

részecskefizikusok hõn áhított és régen megtervezett ILC Nemzetközi lineáris ütköztetõjérõl, amely valószá- gos Higgs-bozon-gyárként mûködne, és amelyet Ja- pán talán meg is épít a nem túl távoli jövõben [9].

## Irodalom

Más nagy együttmûködésekkel ellentétben a CMS cikkein a 2000- nél több szerzõ nem a neve, hanem az országa szerinti ABC-sor- rendben szerepel, tehát az ATLAS elsõ szerzõje jelenleg *Aad*, az ALICE-é *Acharya*, az LHCb-é *Aaij*, a CMS-é viszont változó ör- mény (*Armenia*) kolléga, jelenleg *Sirunyan*, amíg például Afga- nisztán, Albánia vagy Argentína valamelyik egyeteme nem csatla- kozik hozzánk.

5. G. Aad és mtársai [ATLAS and CMS Collaborations]: Combined measurement of the Higgs boson mass in pp collisions at  $\sqrt{s} = 7$  and 8 TeV with the ATLAS and CMS experiments. *Phys. Rev. Lett.* **114** (2015) 191803; doi:10.1103/PhysRevLett.114.191803
6. A. M. Sirunyan és mtársai [CMS Collaboration]: A measurement of the Higgs boson mass in the diphoton decay channel. *Phys. Lett. B* **805** (2020) 135425 doi:10.1016/j.physletb.2020.135425 [arXiv:2002.06398 [hep-ex]].
7. ATLAS Collaboration: Measurement of the Higgs boson mass in the  $H \rightarrow ZZ^* \rightarrow 4\ell$  decay channel with  $\sqrt{s} = 13$  TeV pp collisions using the ATLAS detector at the LHC. ATLAS-CONF-2020-005.
8. P. A. Zyla és mtársai [Particle Data Group]: Particle physics review. *Prog. Theor. Exp. Phys.* **2020** (2020) 083C01; <http://pdg.web.cern.ch/pdg/>
9. [https://en.wikipedia.org/wiki/International\\_Linear\\_Collider](https://en.wikipedia.org/wiki/International_Linear_Collider)

# GYULAI JÓZSEF, 1933–2021

*Gyulai József* 1933. augusztus 21-én született Hódme- zõvásárhelyen, amelynek késõbb díszpolgára lett.

Gyulai József, Jóska egy rendkívül sokoldalúan mû- velt ember volt, aki karmesternek és zeneszerzõnek készült, majd a Szegedi Egyetemen félévkor iratkozott be a matematika–fizika szakra. Neki a fél év bepótlása nem okozott gondot. Egyetem után rövid ideig Hód- mezõvásárhelyen (szülõvárosában) középiskolában fizikát tanított, majd a Szegedi Tudományegyetemen *Budó Ágostonnal* együtt lumineszcenciával és félvezetõkkel foglalkozott. Ösztöndíjjal a CALTECH-en dolgo- zott elõször 1969-ben egy évet, majd több éven ke- resztül vissza-visszatért *Jim Mayerhez* és csoportjához. Itt kezdte el az ionimplantációs és Rutherford-vissza- szórási spektrometriai (RBS) kutatásait. Bevallása sze- rint ez volt életének legtermékenyebb idõszaka. Az RBS olyan alkalmazását „találták ki”, amely életbevá- góan fontos volt az éppen akkor formálódó, Si-alapú integrált áramkör (IC) ipar számára. A cél az volt, hogy a rétegek mélységfüggõ összetételének mérésére alkal- massá tegyék az RBS-t [1]. Gyulai József azzal nyert elismerést, hogy egy olyan számítási trükköt javasolt, amit sem Jim Mayer, sem *Otto Meyer* nem vett észre. Ezen idõszak fontos eredményei közé tartoznak az ionimplantálás nyomán keletkező rácskárosodás mér- tékének és mélységi eloszlásának mérésére alkalmaz- zott, a nagyenergiájú részecskék csatornahatásán (channeling) alapuló módszer [2, 3] és a preamorfizáció [2, 4, 5]. Eredményei közül az implantációval amor- fizált Si-réteg epitaxiális visszánövését máig alapel- járásként használja a félvezetõipar. Az implantálás során keletkező kristályhibák, ezek kiküszöbölése – vagy adott esetben, a célnak megfelelõ alkalmazása, mint a preamorfizációs eljárásban – évtizedekig meg- határozta Gyulai professzor szakmai pályafutását. A nemzetközi mezõnyben is egyik legjelentõsebb képvi- selõje volt az implantálás során keletkező kristályhibák jellemzésének változatos módszerekkel [6, 7] és a hi- bamérnökségnek (defect engineering) [8]. Késõbb érdeklõdése az implantálás során, megvilágítás alkal-

masásával, in-situ végzett hibamérnökségen [9], az extrém nagy energiákon történõ rácskárosodások ku- tatásán át [10], egészen az ionbesugárzással elõállított szén nanocsõvekig terjedt [11].

Gyulai Józsefnek köszönhetõ, hogy már a 70-es években több tehetséges, fiatal magyar fizikus került az USA top kutató helyeire, majd késõbb Erlangen- be, ahol Gyulai professzor hosszabb ideig dolgozott a német Fraunhofer Institut für Integrierte Systeme (Erlangen) félvezetõeszköz-fizikai laboratóriumában jó barátjával *H. Ryssel* professzorral együttmûködve. Számos vendégprofesszori meghívást kapott, egye- bek közt kutatott és tanított a Cornell Egyetem (Itha- ca, NY) Anyagtudományi Központjában, a Université Paris 7 Groupe de Physique des Solides laboratóriu- mában, éveken át a Friedrich-Alexander Universitât és a német Fraunhofer Institut für Integrierte Sys- teme (Erlangen) félvezetõeszköz-fizikai laboratóriu- mában, majd az Osakai Egyetem Center for Quan- tum Science and Technology under Extreme Condi- tions csoportjában.

Itthon egy ionimplantációs program vezetõje lett. Ekkor indultak meg a KFKI-ban a félvezetõkhöz kap- csolódó anyagtudományi kutatások és analitikai fej- lesztések, elsõsorban az ionimplantáció kutatása és az ionimplantációs berendezés építése. Az eredménye- ket – beleértve a SAFI ionimplantert is – az újpesti Mikroelektronikai Vállalat gyártósorában hasznosítot- ták. A KFKI Mikroelektronikai Kutatóintézetének ve- zetését 1992 vette át, és a világtrendek ismeretében nevét azonnal Anyagtudományi Kutatóintézetre vál- toztatta. Mindig kitartó szószólója volt az anyagtudo- mány árnyalt értelmezésének, a funkcionális anya- goknak a szerkezeti anyagoktól való megkülönböz- tetés fontosságának. Az Anyagtudományi Kutatóintézet, 1998-tól az egyesített Mûszaki Fizikai és Anyagtudo- mányi Kutatóintézetként mûködött igazgatása alatt 2004-ig, azaz nyugdíjba vonulásáig. Utódaira (akiket folyamatosan segített tanácsaival) már egy összefor- rott intézet irányítása várt.



fotó: Eifert János

Gyulai József a kutatóintézeti munka mellett a BME Kísérleti Fizikai Tanszék egyetemi tanára, később professzor emeritus volt. 1990-ben megválasztották a Magyar Tudományos Akadémia levelező, 1995-ben pedig rendes tagjává. Az Academia Europaea 2016-ban választotta tagjává. Egy ciklusban az MTA Műszaki Tudományok Osztályának elnökhelyettese, majd két ciklusban elnöke volt. A Miskolci Egyetem és a Pannon Egyetem díszdoktora, a Magyar Mérnökakadémia tagja, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat tiszteletbeli elnöke, a Gábor Dénes-díj kuratóriumi elnöke, több szakmai társaság és egyesület vezetőségi tagja volt. Számos szakmai elismerést (Akadémiai díj, Príma díj, Gábor Dénes díj), több állami kitüntetést, mint a Magyar Érdemrend középkeresztje a csillaggal, illetve Széchenyi díjat kapott.

Igen széles tudománypolitikai, közéleti szereplést vállalt, amelynek során segítette munkatársait, különösen figyelt a fiatalokra. Szakmai karrierje alatt több mint négyszáz tudományos közleményt, három alapművet, tizenegy könyvfejezetet publikált és tizenhárom szabadalom társszerzője volt.

Irigylésre méltó szellemi frissességét végig megtartva, hosszú, méltósággal viselt betegség után, életének 88. évében, 2021. február 12-én vesztítettük el Jóskát, ahogy mindannyian hívtuk őt.

Halála pótolhatatlan veszteség számunkra. Értékelő eredményeket hagyott hátra a tudományban és felejthetetlen emlékeket hagyott ránk.

*Biró László Péter, Pécz Béla*  
EK MFA

## Irodalom

1. O. Meyer, J. Gyulai, J. W. Mayer: Analysis of amorphous layers on silicon by backscattering and channeling effect measurements. *Surf. Sci.* 22 (1970) 263–276.
2. H. Müller, W. K. Chu, J. Gyulai, J. W. Mayer, T. W. Sigmon, T. R. Cass: Crystal orientation dependence of residual disorder in As-implanted Si. *Appl. Phys. Lett.* 26 (1975) 292–294.
3. J. W. Mayer, L. Csepregi, J. Gyulai, T. Nagy, G. Mezey, P. Revesz, E. Kotai: MeV He backscattering analysis of ion-implanted Si: drive-in diffusion and epitaxial regrowth. *Thin Solid Films* 32 (1976) 303–306.
4. G. Mezey, S. M. Matteson, J. Gyulai: High-dose Ge implantation into (100) Si. *Nucl. Instruments Methods* 182–183 (1981) 587–590.
5. L. Csepregi, J. Gyulai, S. S. Lau: The early history of solid phase epitaxial growth. *Mater. Chem. Phys.* 46 (1996) 178–180.

6. J. Gyulai: Radiation damage and annealing in ion implantation. In: *Handbook of Ion Implantation Technology* (Ed.: J. F. Ziegler) Elsevier (Amsterdam) (1992).
7. T. Lohner, M. Fried, J. Gyulai, K. Vadani, N. V. Nguyen, L. J. Hanekamp, A. van Silfhout: Ion-implantation-caused special damage profiles determined by spectroscopic ellipsometry in crystalline and in relaxed (annealed) amorphous silicon. *Thin Solid Films* 233 (1993) 117–121.
8. J. Gyulai, K. S. Jones, P. Petrik: Radiation damage and annealing in silicon. In: *Ion Implantation: Science and Technology* (Ed.: J. F. Ziegler) Orlando (FL), Amerikai Egyesült Államok: Ion Implantation Technology Co. (2000) 687 p. pp. 239–268.
9. L. P. Biró, J. Gyulai, H. Ryssel, L. Frey, T. Kormány, N. M. Tuan, Z. E. Horváth: Photon assisted implantation (PAI). *Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. B Beam Interact. with Mater. Atoms* 80–81 (1993) 607–611.
10. L. P. Biró, J. Gyulai, K. Havancsák: Scanning probe method investigation of carbon nanotubes produced by high energy ion irradiation of graphite. *Carbon N. Y.* 37 (1999) 739–744.
11. L. P. Biró, G. I. Márk, J. Gyulai, K. Havancsák, S. Lipp, Ch. Lehner, L. Frey, H. Ryssel: AFM and STM investigation of carbon nanotubes produced by high energy ion irradiation of graphite. *Nucl. Instruments Methods Phys. Res. Sect. B Beam Interact. with Mater. Atoms* 147 (1999) 142–147.

## Gyulai József írásai a *Fizikai Szemlében*

- Gyulai József*: Foteoelektromos vizsgálatok galliumfoszfid kristályokban — 1968/238
- Gyulai József*: Ionimplantációs kutatások — 1976/423
- Gyulai József, Keresztes Péter*: Az LSI technológia — 1978/321
- Gyulai József*: Az anyagtudomány apoteózisa — 1996/264
- Gyulai József*: Az ionsugaras technikák anyagtudományi alkalmazásai — 1997/144
- Petrik Péter, Lohner Tivadar, Fried Miklós, Khánb N. Q., Polgár Olivér, Gyulai József*: In situ ellipszometria vékonyrétegek kontrolljára — 1999/131
- Gyulai József*: Physics related materials research in Hungary — 1999/190
- Gyulai József* köszöntője a közgyűlésen — 2000/31
- Gyulai József, Bartha László*: Nagy Elemér, 1920–2000 — 2000/94
- Gyulai József, Marx György*: Csikai Gyula 70 — 2000/357
- Gyulai József*: Szubjektív szavak a Marsról – Csikai Gyula 70 — 2000/370
- Gyulai József*: A Tudomány Napja, 2001 — 2001/333
- Gyulai József*: Fizika a 21. század műszaki fejlődésében — 2002/98
- Gyulai József*: Köszöntjük az Eötvös Társulat tiszteletbeli elnökét (Marx György 75 éves) — 2002/135
- Gadó János, Gyulai József*: Szabó Ferenc, 1925–2002 — 2002/240
- Gyulai József*: Részecskegyorsítóktól a nanotechnológiáig — 2003/54
- Gyulai József*: Kedves Tagtársak, Kollégák, Barátaim! — 2003/64
- Gyulai József*: A fizika és a műszaki fejlődés — 2005/11
- Lovas István, Kroó Norbert, Gyulai József*: Pál Lénárd köszöntése három pályatárstól — 2005/388
- Gyulai József*: Nanotudomány, nanotechnológia — 2007/71
- Gyulai József*: Egyesült anyagtudomány — 2007/296
- Benedict Mibály, Gyulai József*: Lang János, 1927–2009 — 2009/116
- Gyulai József*: Élt 65 évet... – Requiem egy tanszékért — 2009/278
- Gyulai József*: A Rutherford-visszaszórás és „karrierje” a mikroelektronikában — 2011/293
- Gyulai József, Lévainé Kovács Róza*: Csákány Antalné Lányi Judit, 1934–2013 — 2013/397
- Gyulai József, Nagy Károly, Kovács László, Kármán Tamás*: Turin Frank Zsuzsa, 1924–2014 — 2014/180
- Gyulai József*: Az Intel madártávlatból — 2016/165
- Gyulai József, Battistig Gábor, Kiss Árpád Zoltán, Szilágyi Edit, Georges Amsel* (Amsel György) 1933–2017 — 2017/110
- Gyulai József*: Ionsugaras technikáktól a nanoszerkezetekig — 2018/3
- Gyulai József*: Nagy Elemér (1920–2000) — 2020/226
- Barna Péter, Gyulai József, Menyhárd Miklós, Pécz Béla*: Gergely György (1923–2020) — 2021/15