

# GEORGES AMSEL (AMSEL GYÖRGY) 1933–2017

Gyulai József, Battistig Gábor – MTA EK MFA  
Kiss Árpád Zoltán – MTA Atomki  
Szilágyi Edit – MTA Wigner FK RMI

2017. március 11-re virradóan egy párizsi kórházban, életének nyolcvannegyedik évében elhunyt *Georges Amsel* (*Amsel György*, 1. ábra) professzor, az ionsugaras analízis egyik „atyja”, szakmai közösségünk egyik vezetője, az Université Paris 7 et 6 Groupe de Physique des Solides (GPS) CNRS kutatócsoport korábbi vezetője, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat tiszteletbeli tagja.

A szélesebb hazai fizikus közösség akkor figyelhetett fel Georges-ra, amikor az Eötvös Loránd Fizikai Társulat tiszteletbeli tagjának választotta 2003-ban, éppen hetvenéves korában. Erre – egyebek között – az adott indokot, hogy Georges Amsel kiemelkedő eredmények okán „tartam-rekordot” ért el az MTA–CNRS pályázatainak leghosszabb ideig támogatott francia–magyar nemzetközi program vezetőjeként.

Georges Amsel kapcsolatai a magyar ionsugaras analitikával foglalkozó kutatóközösséggel mélyek és barátságosabbak voltak. Kezdetben talán az Atomki kutatóival alakultak ki, de a hetvenes évek végén KFKI kutatóival is egymásra találtak a Caltech Electrical Engineering professzora, *Jim Mayer* révén – ő barátkoztatta össze *Gyulai Józsefet* Georges Amsellel, aki az ion-szilárdtest kölcsönhatások arzenáljának kutatását, egyik elsőként az anyagvizsgálatra élezte ki. Azzal a kérdéssel foglalkozott, hogy a besugárzás hatására kilépő és detektálható „termékekből” (legyenek ezek ionok, elektronok, röntgen- vagy gamma-kvantumok) miként lehet következtetni a besugárzott anyag kémiai összetételére, kristályszerkezetére. Ez volt az a tematika, amelyhez mind az Atomki, mind a KFKI kutatói csatlakoztak, felhasználva a mindkét intézményben rendelkezésre álló részecskegyorsítókat. Bár mindkét helyen az anyagvizsgálat volt a fő cél, szakmai ambícióink sok sikert hozott a metodika fejlesztésében is, és ennek kapcsán szervesen összekapcsolódtunk Georges Amsel, a magyarul kifogástalanul beszélő Gyuri témájával, azaz a párizsi iskolával. 1985-ben és ezt követően indult el először a CNRS által, majd az MTA-val közösen finanszírozott cserekapcsolat, amelyben mind az Atomki, RMKI és ATKI (később MFA), mind a GPS kutatói – beleértve Amsel Gyurit is – részt vettek. A jó másfél évtizedes programban fontos és nemzetközileg elismert eredmények születtek mind a metodikai, mind a technológiaközeli kutatásokban.

Honnan tudott magyarul? Gyuri Budapesten született, majd, mint a vészkorszak egyik 11-12 éves gyermekkorú túlélője – szüleivel, testvérével – Budapestről Svájcba menekülhetett [1], itt érettségizett, majd Franciaországban, Párizsban tanult fizikussá. Gyuri és szintén magyar gyökerekkel rendelkező, nagyszerű



1. ábra. Georges Amsel a *Fourth International Meeting on Recent Developments in the Study of Radiation Effects in Matter* konferencián (Padova, Olaszország, 2011).

orvos felesége, *Monique* megőrizték magyar nyelvtudásukat. „Reneszánsz” különlegességük az érdeklődés a népi kultúrák, kiemelten a kelet-európai kultúrák iránt. Franciák lévén, például gyanú felett járhatták a „ceausescu” időkben is az erdélyi, moldvai falvakat, és gyűjthettek össze egy néprajzi múzeumnyi szőttest, ruhát, népi szerszámokat és magnóra véve meséket és dalokat. Később Gyuri nagyszüleinek városában, Mezőkövesden rendszeresen látogatták „Margit nénit” a nagy mesemondót, a népművész mesterét [2]. Különleges esemény lett, amikor 1993-ban mi rendezhettük az Ion Beam Analysis (IBA) nemzetközi konferenciát Balatonfüreden, ahol a csatlakozó „Böhmische Meeting”-re<sup>1</sup> Amselék hoztak Magyarországra sok-sok öltözéket és a konferencia résztvevői mutatták be azokat a gálán (2. ábra). Emlékezetes este volt.

Kegyelettel és tisztelettel kell azon munkatársaink nevét megemlítenünk, akiknek fontos szerepük volt a közös munkában, azonban nem érhették meg, hogy Gyurit meggyászolják: *Pászti Ferenc*, aki évekig volt az ionsugaras csoportunk vezetője, *Manuaba Ashrama*, a kiváló kísérletező és *Vásonyi Éva* félvezető technológus, aki a preparatív háttér biztosításában volt – főleg a kezdetekkor – kulcsszereplő.

<sup>1</sup> A „Böhmische Meeting” a Caltech-en 1975-ben alakult, tréfás nevű „Kaiserlich-Königliche Böhmische Physikalische Gesellschaft” tudományos társaság angolos rövidneve. A társaságot azért alakítottuk Jim Mayer ötletére és álnevet választó vezetésével, mert „a fizikusoknak mérnökök, a mérnököknek fizikusok” voltunk – így hát az ionsugaras kutatóknak önálló társaságra van szükségük, mondtuk...



2. ábra. A 1993-as IBA konferencia (Balatonfüred) „Böhmische Meeting”-en a konferencián résztvevő hölgyek mutatták be Amselék népviseleti gyűjteményét. (Monique balról a második, Gyuri a hölgyek mögött áll, Szilágyi Edit a jobb szélén.)

## A kezdeti évek

A fizikusi diploma megszerzése után Amsel Gyuri 1959-ben kezdett dolgozni az École Normale Supérieure, Paris laboratóriumaiban. Részt vett az első Van de Graaff-iongyorsító telepítésében és irányította a részecskék ütközésével kapcsolatos kutatómunkát. Az első időben gáztöltésű ionizációs kamrákkal, sok kézimunkával sikerült az ütközések reakciótermékeit detektálni. 1960-ban kezdett félvezető-detektorokat alkalmazni ionsugaras mérésekben. Az új eszköz egy csapásra nagyságrenddel növelte meg a detektor érzékenységét és energiafelbontó-képességét. Persze a félvezető eszközhöz új, gyors elektronika is kellett, amelynek fejlesztésében szintén sokat dolgozott Gyuri.

Az új típusú, nagy energiafelbontó-képességű detektor segítségével először tudta detektálni az 1 MeV energiájú deutérium és a  $^{16}\text{O}$  vagy  $^{18}\text{O}$  izotóp ütközésében keletkező különféle reakciótermékeket. Nagy kérdés volt, hogy miként lehet a gáznemű oxigénizotópokból a besugárzáshoz elegendően vékony mintát készíteni. Gyuri kidolgozott egy szellemes eljárást: vékony alumíniumfóliát híg oldatba mártva annak felületére anódosan vékony oxidréteget tudott növesztetni. A hátoldáról egy kis területen kioldotta az alumíniumot, így 250–750 Å vastag öntartó  $\text{Al}_2\text{O}_3$  membránt tudott készíteni. Ha természetes vízben végezte az anódos oxidálást, akkor  $\text{Al}_2^{16}\text{O}_3$ , ha  $^{18}\text{O}$ -ben dúsított vízben történt a kezelés, akkor  $\text{Al}_2^{18}\text{O}_3$  réteg keletkezett. Amikor egymás után, először természetes vízben majd  $^{18}\text{O}$ -ben dúsított vízben végezte az oxidálást, akkor egy  $\text{Al}_2^{16}\text{O}_3$ - $\text{Al}_2^{18}\text{O}_3$  szendvicsszerkezet állított elő. A vékony membrán egyik és másik oldala felől vizsgálva a mintát, meg tudta állapítani, hogy a mintában hol helyezkednek el a  $^{16}\text{O}$  és  $^{18}\text{O}$  izotópok, melyek voltak a mozgó atomok az anódos oxidációs folyamat közben. Ezzel megszületett az izotópjelöléses anyagvizsgálati módszer, amelynek elméleti kérdéseit, és kísérleti alkalmazását Gyuri egész pályafutása alatt kutatta és továbbfejlesztette.

1964-ben sikeresen védte meg ebben a kérdéskörben írt doktori értekezését [3]. Az azt követő években különféle területeken, a félvezető-technológiától a geológiáig, a vékonyréteg-fizikától a műtárgyak elemzéséig számos területen alkalmazta az izotópjelölés technikáját és a magreakciókon alapuló ionsugaras mérési módszert. Kutatói munkájának legfontosabb területei:

- Az ionsugaras analitikai módszerek alapvető, elemi folyamatainak kutatása, elméleti megismerése és elsősorban statisztikai leírása.
- A rugalmas ionszórás és a magreakciós folyamatok hatáskeresztmetszetének pontos, részletes kísérleti meghatározása.
- Az ionok fékeződési mechanizmusainak és az anyagban történő szóródásának részletes, elsősorban statisztikai alapú leírása és kísérleti ellenőrzése.
- Kristályos anyagok vizsgálatokor fellépő csatornahatás elméleti leírása és kísérleti alkalmazása.
- Az anyagvizsgálatokra alkalmas elektrosztatikus gyorsítók, mintakamrák és detektorrendszerek minél jobb megismerése és a feladatokhoz alkalmas elrendezések megvalósítása az atomi felbontóképesség eléréséig.
- Stabil izotópokat használó izotópjelölésű mintakészítés technológiai módszereinek kutatás-fejlesztése.

## Amsel György és a Louvre

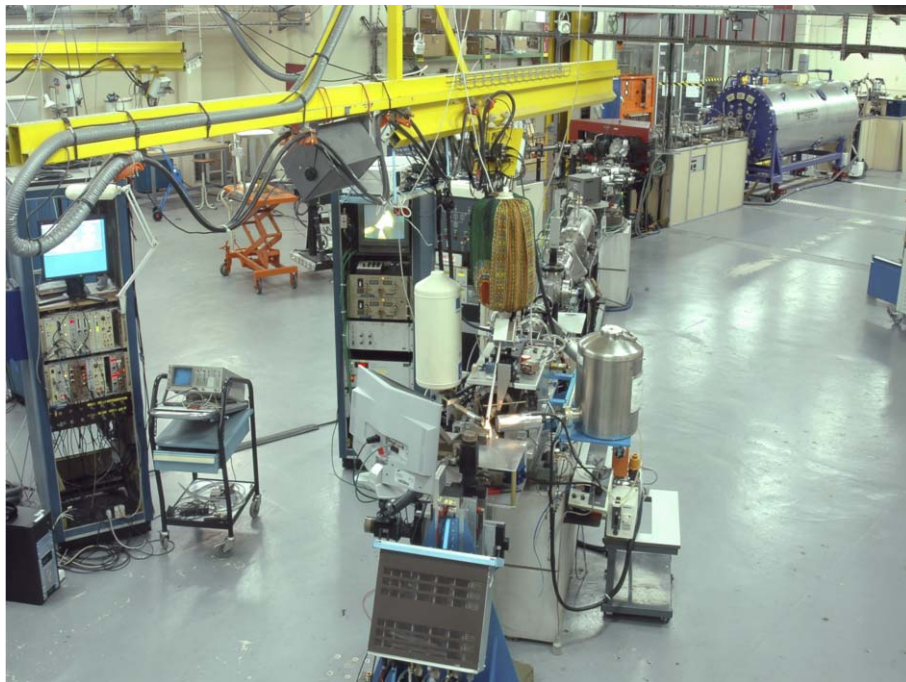
A 80-as évektől kezdve a MeV energiájú ionsugaras analitika (IBA) módszerei alkalmazásra találtak a fizikán és az anyagtudományon kívül a műtárgyak és a régészeti leletek tanulmányozásában, köszönhetően annak, hogy ezek a módszerek roncsolásmentesnek tekinthetők. Az IBA hasznossága az elemanalitika terén arra bátorította a Franciaországi Múzeumok Laboratóriumát (Laboratoire de Recherche des Musées de France – LRMF), hogy egy olyan részecskegyorsítóra tegyen szert, amelyiket kizárólag a régészeti és művészeti tárgyak tanulmányozására használhatnak. 1982-ben elhatározták, hogy megvásárolnak egy ilyen berendezést, és mivel a műtárgyaknak biztonsági okokból a múzeum területén kell maradniuk, azt a múzeumba telepítik.

Ez az elhatározás találkozott Amsel Gyuri elképzelésével, akinek célja volt az IBA kiterjesztése a legtávolabbi tudományterületekre is. Hiszen ő volt az, aki 1968-ban elsőként hozott létre részecskegyorsító berendezést magfizikai laboratóriumon kívül, a párizsi École Normale Supérieure Szilárdtest-fizikai Csoportjában, így nagy tapasztalatokkal rendelkezett egy

ilyen berendezés telepítése és használata terén. Együttműködés jött létre a két intézmény között. Amsel Gyuri 1983-tól a gyorsító elkészültéig tanácsadóként vett részt az LRMF munkájában. Számos technikai részletet kellett tisztázni a Pelletron típusú tandem elektrosztatikus gyorsító gyártójával és a laboratórium építőivel, hogy a gyorsítólaboratórium kielégítse a múzeumi környezetben végzett ionnyaláb-analitika követelményeit. 1984-től irányította a berendezés telepítését az LRMF vezetőjével *Michel Menu*-vel. A megvalósításban fiatal munkatársakra, mindezenelőtt *Joseph Salomonra* és *Thomas Calligaróra* támaszkodhatott.

Bár a tervek szerint a részecskék keltette röntgensugárzás észlelésén alapuló módszer, a PIXE játszotta a főszerepet, az IBA összes előnyeit biztosítani akarták azzal, hogy megvalósítják a visszaszórásos spektrometriát (BS) és a magreakciós analízist (NRA), illetve ennek a gamma-sugárzás észlelésén alapuló változatát (PIGE), protonokkal, deuteronokkal, valamint  $^3\text{He}$ ,  $^4\text{He}$  és  $^{15}\text{N}$  részecskéekkel. Továbbá megteremtették a mikronyaláb használatának lehetőségét. Megépítették a mélységi koncentrációprofilok meghatározásánál fontos, a rezonancia gerjesztési görbék regisztrálására Amsel Gyuri által korábban kifejlesztett automatikus pásztázó berendezést. Mivel szándékukban állt deuteronnyalábok rutinszerű használata NRA-ra, BS-re, valamint a deuteron keltette gamma-sugárzásos analízisre (DIGME, újabb névén d-PIGE), szükség volt hatásos neutronvédelemre és a gyorsító automatikus működtetésére. Az analitikai laboratórium, benne az AGLAE (Accélérateur Grand Louvre d'Analyses Élémentaires) névre elnevezett gyorsítóval 1988 nyarán kezdte meg működését a Louvre alagsorában (3. ábra), és mind a mai napig a világon az egyetlen, múzeum területén működő ilyen berendezés.

Amsel Gyuri ezután, ha nem is hivatalosan, de továbbra is szívügyének tekintette az AGLAE körüli tevékenységet, így szorgalmazta a csak a laboratórium terveiben szereplő, és a nemzetközi irodalomban is elvétve felbukkanó d-PIGE módszer kifejlesztését. Ennek megvalósulására 1993-ban került sor, amikor *Kiss Árpád Zoltán* elnyerte a Francia Kutatási és Technológiai Minisztérium LRMF-be szóló 4 hónapos ösztöndíját. *Thomas Calligaro*, *Joseph Salomon*, és az új munkatárs, *Isabelle Biron* részvételével, Amsel Gyuri javaslatai alapján, megkezdődhetett a deuteronok által keltett vastag céltárgy gamma-hozamok meghatározása a Li-től a Ca-ig terjedő elemek tarto-



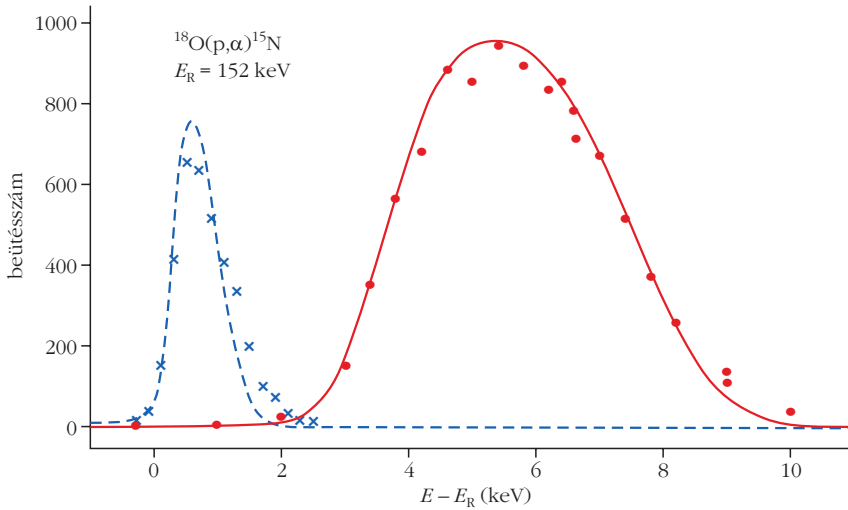
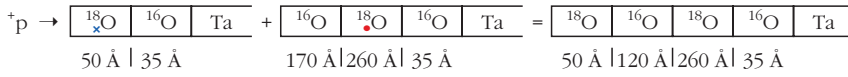
3. ábra. Gyorsító a Louvre múzeumban (AGLAE), Georges Amsel padovai előadásából (Radiation Effects in Matter, Padova, Olaszország, 2011).

mányában 3,4 MeV deuteronenergiáig, amire az analitikai használhatóság megállapítása érdekében volt szükség. Az első eredmények bemutatására az abban az évben Balatonfüreden megrendezett IBA konferencia nyújtott jó alkalmat. Ezt követően a módszer továbbfejlesztésére az Atomki Gyorsító Laboratóriumában került sor. Manapság ezt az Amsel Gyuri által javasolt módszert számos esetben alkalmazzák mindenelőtt a C, N és O elemek meghatározására nemcsak az LRMF-ben és az Atomkiban, hanem más, deuteronnyaláb előállítására alkalmas laboratóriumokban is (Sevilla, Bochum, Athén, Bukarest és legutóbb Teherán).

## GPS–KFKI együttműködés

1990-ben új lehetőségek nyíltak, hogy Közép-Európából fiatal kutatók kapcsolódhassanak be francia egyetemi kutatócsoportok munkájába. Amsel Gyuri hathatós közbenjárása eredményeként először *Vízkelethy György*, majd 1991-ben *Battistig Gábor*, *Szilágyi Edit* és *Pásztai Ferenc* kezdett el dolgozni a párizsi egyetem Groupe de Physique des Solides ionsugaras kísérleti laboratóriumában.

A korai 90-es évek, Amsel Gyuri és Battistig Gábor közös munkájának egyik kiemelkedő eredménye a  $^{18}\text{O}(p,\alpha)^{15}\text{N}$  magreakció hatáskeresztmetszetének pontos meghatározása a 150 keV bombázó energia környezetében (4. ábra). 151 keV protonenergián egy nagyon keskeny, 50 eV széles magreakciós rezonancia található a reakció hatáskeresztmetszetében. A párizsi gyorsítóberendezés rendkívül kis energiaszórású protonnyalábot szolgáltat még nagyon kis energiákon is. Ennek köszönhetően a vizsgált minták felü-



4. ábra. Az  ${}^{18}\text{O}(p,\alpha){}^{15}\text{N}$  magreakciós rezonanciamódszerrel felvett gerjesztési görbe anódos oxidációval készült különféle izotópösszetételű  $\text{Ta}_2\text{O}_5$  vékonyrétegekről [4].

letközeli rétegében akár 5 Å mélységfelbontás is elérhető. Az ezen alapuló új mérési módszer automatizálásában Révész Péter vett részt.

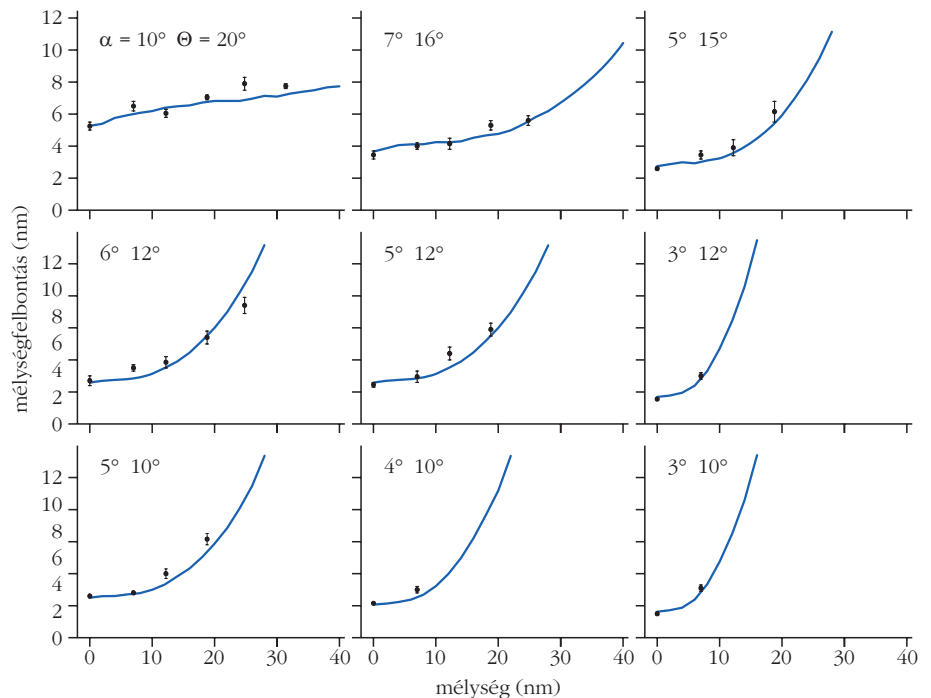
Ugyanebben az időszakban – sok más téma mellett – kezdődött el a többszörös szóródás elméleti és kísérleti vizsgálata is. Az ionok sok kisszögű szóródást szenvednek útjuk során az anyagban. E szóródásokra az a jellemző, hogy előreszóródás történik, a szóródás szöge igen kicsiny, és az energiavesztés minden egyes szóródási folyamatban elhanyagolható. Ily módon az ionok nem egyenes vonalon haladnak az anyagban, hanem egy előre nem definiálható, több töréspontot összekötő, egyenes szakaszokból álló pályán. Ennek az a következménye, hogy egy adott mélységben végbemenő szóródásnál egyrészt – az úthosszkülönbségek miatt – energiaelmosódást (lateral spread) kapunk a szóródás előtti energia meghatározásánál, másrészt a szóródási szög is bizonytalanává válik, és ez is energiaelmosódáshoz (angular spread) vezet. Ez a két járuléka nem független egymástól; a többszörös szóródás járulékaiknak helyes összegzését dolgoztuk ki Gyurival. Az ionnyalábos mérések mélységfelbontó-képességének és energiaelmosódásának elméleti meghatározása (amit a Depth program számol, 5. ábra) lényegesen pontosabb lett a közös munkánk eredményeinek

felhasználásával. Elmondhattuk, ha 5-10%-nál nagyobb eltérést találunk a mért és a modellek alapján számolt energia- vagy mélységfelbontás-értékek között, akkor a minta struktúrájában kell keresni az eltérés okát.

Ez a felismerés vezetett el egy másik, sok éven át űzött témához, a pórusos szilícium vizsgálatához. Vázsonyi Éva 1994-ben – talán a világon is elsőként – reprodukálható módon tudott kiváló minőségű oszlopos és szivacsos szerkezetű pórusos szilíciumot készíteni az ATKI csillebérci félvezető tisztalaborjában. A mintákat különféle mérés-technikákkal Párizsban és Budapesten is vizsgáltuk. A pórusos/tömör szilícium határfelületen tapasztalt energiaelmosódásokból a minta szerkezetére tudtunk következtetni. A méréseket Hajnal Zoltán Monte-Carlo szimulációs programjával értékeltük ki. A program továbbfejlesztett változatával ma már speciális nanostruktúrákon végzett mérések is értelmezhetőek.

A többszörös szórás jobb megértésére Gyuri egy matematikai statisztikán alapuló elméleti leírást dolgozott ki. Bemutatta, hogy a többszörös szórás fraktáljellegű, leírása hasonló matematikai módszerekkel lehetséges, mint amit B. Mandelbrot a fraktálok leírására használt.

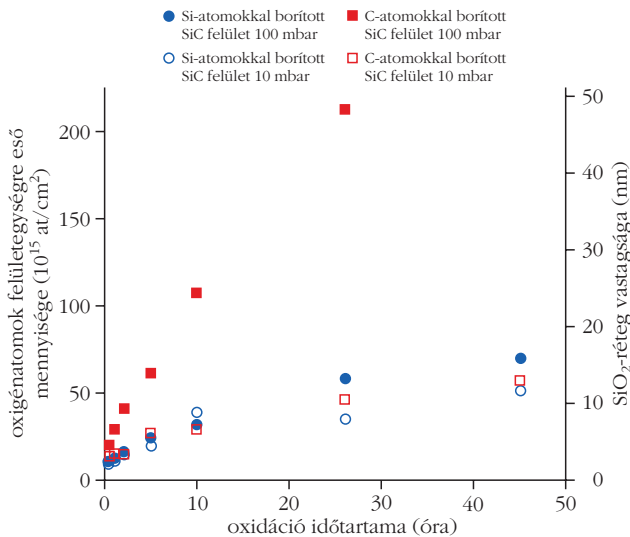
5. ábra. A szén nyalábbal végzett rugalmas meglökés (ERDA) mélységfelbontó-képessége különböző geometriai elrendezések esetén.  $\alpha$ -val a beesési szöget,  $\Theta$ -val a reakció szögét jelöltük, a szimbólumok a kísérletileg meghatározott mélységfelbontás-értékek, a vonal a Depth program számolásai [5].



1998 és 2004 között a párizsi és a budapesti kutatócsoport – együttműködésben – a szilíciumkarbid (SiC) magas hőmérsékletű termikus oxidációját tanulmányozta. A korábban kidolgozott izotóp-nyomkövetéssel próbáltuk tisztázni azokat az atomi transzportfolyamatokat, amelyek meghatározzák az oxidáció mechanizmusát. A kísérleti munka lényegében ugyanaz volt, mint amit az 1970-es években Gyuri és kollégái a szilícium oxidációs mechanizmusának vizsgálatakor már kidolgoztak. Érdeemes megjegyezni, hogy az egykristályos hexagonális SiC két polírozott felülete eltérő tulajdonságú. Az oxidáció kinetikája lényegesen gyorsabb a szénnel borított oldalon, mint ugyanazon szelet Si-atomokkal borított felületén (6. ábra).

Az izotóp-nyomkövetés kísérletek diszkussziója során jutott Gyuri eszébe, hogy egy összefoglaló cikket még meg kellene írni a stabil izotópok anyagvizsgálata alkalmazásáról, az  $^{18}\text{O}$  izotópban dúsított víz, illetve gázok kezeléséről. Ez a cikk zárta közös publikációink sorát 2007-ben.

A fenti kísérletekben mind francia, mind pedig magyar oldalról bővült az együttműködők köre: francia oldalról: *Francois Abel, Alain L'Hoir, Anni Grossmann, Camille Ortega, Julius Siejka, Isabelle Trimaille, Jean-Jacques Ganem, Ian Vickridge*, míg magyar oldalról: *Manuaba Ashrama, Hajnal Zoltán, Zolnai Zsolt, Lobner Tivadar, Fried Miklós, Kótai Endre és Pongrácz Anita* nevét kell még megemlítenünk. Gyuri 1985 óta sokszor – volt, hogy évente többször is – járt Magyarországon, és meglátogatta az együttműködésben résztvevő budapesti és debreceni kutatócsoportokat, laboratóriumokat. A látogatások alkalmával a név szerint említett kollégákon kívül sokunknak volt alkalma megismerni Gyurit, ellesni tőle a fizikai, anyagtudományi kutatómunka alapjait, a matematika és az elméleti tudás fontosságát, a kísérletek gondos megtervezését és a mérési eredmények kritikus kiértékelését. Az internet rohamos fejlődésével Gyuri elektronikus folyamatosa, szinte napi kapcsolatban volt az ionsugaras analitikában dolgozó nemzetközi közösséggel. Mindig kapható volt egy részletes diszkusszióra az új tudományos problémákról. Mély és megalapozott elméleti és gyakorlati tudásával hasznos tanácsokat kaptunk tőle, kezdve a pontos mintakészítés lehetőségeiről, az ionsugaras mérések kivitelezéséről és a mérési eredmények elméleti leírásáról. Gyuri idővel egyre inkább csak a kutatás kereteit biztosította. Mivel egyre kevésbé vett részt a konkrét kutatómunkában, így már nagyon sok francia–magyar cikk szerzőlistáján sem kívánt szerepelni. Ez az oka annak, hogy többeknek, a francia



6. ábra. Hexagonális SiC oxidációs kinetikájának vizsgálata izotópjelöléssel. A 10 mbar és 100 mbar nyomású, száraz  $^{18}\text{O}_2$  gázban, 1100 °C hőmérsékleten végzett oxidációk eredménye: a szénnel borított oldalon (SiC-C) akár mintegy ötször vastagabb  $\text{SiO}_2$  keletkezik azonos kezelési idő alatt, mint a SiC szilíciummal borított oldalán (SiC-Si) [6].

együttműködésben résztvevő kutatóknak nincs közös közleménye Gyurival. Mindannyian rengeteget tanulunk Gyuritól, nemcsak az ionnyaláb-szilárdtest kölcsönhatásról, hanem a tudományos kutatómunka és az élet egyéb kérdéseiről is, ami továbbra is meghatározza mindennapi életünket.

Amsel Gyuri, Georges Amsel tudományos kutatói és emberi habitusa sokunknak Magyarországon, választott hazájában, Franciaországban és szerte a világon az ionsugaras közösség előtt követendő példaként állt és áll ma is.

*Köszönjük Gyuri!*

## Irodalom

1. Anna Porter: *Kasztner Vonata: Kasztner Rezső igaz története regényben elbeszélve*. Mérték Kiadó, 2008, ISBN 9639889075
2. <http://mezokovesd.utisugo.hu/latnivalok/gari-takacs-margit-emlekhaz-es-zenehaz-mezokovesd-89925.html>
3. Georges Amsel: *Spectroscopie par Détecteurs à Semiconducteur des Réactions  $\text{O}^{16}+d$ ,  $\text{O}^{18}+p$* . Faculté des Sciences de l'Université Paris, 1964.
4. G. Battistig, G. Amsel, E. d'Artemare: A very narrow resonance in  $^{18}\text{O}(p,\alpha)^{15}\text{N}$  near 150 keV: Application to isotopic tracing. II. High resolution depth profiling of  $^{18}\text{O}$ . *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B66* (1992) 1–10.
5. E. Szilágyi, F. Pásztai, V. Quillet, F. Abel: Optimization of the depth resolution in ERDA of H using  $^{12}\text{C}$  ions. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B85* (1994) 63–67.
6. I. Trimaille, J.-J. Ganem, I. C. Vickridge, S. Rigo, G. Battistig, E. Szilágyi, I. J. Baumvol, C. Radtke, F. C. Stedile: Thermal oxidation of  $6\text{H-SiC}$  studied by oxygen isotopic tracing and narrow nuclear resonance profiling. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B219–220* (2004) 914–918.

Szerkesztőség: 1092 Budapest, Ráday utca 18. földszint III., Eötvös Loránd Fizikai Társulat. Telefon/fax: (1) 201-8682

A Társulat Internet honlapja <http://www.elft.hu>, e-postacíme: [elft@elft.hu](mailto:elft@elft.hu)

Kiadja az Eötvös Loránd Fizikai Társulat, felelős kiadó Újfalu Balázs főtktár, felelős szerkesztő Szatmáry Zoltán főszerkesztő.

Kéziratokat nem örzünk meg és nem küldünk vissza. A szerzőknek tiszteletpéldányt küldünk.

Nyomdai előkészítés: Kármán Stúdió, nyomdai munkálatok: OOK-PRESS Kft., felelős vezető: Szatmáry Áttila ügyvezető igazgató.

Terjeszti az Eötvös Loránd Fizikai Társulat, előfizethető a Társulatnál vagy postautalványon a 10200830-32310274-00000000 számú egyszámlán.

Megjelenik havonta (nyáron duplaszámmal), egyes szám ára: 900.- Ft (duplaszámé 1800.- Ft) + postaköltség.

**HU ISSN 0015–3257** (nyomtatott) és **HU ISSN 1588–0540** (online)