

nákban előre mélyített fúrásokkal vizsgálják a kőzetet, és ha jelentős vízvezető képességű zónát harántolnak, azt előzetesen elcementezik.

Jelenleg már mindkét lejtakna hossza eléri az 1700 métert, és megközelítik a tároló tervezett mélységét. Az előfúrásokban eddig észlelt legnagyobb egyedi beáramlás 180 liter/perc volt. A lejtaknák hosszának kevesebb, mint 15%-án volt szükség előinjektálásra, és a felszínre emelt teljes vízmennyiség jelenleg 160 liter/perc, azaz 100 m lejtaknahosszra vetítve kevesebb, mint 5 liter/perc.

A lejtaknák falát löttbetonréteg támasztja meg. Ennek a kőzetomlás megakadályozása, és nem a vízkizárás a feladata, így az el nem cementezett kisebb repedésekből helyenként csepegés, szivárgás észlel-

hető. Ezek mértéke azonban sem a vágathajtás, sem a biztonság szempontjából nem jelent problémát. A vízbetörést jelentő, belépési pontonként 2500 liter/perc értéket meg sem közelítik.

A felszín alatti tároló 2007-ben készült létesítési engedélyezési terve a jelenleg alkalmazott vízkizárási módszereket megfelelőnek értékeli. Ez a megállapítás a tároló létesítési engedély-kérelmét megalapozó biztonsági elemzés eredményeit összefoglaló biztonsági jelentésen alapul. A biztonsági elemzés eredményei alapján kijelenthető, hogy az elkövetkező 200 000 évben a tároló létesítése, üzemeltetése és bezárása (felhagyása) következtében a lakosságot érő dóziszárulék több mint egy nagyságrenddel a hatóságilag előírt dózismegszorítás szintje alatt marad.

HARGITAI CSABA

1939–2007

Hargitai Csaba korai évei a fizikában

Hargitai Csabát sokan szerettük, tiszteltük emberségéért, tudásáért, humoráért, új botrányokról szóló szórakoztató történeteire és a világ minden dologára kiterjedő érdeklődéséért. Mindenki nagy sikereket várt tőle, de sorsa másként alakult. Az ő történetét szeretném pontosan elmondani és ezért a szokásosnál részletesebben. Minden szomorú sors tanulságos, remélem az ő sorsa is az.

Hargitai Csaba fizikus évfolyamának egyik kiemelkedően tehetséges tagja volt és érdeklődése korán az elméleti fizika felé fordult. Azon kevesek közé tartozott, aki nem az elemi részek, hanem a kondenzált anyagok elméletével kívánt foglalkozni. Már hallgatóként is rendszeresen látogatta az ELTE Elméleti Fizikai Tanszékének szemináriumait, és ott az egyetlen ilyen irányú szemináriumot *Szabó János* és *Abonyi Iván* szervezte a plazmafizika köréből. Szabó Jánossal mint hallgató írta a magneto-hidrodinamika egyenletei megoldásának egyértelműségére vonatkozó dolgozatát. Azután a KFKI Szilárdtestfizikai Főosztály akkor alakuló elméleti csoportjához került (*Menyhárd Nóra*, *Sólyom Jenő*, *Siklós Tivadar*, *Solt György* és *Zawadowski Alfréd*). Itt csoportosan láttak hozzá a szilárdtestfizika elméleti alapjainak elsajátításához. Ekkor a Szovjetunióban több csoportban is a statisztikus fizika problémáira a térelméleti módszereket alkalmazták. Így került sor arra, hogy *Pál Lénárd* felismerve ennek



fontosságát, felkérte őt és engem, hogy egy heti három órás szeminárium formájában ismertessük az akkor frissen megtanultakat. Ebből egy jegyzet is készült, amelyet a fiatal generáció sok éven át forgatott. A tanulás sok területre kiterjedt, többek között a fázisátalakulások elméletére, amelyet a főosztályon folyó kísérleti munkák igényeltek. Ez tette szükségessé a csoportelmélet alapos tanulmányozását. Később, ugyancsak ketten, egy széles kör által látogatott bevezető szilárdtestfizikai előadás sorozatot tartottunk *Ziman* könyve alapján heti három órában egy éven keresztül. Foglalkozott a szupravezetés és a szuperfolyékonyág elméletével, majd figyelme alapvetően a mágnesség, illetve a fémekben előforduló mágneses szennyezések felé fordult, és ez iránti érdeklődése élete végéig meghatározó maradt.

Ez az időszak az egész elméleti csoport számára nem az önálló publikálás, hanem a tanulás időszaka volt. Ebben az időben egyetlen dolgozata jelent meg, amelyet *Pócsik György* sugallatára írt, aki az összegyszabályok révén kívánta az elemi gerjesztések energiáit meghatározni. Ekkor felmerült, hogy hogyan lehet a Bose-kondenzációt mutató szuperfolyékony héliumra alkalmazni Pócsik György módszerét. Ezt a problémát Csaba egy rövid, de igen elegáns dolgozatban oldotta meg. 1965-ben a többiekkel együtt folytatta a tanulást igen lelkesen, iszonyatos alaposággal és eltökéltséggel. Mindenki számára készen állt, hogy elmélyült tudását megossza és így a többieket eredményesen segítse.

1968 körül Pál Lénárd bevonta a kísérleti mágneses vizsgálatokba és így a Mn_3Pt fázisátalakulásra vonatkozó kísérleti kutatásokat tartalmazó dolgozatban az elméleti háttérrel biztosította. Ezt követően, amíg az Elméleti Csoportban dolgozott, érdeklődése középpontjára

ban az akkor kiterjedt nemzetközi érdeklődést kiváltó híg mágneses ötvözetek maradtak. Ő sohasem választotta a könnyebb utat. A Kondo-effektus területén a fizikai szempontból sokkal mélyebb vonatkozású Anderson-modell mellett maradt, amíg én Sólyom Jenővel a könnyebb kezelhetőség okán a Kondo-modellnél. Az előbbi részletesen leírja a mágnesség forrását képező d-elektronívót és az arra ható Coulomb- és kicserélődési kölcsönhatást, valamint a d-elektronoknak a vezetési elektronokkal való hibridizációját, amíg az utóbbi a szennyezés spinjét készen kezeli.

Csaba ebben az időszakban megdöbbenően sokat dolgozott és egyre mélyebben foglalkozott a fizikai jelenségekkel. Sokszor előfordult, hogy a fiókjára mutogatott, ahol hosszú számítások heverték, amelyek létezéséről fogalmunk sem volt. A tökéletesség és a problémák átütő megértése volt a célkitűzése, amely feltehetően gátolta abban, hogy cikket írjon. Egyre inkább a kérlelhetetlen magányos küszködést választotta és így egyre jobban elszakadt a többiektől. Ugyanekkor rendkívüli érdeklődést mutatott a kísérleti adatok iránt, és egy-egy, az irodalomban fellelhető új kísérlet lehetséges értelmezése hosszú időre leköttötte.

1969-ben két rövid dolgozata jelent meg. Az egyik dolgozatában a mágneses anyagok ellenállásának kritikus viselkedésében mutatkozó anomáliát magyarázta meg. Itt arra mutatott rá, hogy a kritikus ponthoz közelítve az elektronok szabad úthossza meghatározóvá válik és a kritikus exponenst megváltoztatja. Ez a különösen tömör dolgozat jól mutatja gondolkodásának mélységét.

Ekkoriban történt, hogy diplomamunkást vállalt *Corradi Gábor* személyében. Vizsgálatainak tárgyát az a kísérleti tény adta, hogy a friss mérések szerint az alumínium alapú híg mágneses ötvözetek fajhőjének anomálishan nagy az értéke. Az alumínium alapú ötvözetek hosszú időre meghatározták érdeklődését. Ez a dolgozat tükrözte már tudományos pályafutásának keserű alakulását. Abban az időben a világhírű *Harry Suhl* kezdeményezésére *Pascal Lederer*, *Martin Zuckermann* és sokan mások elkötelezték magukat azon feltevés mellett, hogy a szennyezés d-nívóján csupán az elektron-lyuk fluktuációk lényegesek, amíg az elektron-elektron csatorna szerepe elhanyagolható. Csaba anagynevéül *Harry Suhl*t követve hihetetlen energiákat fordított arra, hogy az alumíniumötvözetre vonatkozó összes kísérleti adatot értelmezze és több éven keresztül ezzel foglalkozott. Ekkor került szoros kapcsolatba *Kedves Ferenc*cel, aki Debrecenben – világszinten is nehéznek elismert – magas hőmérsékletű méréseket végzett.

A Csaba által is elfogadott irányzat 1972-ig tartott, amikor egy azóta fiatalon elhunyt libanoni születésű fizikus, *George Iche* arra hívta fel a figyelmemet, hogy a perturbációs számítás rendjében az elektron-lyuk és az elektron-elektron fluktuációk azonos nagyságúak. Ezt akkor sikerült általánosabban is megfogalmazni egy szimmetria segítségével, és *Harry Suhl* kevesebb mint egy óra alatt belátta, hogy feltételezése tarthatatlan. Talán a sors íróniája, hogy *Hargitai Csaba* figyelmét erre éppen egy közeli barátjának kellett felhívnia és nem másnak.

1971-ben írta az utolsó tisztán elméleti cikkét. Ebben az igen elegáns cikkben (*Phys. Rev. Letters*, 26 (1971) 772) *Grüner Györggyel* kimutatta, hogy a d-nívó rezonanciájának hőmérsékletfüggése megjelenik a szennyezés körüli töltéssűrűség amplitúdójában és így annak mérésével a rezonancia szélessége meghatározható. Ezt a dolgot még most is idézik. Az ezt követő években *Grüner György* volt az élharcosa azoknak a vizsgálatoknak, amelyek bebizonyították, hogy az alumínium alapú ötvözetek is Kondo-rendszerek, csupán a Kondo-hőmérsékletük igen magas. Ezeknek az elképzeléseknek a kialakulásában *Kedves Ferenc* előbb említett mérései alapvető szerepet játszottak.

Csaba ebben az időben szinte észrevehetetlenül eltávolodott korábbi barátaitól és munkatársaitól, és ma már senki sem emlékezik arra az időpontra, amikor átérte magát a Fémfizikai Osztályra, ahol haláláig igen termékenyen támogatta a kísérleti kutatásokat széles körű ismereteivel és mély elméleti tudásával.

Ez az elméleti fizika szempontjából szomorú történet bizonyára nem így alakult volna, ha saját maga számára a mércét és az elvárásokat nem teszi teljesíthetetlenül magasra.

Zawadowski Alfréd

Fémüvegektől a számítástechnikáig

Az MTA SZFKI Fémkutatási Osztály nyugalmazott tudományos főmunkatársa, *Hargitai Csaba* 2007. szeptember 11-én, életének 69. évében elhunyt.

Hargitai Csabát szinte egész szakmai pályafutása a KFKI-hoz, ezen belül az SZFKI kollektívájához kötötte. Semmiképpen nem túlzás azt állítani, hogy az intézet második otthona volt, teljes odaadással próbált ennek a szakmai közösségnek hasznára válni.

Elméleti fizikusként kezdett tevékenykedni a KFKI-ban az 1960-as évek elején, és a híg ötvözetek, valamint a mágnesség területén ilyen minőségben tette le a névjegyét. Igen komoly fordulat következett be életében, amikor a 70-es évek közepén javaslatot tett az amorf ötvözetek (fémüvegek) tanulmányozására. Széleskörű tudását és ismereteit felhasználva intellektuális meggyőzéssel sokunkat rávett az ehhez a kutatási területre kapcsolódásra. Tette mindezt az akkor alapított Fémfizikai Osztály vezetőjeként, és a gyorsított fémüveg előállítás technológia beindításában, valamint a kísérletekben való aktív személyes részvétellel is. Akik szorosabban együtt dolgoztunk vele ebben az időszakban, tudjuk, hogy az üvegek képződésére vonatkozólag számos olyan elméleti eredménye volt, hogy csak sajnálni lehet, amiért nem vitte ezeket végig tudományos közlemény megjelentetéséig. Mindenesetre még most – több mint három évtized távlatából visszatekintve – is látszik, hogy ez a téma indítás milyen sikeres volt, hiszen ezek a kutatások a közreműködésével szervezett 1980-as budapesti nemzetközi fémüveg-konferencia idejére már széleskörű elismertséget hoztak nemcsak az ezen a témán dolgozó KFKI-s, hanem több mint húsz magyar tudományos intézmény kutatóinak is.

Mindezek alapján ki kell fejeznünk iránta a tiszteletünket azért, hogy a magyar fémfizikai közösség előtt sikeres utat tárt fel, hiszen igen sok egyetemi és akadémiai értekezés, valamint tudományos fokozat született az általa kezdeményezett kutatási területen végzett tevékenységek alapján. A budapesti fémüveg-konferenciának a társszerkesztésével megjelent, sokat idézett munkákat tartalmazó kiadványa mellett a magyar szerzők közreműködésével született, amorf ötvözetekkel foglalkozó nemzetközi publikációk nagy száma is jelzi ezt (az 1991-ben összeállított utolsó ilyen bibliográfiánk szerint már akkor 600 fölött volt ez a szám). Hálásaknak kell lennünk neki ezért az indításért és a későbbi támogatásáért is, amit olyan önzetlen odaadással végzett, hogy emellett nem tudott vagy talán nem is akart időt szakítani arra, hogy saját maga is értekezés írásával és tudományos fokozat szerzésével bajlódjon.

Az 1980-as konferencia táján történt megbetegedése miatt a későbbiekben nem tudott elég aktívan részt venni az általa indított kutatásokban. Ekkor viszont, a 80-as évek közepétől, a Csepel Művekben folyó fémüvegkutatások előkészítésében, különös tekintettel a félüzemi gyártás beindításában vállalt komoly szerepet. Társ szerzője lett a csepeli kollégákkal közösen írt számos közleménynek is, amelyek a fémüvegeknek a lágymágneses alkalmazásokkal kapcsolatos tulajdonságaival foglalkoztak. Ennek az érdeklődésnek megfelelően vett részt a pásztázó elektronmikroszkópos (SEM) mágneses doménvizsgálatokban, és ebben a témakörben jelent meg három utolsó közleménye.

Szakmai érdeklődése azonban a fémüvegkutatások dominálta időszakában sem korlátozódott csupán erre a területre. Bekapcsolódott a biológiai anyagokon és fémhidrideken végzett NMR-vizsgálatok eredményeinek interpretációjába, szerkezeti modellt dolgozott ki

az amorf fémhidridekre és az 1980-as évek végén a „hidegfúzió” lehetősége olyannyira nem hagyta őt sem hidegen, hogy egy közleményt jelentetett meg ebben a témában.

Kutatói életpályáját lényegesen befolyásoló tényező volt, amikor egy külföldi konferencia alkalmával a 70-es évek végén beszerzett magának egy számítógépet. Az új iránti fogékonysága és alapvetően elméleti fizikusi indíttatása miatt ettől kezdve egyre inkább a kibontakozó számítástechnikai lehetőségek felé irányult a figyelme. Bár ezáltal egy kicsit eltávolodott a fizikától, azonban ilyen irányú érdeklődése révén nyertünk egy olyan kollégát, aki nem mindennapi megszállottsággal vetette bele magát ennek az újdonságnak a megismerésébe és osztotta meg velünk új ismereteit. Bárki, aki hozzá fordult, támogatást kapott tőle ezen a területen is.

A saját maga elé állított magas követelmények mellett bizonyára ez az önzetlenség is hozzájárult ahhoz, hogy – miközben a környezetében dolgozó kutatók publikációs tevékenységére komoly hatást gyakorolt – három és fél évtizedes kutatói pályáján 34 folyóirat-cikke (ebből 7 egyszerűen) és 17 konferenciaközleménye jelent csak meg.

Most, amikor végső búcsút veszünk tőle, átfut rajtunk az a gondolat, hogy nem mindig éreztettük a megfelelő elismerést mindazért a segítségért, amit tőle kaptunk, bár – zárkózott természetéből következően – soha nem panaszkodott erről. Érzékelve a hazai fizikusközösség részéről az elvesztése alkalmából kifejezett őszinte sajnálatot és hiányérzetet, biztosak lehetünk benne, hogy mindenkiben a tudása iránti tisztelet és a példamutató segítőkészsége iránti hála marad meg, és ennek szellemében fogjuk megőrizni emlékezetünkben.

Bakonyi Imre

A FIZIKA TANÍTÁSA

A MAGFIZIKAI KUTATÁSOK HŐSKORA, NŐI SZEMMEL – I.

Radnóti Katalin
ELTE TTK Fizikai Intézet

A magfizika, a nukleáris technikával kapcsolatos ismereteink kialakulásában sok női kutató is tevékenyen részt vett. Az itt olvasható, majd ezt követő írásainkban elsősorban néhány ismert és ma már alig ismert egyéniség nagyságát kívánjuk bemutatni munkásságuk egyes momentumaira fókuszálva, eredeti idézetekkel, gondolatmeneteik mai jelentőségének kiemelésével tisztelegve tudományos teljesítményük előtt. Írásunk első részében *Marie Curie* munkásságából adunk ízelítőt, elsősorban kutatói pályájának korai éveire koncentrálna.

Marie Curie (1867–1934), lengyel származású, két Nobel-díjat is elnyert tudós asszony, *Becquerel* javaslatára kezdett el foglalkozni a radioaktivitással, amely elnevezés is tőle származik. Így ő tekinthető e tudományág „anyjának”.

1903-ban készült doktori értekezésében saját kutatási eredményeinek ismertetése mellett célul tűzte ki azt is, hogy összefoglalást adjon a radioaktivitással kapcsolatos addigi ismeretekről. Az értekezés címe: *Kutatások a radioaktív anyagok köréből*. Ebben írta le többek közt az általa felfedezett két új elem, a polónium és