézettel (NEVIKI) vegye fel a kapcsolatot. Ezt az együttműködést Szalay a leghatározottabban elutasította, a témával önállóan kívánt tovább foglalkozni. Még 1952 kora őszén szovjet szakemberek jelentek meg az intézetben. Tájékoztak az addig végzett uránkutatási munkáról, eredményeiről és aktivitásméréseket végeztek az intézeti, majd a saját műszerekkel is.

Október végén a Tervhivatal akkori elnöke, Vas Zoltán látogatott az intézetbe. Erről bővebben írok, nem azért, mert sorsforduló volt Szalay és az intézet életében, de ahogyan a látogatás lezajlott, részleteiben igen jellemző volt a szereplőkre. Én főleg Szalayra gondolok.

Október végén a Tervhivatal vezetőjének titkársága telefonon közölte, hogy Vas Zoltán meglátogatja az intézetet, de ezt titokban kell tartani. Még a közvetlen munkatársak is legfeljebb csak annyit tudhattak, hogy magas szintű látogató fog érkezni. Senki sem gondolta, hogy már reggel 8-kor betoppan. Szalay mindig az éjszakába nyúlóan dolgozott, és rossz alvó lévén, ilyen korán még ágyban volt. Felesége, aki ekkor már docens volt az intézetben, fogadta és kalauzolta a Tervhivatal elnökét az intézet megtekintésében. Hozzám az emeletre már együtt érkeztek hárman. Lelkesen mutattam a neutronok által visszalökött protonok nyomait a magfizikai emulziós lemezen. Vas Zoltán udvariasan megnézte, de azt kérdezte, hogy mikor lesz ebből forint a népgazdaság számára. Választ nem Szalaytól,



hanem a munkatársaitól várta. Mi azt mondtuk, hogy az első spektroszkópiai vizsgálatokat még nincs száz éve, hogy Kirchhoff és Bunsen elvégezte, és ki gondolta akkor, hogy majd a Rákosi Művekben Csepelen emeletes épülete lesz a spektrálanalitikai vizsgálatoknak. Vas Zoltán kinézett az emeleti szoba ablakán és ott a szomszédos debreceni Gyógyszergyár Vállalat és egy üzemelő műkögyár épületét látta. Kérdezte, hogy mik azok, és rögtön hozzátette, hogy ezek rövidesen eltűnnek és helyükre egy 1000 főt foglalkoztató kísérleti üzem települ. Szalay ez ellen tiltakozott, mert az ilyen rohamos fejlesztést nem tartotta helyesnek. Szerinte az egyetemet végzetteknek is csak csekély százaléka lesz alkalmas kutatói pályára. (A Tervhivatal 1952-ben a szénhamuban levő urán üzemi kinyerését tervezte Debrecenbe, ezért szerepel itt a nagy létszám.) Vas Zoltán látogatásakor még kérdés formájában hangzott el: „Mikor tesz le az asztalra 1 kg uránt Szalay elvtárs?”

Vas Zoltán tájékozódni akart az intézet tagjainak a nyelvtudásáról is. Szalay említést tett az intézetben folyó orosz nyelvtanfolyamról, de a válasz nem volt kielégítő. Vas Zoltánt az angol nyelvtudás érdekelte. Mint mondta, az a fontos, mert barátainktól minden segítséget megkapunk. A válasz alapján Szalay rövidesen megszervezte az angol nyelv oktatását egy kezdő és egy haladó csoportban.

Visszamentek az igazgatói szobába, és Vas Zoltán telefonálni akart. Abban az időben a telefonviszonyok lehetetlenül rosszak voltak Debrecenben. Szalay erre figyelmeztette Vas Zoltánt, megmondva, hogy Debrecenben most olyan rossz a telefonálási lehetőség, hogy az emberek mindenütt a készülék mellé teszik a kagylót, várva, hogy a napi egy, esetleg két tárcsázó bűgást kifogják. Vas Zoltán nagyon meg volt lepődve. Erről nem tudnak, pedig Debrecenbe nagyon komoly csapágygyárat kívánnak telepíteni. Szalay erre megjegyezte, hogy sok minden van még másként, mint ahogyan azt a legfelsőbb vezetőség ismeri. Vas Zoltán magával vitte Szalayt a Kossuth Egyetemre és az akkor létesült Hajdúsági Gyógyszergyárba (Penicillingyár), ahonnan három vegyészmérnököt akart el irányítani a létesítendő kísérleti üzembe. Érdekes epizód volt, hogy amikor Szalay miniszter úrnak szólította Vas Zoltánt, ezt a megszólítást Vas Zoltán elhárította, mert ez őt nem illeti meg. Őt Vas elvtársnak szokták szólítani, amit viszont Szalay nem szívesen fogadott, mert mint mondta, ő nem elvtárs.

Talán túlságosan sokat foglalkozom itt a Tervhivatal elnökének néhány órás látogatásával, de amit erről írtam, jellemző a szereplőkre, és az időkre is, amiről eddig senki sem szólt, még kevésbé írt. A Tervhivatal elnökének látogatása döntő fordulat volt Szalay és az egész intézet életében. Vas Zoltán felszólította, hogy egy ipari kutatóintézet és termelőüzem létesítésének tervét minél hamarabb juttassa el hozzá, az Országos Tervhivatalba. Ez két héten belül megtörtént.

Vas Zoltán látogatása fordulópontot jelentett a Szalay Sándor által vezetett kis egyetemi együttes támogatásában. 1953. március 1-től egy 24 főnyi státusz-helyből álló kutatócsoportot bocsátottak az egyetemen keresztül Szalay rendelkezésére. Ez jelentős segítség volt munkaerő szempontjából, de ugyanakkor a zsúfoltság, és a szükséges költségvetési fedezet hiánya újabb nehézségeket jelentettek. A pártvezetőség 1953 tavaszán közölte Szalayval, hogy az intézet-tervet



elfogadta, és támogatja egy új kutatóintézet felállítását. \* Felszólították, hogy részletes elképzeléseit, mint egy *akadémiai kutatóintézet* tervét dolgozza ki és nyújtsa be az akadémia elnökségéhez. Ez 1953 áprilisában megtörtént és jóváhagyásra is került. Az intézet létesítéséről intézkedő Minisztertanácsi határozat 1954 januárjában született meg. (Az eredeti határozat másolatát lásd a 3. ábrán.) A létesítésről szóló rendelet nem a jelenlegi névről szól, de mire az intézet első épületébe, a szomszédos épületben lévő volt szakértettségis kollégiumba beköltözhetett, addigra a nevét is a jelenlegire változtatták.[5]

### Egyidőben a katedrán és a kutatóintézetben

Az 1953-ban kapott személyi keret sok problémát megoldott, amire addig nem volt munkaerő. Bár átmenetileg nagy volt a zsúfoltság az egyetemi tanszék épületében, ezen a téren is javulást hozott a Kutatóintézet létrejötte. Hiába tartozott azonban az egyetemi és az akadémiai intézet más-más főhatóságához, a gyakorlatban ezt hosszabb ideig nem lehetett észrevenni. Szalay Sándor erre a korszakra így emlékezik vissza:

„A polónium-témát a tanszéken főleg munkatársaim vitték tovább, mert az én figyelmem közben az urán geokémiára koncentrálnak.

Sokféle új témát indítottam el a tanszéken ebben a korszakban. Az egyiknek az ötlete már a háború előtt felvetődött bennem, amikor 1938-ban kifejlesztettünk egy Wilson-féle ködkamrát tantermi demonstrációhoz. Még azokban az években becsléseket végeztem arra vonatkozóan, hogy az akkor felfedezett hélium-6 izotóp béta-bomlásakor a nagy energiával kilépő elektron visszalökési impulzusa elég sebességet ad-e a  $\text{Li}^6$  végmagnak ahhoz, hogy pályáját a Wilson-kamrában lefényképezve észlelni lehetne. A becslések sajnos azt mutatták, hogy az első, primitív Wilson-kamránk ezt nem tette lehetővé. A háború után a tanszék műhelye szépen fejlődött és mód látszott egy megfelelő kamra elkészítésére. Ekkor a témát aspiránsi témaként 1953-ban Csikai Gyulának osztottam ki, az ő szorgalmának és kitartásának érdeme, hogy egy új konstrukciójú automatikus kamrával 1956-ban sikerült a neutrínó visszalökő hatását lefényképezni. A Wilson-kamra felvételen világosan látható (l. 4. ábra), hogy a visszalökött atommag nem pontosan az ellenkező irányba repül, mint az elektron, hanem annak pályájával szöveget zár be, tehát látszik, hogy egy harmadik részecske is szerepet játszik és impulzust visz el a rendszerből.

Erről a kísérletről azt kell még elmondanom, hogy a rendkívül mostoha, háborús körülmények miatt sajnos 17 évvel később jött ki az eredmény, mint az ötlet.”[1]

A mérések eredményét Szalay és Csikai 1957 szeptemberében egy Padovában rendezett konferencián publikálták.[11] Az előadáson bemutatott Wilson-kamra-felvételt a 4. ábra mutatja. Az előadás estéjén írt levelében Szalay így számolt be az elismerésekről:

„Ma volt az előadásunk, *átütő, döntő sikert aratott!* Rengetegen jöttek hozzám gratulálni, ismeretlenek is. Rosenfeld azt mondta, hogy "el van ragadtatva, az amerikaiak ezt sohasem tudták volna megcsinálni". Többen kérdezték tőlem, hogy miféle intézet ez, hogy sohasem hallottak róla és ilyen döntő munkát csinálnak nálunk, ilyen szerény

\* Mivel közben tőlünk függetlenül kutatófűrészekben a Mecsekben az uránércet megtalálták (l. Az urán kutatás), ezért létesült végül Debrecenben nem ipari, hanem akadémiai kutatóintézet.



Másolat.

MINISZTERTANÁCS TITKÁRSÁGA

T i t k o s!A Határozatok Tára nem közli.

Készült 36 példányban.

20.számú példány.

Kapja: Gerő Ernő elvtárs /2 pld/  
 Hegedűs András /2 pld/  
 Apró Antal elvtárs  
 Szalai Béla /6 pld/  
 Friss István elvtárs  
 Olt Károly elvtárs /2 pld/  
 Házi Árpád elvtárs  
 Csönka Tibor elvtárs  
 Péter György elvtárs  
 Ruzsnyák István elvtárs  
 Szász Márton elvtárs  
 Gergely Miklós elvtárs  
 Erdei János elvtárs

A Magyar Népköztársaság Minisztertanácsának

540126/1/1954.sz.  
 határozata.

a Debreceni Fizikai Kutató Intézet létesítéséről.

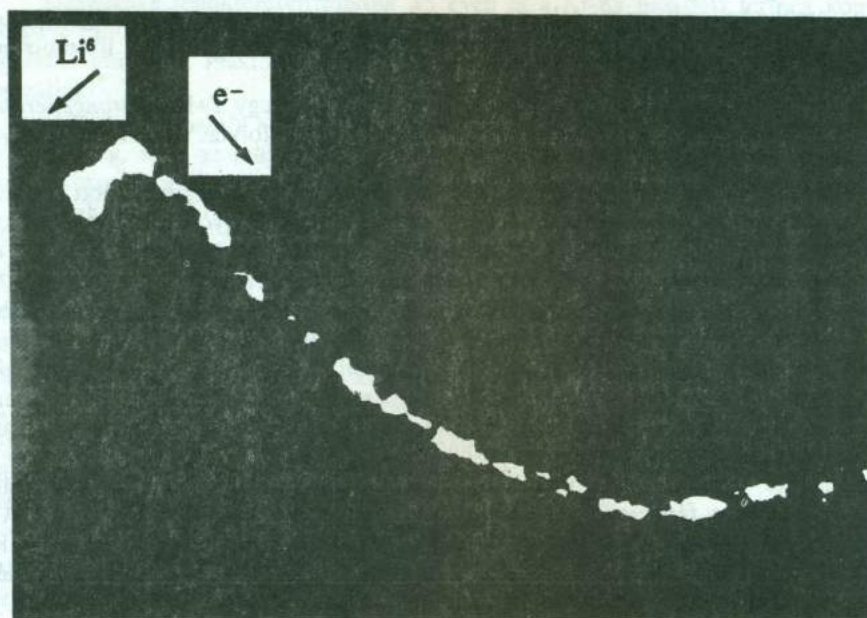
- 1./ A kísérleti atommagfizikai kutatás fejlesztése érdekében kísérleti atommagkutató intézetet /továbbiakban: Intézet/ kell szervezni. Az Intézet elnevezése: Magyar Tudományos Akadémia Debreceni Fizikai Kutató Intézete.  
 Székhelye: Debrecen.
- 2./ Az Intézet feladata:
  - a./ kísérleti atommagkutató művelése a Magyar Tudományos Akadémia elnöke által megállapított keretben,
  - b./ a kísérleti atommagkutatáshoz szükséges legfontosabb anyagokra vonatkozó tudományos és technológiai kutatás és a kapcsolatos problémák megoldása,
  - c./ az Intézet munkaterületén szakemberek képzése.
- 3./ Az Intézet élén az igazgató áll, akit a Magyar Tudományos Akadémia elnökének előterjesztésére a Minisztertanács nevez ki. Az Intézet egyéb tagjait a Magyar Tudományos Akadémia elnöke nevezi ki, /alkalmazza:/ illetőleg megbízza.  
 Az Intézet személyi és dologi szükségleteinek fedezéséről a Magyar Tudományos Akadémia költségvetésében kell gondoskodni.
- 4./ Az Intézet szervezetét és feladatkörének részletes szabályozását a Magyar Tudományos Akadémia elnöke állapítja meg.
- 5./ Az Intézet felett a felügyeletet a Magyar Tudományos Akadémia elnöke gyakorolja.

B u d a p e s t, 1954. január 12.

Nagy Imre s.k.

A Minisztertanács elnöke

3. ábra. A Debreceni Fizikai Kutató Intézet (a későbbi ATOMKI) alapítólevele.



4. ábra. A neutrínó visszalökő hatását demonstráló Wilson-kamra felvétel.

eszközökkel. A CERN csoportban azt mondta valaki a vizsgálataimra, hogy "they are unique on the world!" Így nem volt hiábavaló idejünk, jól megalapoztuk az intézet nemzetközi hírét. Cca. 1000 ember lehet itt a világ minden tájáról. Budapestről Marx és Fenyves vannak itt."[12]

Mint látható, ez az originális ötlet és annak megvalósítása a *debreceni magfizika világhírnevét* alapozta meg, ismertséget szerezve Debrecen városának is. Ettől kezdve „jegyezték” a debreceni ATOMKI-t az egész világon és erre a kísérletre, amely a neutrínó létét bizonyította, tankönyvek (1963) és szakfolyóiratok ma is hivatkoznak (pl. 1976, 1988, „historic picture” 1992).

„Miután 1954-ben megtörtént a kormány szintű döntés arról, hogy az ATOMKI létrejött Debrecenben, ki kellett szélesíteni a kutatást, hogy a magfizika fontosabb és számunkra elérhető fejezeteit megalapozzuk. Az új kutatási irányok új nagyberendezések (gyorsítók), ill. nagyműszerek (elektron- és alfa-spektrométerek, tömegspektrométerek) kifejlesztését tették szükségessé, amit a tanítványaimból lett munkatársaim végeztek el.

Akkor már láttuk, hogy a polónium-program nem versenyképes többé a nemzetközi tudományos értékpiacon és a magreakciók vizsgálatához szükséges bombázó részek előállításához át kell a *gyorsítókra* térnünk.

A tanszéken Koltay Ede egy 2 millió Voltos szabadlevegős *Van de Graaff generátort* tervezett és készített, amely az 1950-es évek közepétől rendszeres üzemben volt és magreakciók vizsgálatára használták. Később az ATOMKI-ban nyomásálló tanktípusú



Van de Graaff generátorokat épített. Az 5 millió Voltos generátorunk olyan újításokat is tartalmaz, amelyeket azóta már a világon másutt is átvettek, többek között a High Voltage Engineering cég is. A gyorsító 1970 végére készült el és azóta igen nagy üzembiztonsággal és stabilitással működik ma is.

Csikai Gyula személyére volt alapozva a neutronfizika, egy T+D *neutrongenerátor* építése és a neutronfizikai kutatások megindítása, amit ma is folytat a tanszéke, amelyet 1967 óta vezet.

Gyorsítófejlesztés terén nagymértékben befolyásolt a Cambridge-ben látott kaszkád generátor, amellyel a világon először hoztak létre mesterségesen gyorsított részecskékkel magreakciót. Egy *kaszkád generátort* is építettünk a már külön erre a célra tervezett és épített, sugárvédelemmel ellátott laboratóriumban, az ATOMKI-ban.

A magspektrometria is nagy arányokban fejlődött a világon az 1930-as évek végétől kezdve. Nálunk először közvetlenül a háború vége után egy félkör alakú mágneses térre alapozott *alfa-spektrométer* készült, amelyet a debreceni MÁV Járműjavító Műhely segítségével, vasúti kocskerék 1 méter átmérőjű acélpereméből készítettünk. Ezt a berendezést Fényes Tibor helyezte üzembe, és ki tudta mutatni a Po alfa-spektrumában található igen kis intenzitású, kisebb energiájú alfa csoportot.

Ugyancsak a háború után merült fel egy ötletem, egy aránylag nagy átbocsátó képességű, tehát nagy fényerejű *béta-spektrométer* készítésére, amelyhez szintén a MÁV adott fémforgácsoló segítséget. Ez lett a toroid béta-spektrométer, amit az ATOMKI műhelyének fokozatos fejlődése után sikerült üzembe helyezni Berényi Dénesnek, aki egyben a magspektroszkópia felelőse lett az intézetben és a Magspektroszkópiai Osztályt felfejlesztette. Tulajdonképpen Debrecenben született a világon az első toroid szektor típusú elektron-spektrométer ötlete, de mire itt be tudtuk fejezni a hátrányos körülmények között, a megvalósításban egy pár hónappal a Bohr Intézet megelőzött bennünket.

Egy másik rendkívül fontos feladat, ami csak atommagfizikai eszközökkel oldható meg és a geológusok munkáját rendkívül elősegíti, a kőzet kormeghatározás tömegspektrométerekkel. Debrecenben az ATOMKI megindulása után határoztam el, hogy bevezetjük ezt a módszert, mert Magyarország geológiájának is igen nagy szüksége van rá. (Sajnos eléggé elhúzódott az eredményes fejlődés a technikai nehézségek miatt.) Ma kétféle módszert alkalmazunk rendszeresen az ATOMKI-ban, a K–Ar és a Rb–Sr módszert. A munkákat a magyar geológusok nagyra becsülik és nagymértékben igénylik.

Sikerrel alapoztunk meg más irányú kutatásokat is, amelyek az ország tudományos életében hézgapótlóak voltak és közvetlenül a hazai igényeket is szolgálják. Libby 1948-ban publikált munkái után kiderült, hogy a C-14-es radioaktív izotóp segítségével archeológiai korú, tehát 5-20 ezer éves fosszilis szerves leletek C-14 tartalmából meg lehet azok korát határozni. Ezt a feladatot Csongor Éva oldotta meg a 70-es években és sok szép eredményt ért el a hazai jégkorszak utáni leletek megbízható dátumának meghatározásában. Munkáját a magyar archeológusok és geográfusok nagymértékben igénylik és sokra becsülik, mert Magyarországon másutt ilyen mérésekre nincs lehetőség.

1952-ben francia kutatók az alpesi hóban olyan szokatlan radioaktív anyagokat találtak, amelyek nem voltak azonosak egyik természetes radioaktív anyaggal sem. Arra gondoltam, hogy az amerikai légköri kísérleti nukleáris robbantások radioaktív felhőinek törtrésze jutott át a légárammal, és ez az Alpokon át eljuthat hozzánk, Magyarországra is. 1952 áprilisától vizsgálni kezdtük az eső radioaktivitását és abból nagyon könnyű volt kimutatni a hasadási termékeket, amelyek egyáltalán nem jelentéktelen mértékben voltak jelen. A csapadék radioaktivitási mérések 1952 óta rendszeresen, megszakítás nélkül folynak.



Ugyancsak rendszeresen mértük 15 éven át a Kr-85 hasadási termék koncentrációjának változását a légkörben. A Kr-85, mint hasadási termék, az atomipar révén kerül a légkörbe, amikor a reaktorok kiégett fűtőelemeit kémiailag újra feldolgozzák (reprocessálják)\*.”[1]

„Mind a radioaktív nyomjelzésben, mind a magfizikai alap kutatásban igen jelentős az a segítség, amit az intézet fotoemulziós csoportja Medveczky László vezetése alatt nyújt. A csoport világszinten dolgozik a legújabb szilárdtest nyomdetektor módszerekkel is, amelyek sokoldalú alkalmazást nyertek.”[6]

A tanszéken és a kutatóintézetben egyidejűleg végzett tevékenysége is mutatja, hogy Szalay Sándor klasszikus kísérleti fizikus volt, akinek külön említésre méltó a módszerfejlesztő és műszerépítő beállítottsága. A problémák, amelyeket felvetett, mindig izgalmasak és aktuálisak voltak, a vizsgálatok végrehajtása szellemesen eredeti. A megvalósításhoz legtehetségesebb tanítványait válogatta ki, akik közül ma már többen akadémikusok, doktorok, külföldön is megbecsült nevek. De a többi munkatársa kiválasztásában, és iskolateremtő tevékenysége során is mindig elve volt, hogy „a tehetségek szelekcióján alapuló szellemi koncentrációt kell létrehozni”.

Ehhez a korszakhoz fűződik, hogy a fizikai tudományok területén kifejtett munkássága elismerésül az MTA 1954-ben levelező, majd 1965-ben rendes tagjává választja.

Nem hagyható említés nélkül az a munka, amit a kutatást elősegítő egyéb egységek (vákuumfizika, elektronika, számítógépes háttér, fotolabor, könyvtár) és nem utolsósorban a folyamatosan fejlődő műhely segítségével jelentett, amelyek egyrészt a háttérrel biztosították az intézet sokirányú kutatási tevékenységéhez, másrészt segítséget adtak Debrecen város iparának felfejlődéséhez (pl. szakmunkások kiképzésével, akiket örömmel vett fel a debreceni és a környéki ipar, pl. MEDICOR).

Szalay Sándornak a város érdekében kifejtett tevékenységéért a város „Debrecen városáért” kitüntetést adományozta 1984-ben a következő indokolással: „Az atomkutatásban elért és nemzetközileg is elismert eredményeiért, a tudományágnak Debrecenben való megalapozásáért, műveléséért, a város szellemi értékeinek gyarapításáért és az ipar műszaki színvonalának emeléséhez való hozzájárulásáért.”

A Debrecen–Lublin városoknak, ill. az Egyetemeknek testvérvárosi kapcsolata indította el a két egyetem Fizikai Intézetének együttműködését a magfizika és magspektroszkópia területén, aminek eredményeként a lublini Marie Curie-Sklodowska Egyetem 1970-ben díszdoktorává avatta.

1978-ban „az atommagfizikában és a népgazdasági jelentőségű alkalmazásaiban elért eredményeiért és kutatásirányító, iskolateremtő munkásságáért” *Állami Díj*ban részesült.

Ugyancsak díszdoktorává avatta a debreceni Kossuth Lajos Tudomány-

\* A reprocessálás során a reaktorok kiégett fűtőelemeiből kinyerik a még bennük levő hasadó anyagokat, kémiailag megkötik a felhalmozódott hasadási termékeket, de a nemesgáz hasadási termékeket (pl. Kr-85) a légkörbe kiengedik.



egyetem. 1979-ben az egyetem érdekében kifejtett tudományos, oktató és iskola-teremtő tevékenységéért. A díszdoktoravató tanácsülésen életútját röviden így foglalta össze:

„Azzal kezdtem a beszédemet, hogy nem éreztem magam nagyon szerencsésnek, amikor Debrecenbe kerültem. Most azzal fejezem be, hogy nem bántam meg, hogy idejöttem. Bár a kezdet nagyon nehéz, a körülmények nagyon kedvezőtlenek voltak, a feladat, amit kaptam nagyon megtisztelő volt, mert itt szinte az alaphelyzetből kiindulva kellett egy új hazai kísérleti iskolát fejleszteni. Életem tele volt nehéz, de érdekes feladatokkal, és ezen Debrecenben eltöltött hosszú időszakában sohasem tudtam unatkozni, munkám mindvégig teljesen lekötött, tartalmas volt és úgy érzem, nem dolgoztam hiába.” [7]

### Interdiszciplináris korszak

Szalay Sándor 1967 nyarán lemondott az egyetemi tanszék vezetéséről és 1975-ben köszönt le a már nemzetközi rangot szerzett ATOMKI igazgatói tiszteréről, de kutatóként még fokozottabb intenzitással dolgozik olyan kérdések megválaszolásán, amelyek nem ismerik a tudományágak határait. Tudományos tevékenysége mindig interdiszciplináris szemléletet tükrözött, ami az 50-es években az orvosi nyomjelzős kísérletek, valamint az uránkutatás és a geokémiai vizsgálatok során mutatkozott meg.

Az 1967 utáni időszakban végzett kutató tevékenységéből csupán két kifejezetten interdiszciplináris eredményt fogok ismertetni. Teszem ezt most is Szalay megfogalmazásával:

„Miután az urán-geokémiai kutatásokat végleg lezártuk, 1968-ban egy váratlan intuitív ötletem támadt, ami a mezőgazdasági kutatás területére vezetett. Olvastam a növények mikrotápelem-igényéről és eszembe jutott, hogy ha a tőzeg huminsavak annyira megkötik a kationokat a talajvízből, mint pl. az uránt, akkor a tőzeges talajon termő növények valószínűleg nem tudnak eleget felvenni bizonyos nélkülözhetetlen mikro-tápelemekből, és hiányt kell, hogy szenvedjenek. Az ötlet valóban bevált. Kapcsolatba léptünk a Keszthelyi Agrártudományi Egyetem tőzeges területeken dolgozó kutatóival, akik tájékoztattak, hogy valóban sok probléma van a tőzeges talajok hasznosítása körül. A növények nem fejlődnek úgy, ahogy kellene és a kizárólag ilyen takarmányon tartott állatállomány előbb-utóbb tönkremegy. A jelenség okát pontosabban nem tudták, az akkori magyarázat az volt, hogy e takarmánynak kevés az ásványi anyag tartalma. Itt most egy specialista hajlamú kutató abbahagyta volna a munkát azzal, hogy ez nem az ő területe. Én viszont az ATOMKI-ban egy mikroanalitikai csoportot szerveztem és nagy számú kémiai analízist végeztünk tőzeges talajokon termelt növényeken. Kiderült, hogy túl kevés mangánt és kevés rézet tartalmaznak, pedig e mikrotápelemek nemcsak a növények számára, hanem az állatok számára is nélkülözhetetlenek. E vizsgálatok 1968-tól 75-ig tartottak, sok ezer analízist végeztünk és minden fontosabb tőzeges területet bejártunk, megvizsgáltunk Magyarországon. A sejtésem tehát igazolódott, sőt tovább mentünk. Kidolgoztuk a gyakorlati megoldást is a mezőgazdaság számára. A tőzeges talajokhoz mesterséges pótlásként adott réz- és mangántartalmú műtrágya semmit sem javított a helyzeten, mert azokat a tőzeg huminsavak megkötötték, a növények számára felvehetővé tették. Ezzel szemben egy megfelelően kidolgozott, híg levélpermeten át sikerült a



növényeket ellátni és azok akkor egészségesen fejlődtek és sokkal nagyobb termést is adtak, sőt így az állatok szempontjából is egészséges mikroelem-tartalmat el lehetett érni.

A kísérletek során a geokémiai szemlélet mellé ezzel megszereztünk némi talajtani, növénytani szemléletet is és nagyon jól begyakorolta magát egy két vegyészből és két laboránsból álló analitikai csoport a mikrotápelem analízisbe. Célszerűnek látszott az így kiképzett kapacitást nem kihasználatlanul hagyni, hanem további mikroelem-hiányos területeket keresni az országban. Nem kellett messze menni, mert 1975-ben megállapítottuk, hogy az egész Hortobágy szikes legelői is mikroelem-hiányos területek, pontosabban a talajban van elég a mikroelemekből, de a talaj lúgossága folytán különösen a réz és a cink, kisebb mértékben itt-ott a mangán sem eléggé oldható ahhoz, hogy a növények elegend tudjanak belőle felvenni. Emiatt a legelő növényei, különösen a nyári száraz meleg szezonban mikroelem-hiányosak és a legelő állatok egészségét, különösen a szaporodásukat, szív működésüket befolyásolja ez a mikroelem-hiány.

A fentieket csak annak illusztrálására vázoltam, hogy az érdeklődésem — egyébként természetes úton — több évtizedes kutatómunka után hogyan terjedt ki egyre szélesebb és szélesebb területre és hogyan kapcsolódtam eredményes együttműködésre más szakterületek kutatóival, akiknek a részletekbe menő szaktudását természetesen kollektív együttműködés, társszerzőség, stb. formájában mindig igénybe vettem és nagyra értékeltem. Azt hiszem, hogy sok évtizedes munka, tájékozódás, nagyon sok olvasás folyamán kialakul a kutatóban egy szélesebb perspektíva, megszerzi a szemléletet és kritikai érzéket ahhoz, hogy megvizsgálásra érdemes ötletei, sejtései támadjanak. A részletes megvizsgáláshoz azonban szükséges a részletekbe menő speciális szaktudás is és ezt a legcélszerűbben különféle szakterületekben jártas, felkért munkatársakból álló tudományos kollektíva segítségével lehet biztosítani.

Meggyőződésem, hogy a tudományok szakmákra, szakterületekre való felosztása az osztályozó emberi elme szükségszerű, de mesterséges terméke. *A természet nem ismeri az ilyen szakosítást.* Az uránkutatással kapcsolatban láttam, hogy bár a magfizikust rendkívül érdekli az urán, mint a legfőbb jövőbeni energiaforrásunk, különösen érzékeny apparatúrát tud készíteni a kutatáshoz, de a dúsulások kereséséhez a természetben geológiai, kémiai és földrajzi szemlélet nélkülözhetetlen. Ott nincsenek ezek a szakmák egymástól szétválasztva. Természetes, hogy az oktatási tapasztalat és a tudományok fejlődése folyamán szükségszerűen kialakult felosztás, szakosodás nélkülözhetetlen, enélkül nem tudnánk szakkönyveket és tankönyveket írni és nem tudnánk oktatni sem. Nincs eléggé a köztudatban azonban, hogy ez a szükségszerű felosztás végeredményben mégis mesterséges és túlzásba vitele szűkíti a perspektívánkat.

Ugyanakkor sok érdekes, izgató, még meg nem oldott tudományos probléma merül fel interdiszciplináris területen, amelytől a túlszakosodott beállítású kutató visszariad, vagy meg sem látja. Az ATOMKI-ban már indulásától jelentős súlyt kaptak az interdiszciplináris kutatások.”[7]

Az 1970-es évek közepén egy újabb interdiszciplináris probléma kezdte foglalkoztatni Szalayt.

„A geológusok, geokémikusok és az evolúcióval foglalkozó biológusok egyaránt egyetértenek abban, hogy Földünk primordiális (ősi) légköre teljesen más összetételű volt, mint a jelenlegi. Akármilyen meglepő, de a Földünk jelenlegi légköre nem alkalmas arra, hogy az élet fejlődése benne egyáltalán meginduljon, éspedig éppen a szabad oxigén jelenléte miatt.

A.I. Oparin már 1924-ben és J.B.S. Haldane 1929-ben rámutattak arra, hogy a



primordiális atmoszféra redukáló hatású kellett hogy legyen.”[8] Azaz, élet csak redukáló atmoszférában, tehát oxigén hiányában jöhetett létre.\*

Ezek a kérdések rendkívül érdekelték Szalayt és szerette volna megtudni, hogy mi lehetett a primordiális atmoszféra konkrét összetétele, azon túlmenően, hogy redukáló volt.

Az ATOMKI geokronológiai csoportjában hosszabb idő óta foglalkoznak radioaktív geológiai kormeghatározásokkal. A K–Ar kormeghatározásnál az Ar-40 gázt a kőzetmintából vákuumban *megolvasztással* szabadítják fel. Tapasztalat szerint az argon mellett több nagyságrenddel nagyobb mennyiségű aktív gáz ( $H_2$ ,  $H_2O$ ,  $CH_4$ ,  $CO_2$ , stb.) van jelen, ezektől a gázoktól az argont gondosan meg kell tisztítani. Tehát a kőzetekből felszabaduló gázban redukáló komponensek vannak.

„... egy álmatlan éjszakán asszociáltam a primordiális atmoszféra redukáló sajátosságára vonatkozó feltevéseket azzal a ténnyel, hogy a földkéreg megszilárdulása során keletkező magmatikus kőzetek megolvadásakor felszabaduló gázok is redukáló sajátosságúak. Nincsen-e valami kapcsolat a két tény között? Nem tekinthetők-e a régi kőzetek gázzárványai a primordiális légkör maradványainak? 1974 őszén módomban volt San Diegoban (California) H.C. Urey professzorral e kérdést megvitatni, aki azt mondta, hogy feltétlenül nagyon érdekes volna ilyen vizsgálatokat végezni. Beszélgettem Cambridge-ben (MIT, USA) P.M. Hurley geológus professzorral, aki azt javasolta, hogy a gázokat célszerű volna a kőzetből olvasztás helyett, a kémiai reakciók (termikus bontás) elkerülésére, vákuumban, zúzással, hidegen felszabadítani.”[8]

Az ATOMKI-ban ez időben már készen volt a vákuumfizikai csoport által más célokra kifejlesztett kvadrupol-tömegspektrométer, amely gáznymok analízisére sokkal érzékenyebb az intézetben addig használt elektromágneses tömegspektrométereknél és a bevezetett gázkeveréket molekulasúly szerint tudja analizálni.

Ugyancsak az intézetben elkészült egy zúzókészülék, amellyel a kőzetet ultravákuumban finom porrá lehetett törni, és így a bezárt gázok egy kis részét fel lehetett szabadítani. De ez a minta elég volt ahhoz, hogy a kvadrupol-tömegspektrométerrel a gázmolekulák molekulasúlyát és mennyiségi arányát meg lehetett adni.

A kőzetek gáz zárványaira vonatkozó vizsgálatokat összefoglalva Szalay a következőket állapította meg:

„Nagyszámú kőzetmintát vizsgáltunk meg, de egyetlen kőzetmintában sem észleltük  $O_2$  jelenlétét, sem kéreg-, sem köpeny-kőzetekben. A gáztartalom mindig redukáló természetű volt. Különböző magmatikus kőzetek esetén az egyes gázkomponensek lényegében azonosak voltak:  $H_2O$ ,  $H_2$ ,  $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$ , továbbá nyomokban Ar, stb.

Abból a tényből, hogy a Föld igen távoli területeiről és különböző mélységeiből kapott kőzetmintákból ugyanazon gázokat kaptuk, arra lehet következtetni, hogy ez a Föld

\* H. C. Urey (Nobel-díjas) és doktorandusza, S.L. Miller egy frappáns, eredeti kísérlettel még 1953-ban kimutatták, hogy ionizáció (villamos kisülés, vagy nagyon erős ultraibolya fény) hatására redukáló sajátosságú gázkeverékben ( $NH_3$ ,  $H_2$ ,  $H_2O$ ,  $CH_4$ ) aminosavak és más organikus molekulák keletkeznek, amelyek tulajdonképpen az élő anyag alap-építőkövei közé sorolhatók. Ha azonban az oxigén túlteng a keverékben, akkor az ionizáló elektromos kisülés hatására nem keletkezhetnek ilyen molekulák, hiszen széndioxidá és vízzé égneek el.

keletkezésekor összegyűjtött ősi gáz, és ez a magmatikus kőzetekben, maradványokban még mindig jelen van. Ezek kigázosodásából jött létre a Föld ősi, primordiális légköre.”[14]

Szalay még további méréseket végzett és tervezett kéreg és köpeny kőzeteken, új rejtélyeket talált, amelyek magyarázatára egy új hipotézist is felállított. Ennek bizonyítására vagy cáfolására már nem volt ideje, ez most már másokra vár.

Befejezésül csak egy mondatban szeretnék utalni arra, hogy a bevezetőben említett fizikus Szalay-dinasztiának harmadik generációja is van. Szalay Sándornak mindkét fia, Sándor és András szintén a fizikus pályát választotta, és a maguk szakterületén mindketten világszínvonalon művelik a fizikát.

\*\*\*

Áttekintettük Szalay Sándor akadémikus életének fontosabb állomásait és munkásságának kiemelkedőbb eredményeit. Talán e rövid ismertetés is elég volt annak demonstrálására, hogy bemutassuk Szalay Sándor ötletgazdagságát, problémáérzékenységét. „Szalay Sándor iskolateremtő egyéniség volt, tele ötletekkel, meglátta, hogy az adott körülmények között melyik területen milyen aktuális tudományos problémával érdemes foglalkozni, ahol remélhető, hogy tudásunkat előre lehet vinni. Ugyanakkor éles szemmel tudta kiválasztani a tehetséges embereket, azokat, akiket ezután munkatársainak választott. Az MTA debreceni Atommagkutató Intézetének alapítója. Ezt élete fő művének tekintette. Az intézet tematikája máig hűen tükrözi alapítójának széles, interdiszciplináris, instrumentális, a gyakorlati élet problémái iránti érdeklődését. Hatása azonban messze túlnyúlik az intézet körén. Egyedi kísérlettel illusztrált egyetemi előadásainak hatása alól senki sem tudta kivonni magát. Tanítványainak, tisztelőinek, különösen azoknak a számát, akik valamilyen vonatkozásban tanultak tőle, nehéz lenne számba venni.

Szalay Sándor mint ember nagyon egyenes és határozott jellem volt. Nem ismerte a szélfúvásnak megfelelő hajladozást, vagy a túlságosan sima modort. Aki csak kapcsolatba került vele, hamarosan megtudta, mi a véleménye a szóban forgó kérdésekről. Ugyanakkor igen nagy volt felelősségérzete általában is, és e hazával s néppel szemben is. Nagy egyénisége ő a magyar fizikának és a magyar tudományosságunknak.”[9]

### *Köszönetnyilvánítás*

Hálás köszönetet mondok Szalayné Csongor Évának kiegészítő megjegyzéseierért, férje hagyatékában lévő kéziratok, dokumentumok rendelkezésemre bocsátásáért.



## Irodalom

1. Szalay Sándor: *A nehéz kezdet. Visszaemlékezés a magfizikai kutatások megindítására Debrecenben.* Magfizikus találkozó, Pécs, 1984. (kézirat)
2. Kardos István: *Magyar Tudósok*, MTV-Minerva, Budapest, 1978.
3. A. Szalay: *Die Anregungsfunktionen der Umwandlungen  $_{13}\text{Al}^{27}(\alpha; n)_{15}\text{P}^{30}$  und  $_{5}\text{B}^{10}(\alpha; n)_{7}\text{N}^{13}$ .* Zeitschrift f. Physik, **112** (1939) 29–44.
4. Szalay Sándor: *Hazai kőszenek radiológiai vizsgálata.* A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztálya Közleményei. V. (1952) 211–229.
5. *ATOMKI Kronológia 1954–1989.* Összeáll.: Medveczky László. Debrecen, 1989.
6. Szalay Sándor: *Atommagfizikai kutató- és oktatómunka Debrecenben.* Fizikai Szemle **XX** (1970) 257–262.
7. Szalay Sándor a KLTE Tanácsa díszdoktoravató ünnepi tanácsülésén 1979. február 16-án tartott előadása. (kézirat)
8. Szalay Sándor: *Kőzetek gáz zárványai és Földünk primordiális atmoszférája.* Magyar Tudomány, Új folyam **XXII** (1977) 736–744.
9. Berényi Dénes: *Szalay Sándor. Magyarok a természettudomány és technika történetében.* Országos Műszaki Információs Központ és Könyvtár, Budapest, 1992. 484–485.
10. A. Szalay: *Cation exchange properties of humic acids and their importance in the geochemical enrichment of  $(\text{UO}_2)^{++}$  and other cations.* Geochimica et Cosmochimica Acta, **28** (1964) 1605–1614.
11. J. Csikai and A. Szalay: *The recoil effect of the neutrino in the beta-decay,* Proc. Int. Conf. on Mesons and Recently Discovered Particles, Padova, 1957. IV. 8.
12. Magánlevél
13. Berényi Dénes: *A főhivatású kutatóintézet a 20. század terméke.* Fizikai Szemle **XLIII** (1993) 60–64.
14. Szalay Sándor: *Összehasonlító vizsgálatok kéreg, valamint köpeny eredetű magmatikus kőzetek víz- és gáztartalmáról.* Magyarhoni Földtani Társulat ülése, Budapest, 1985. (kézirat)