

6. I. Noddack: On Element 93. *Zeitschrift für Angewandte Chemie* 47 (September, 1934) 653; angolul: <http://www.chemteam.info/Chem-History/Noddack-1934.html>
7. O. Hahn, F. Strassmann: Über den Nachweis und das Verhalten der bei der Bestrahlung des Urans mittels Neutronen entstehenden Erdalkalimetalle. *Die Naturwissenschaften* 27 (Januar 1939) 11–15; [http://www.chemteam.info/Chem-History/Hahn-fission-1939a/Hahn-fission-1939a.html](http://www.chemteam.info/Chem-History/Hahn-fission-1939a-German/Hahn-1939a-fission-German.pdf)
8. L. Meitner, O. R. Frisch: Disintegration of Uranium by Neutrons: A New Type of Nuclear Reaction. *Nature* 143 (Februar 11, 1939)

- 239–240; http://www.atomicarchive.com/Docs/Begin/Nature_Meitner.shtml
9. Horváth András, Radnóti Katalin: A Becquerel-sugaraktól a chikago-i reaktorig II. *Nukleon* V/3 (2012) 116; http://nuklearis.hu/sites/default/files/nukleon/Nukleon_5_3_116_HorvathA.pdf
10. Horváth András, Radnóti Katalin: A Becquerel-sugaraktól a chikago-i reaktorig III. *Nukleon* V/4 (2012) 125; http://nuklearis.hu/sites/default/files/nukleon/Nukleon_5_5_125_Horvath.pdf
11. Sükösd Csaba: *Kísérleti magfizika*. (2014); http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop412A/2011-0064_16_kiserleti_magfizika/index.html

IN MEMORIAM...

CENTENÁRIUMI MEGEMLÉKEZÉSEK 2016 – 3. RÉSZ

Nobel-díjas szovjet-országi fizikusok

Radnai Gyula
ELTE Fizikai Intézet

Tíz szovjet-országi fizikus kapott fizikai Nobel-díjat olyan kutatásokért, amelyeket még a Szovjetunióban végeztek. 1958-ban *Cserenkov* (1904–1990), *Frank* (1908–1990) és *Tamm* (1895–1971) megosztott Nobel-díjat kaptak a Cserenkov-effektus felfedezéséért és helyes magyarázatáért. 1962-ben *Landau* (1908–1968) a kondenzált állapotokra vonatkozó úttörő elméletéért egyedül kapta meg a díjat. 1964-ben *Prohorov* (1916–2002) és *Bászov* (1922–2001) a kvantumelektronika területén végzett munkásságukért kaptak Nobel-díjat, megosztva *Townes* amerikai fizikussal. 1978-ban *Kapica* (1894–1984) az alacsony hőmérsékletű fizikája terén elért eredményeiért kapta meg a Nobel-díj egyik felét, a díj másik felét kapta *Penzias* és *Wilson* amerikai asztrofizikusok. 2000-ben *Alfjorov* (1930–) megosztva *Kroemer* német fizikussal a félvezető heterostrukturák kifejlesztéséért kapta a díj egyik felét, a másik felét kapta *Kilby* amerikai fizikus. Végül 2003-ban *Ginzburg* (1916–2009) és *Abrikosov* (1928–), *Leggett* (1938–) angol-amerikai fizikussal megosztva lettek Nobel-díjasok, a szupravezetés és a szuperfolyékonyság területén végzett úttörő munkásságukért. A fenti tíz szovjet-országi fizikus közül ketten születtek 1916-ban, tehát száz évvel ezelőtt, rájuk emlékezünk a következőkben.



Radnai Gyula ny. egyetemi docens, a fizikai tudományok kandidátusa, matematika-fizika tanári szakon végzett 1962-ben. Az ELTE Kísérleti Fizika tanszékén kapcsolódott be a tanárképzésbe, a fizika hazai kultúrtörténetének kutatásába pedig *Simonyi Károly* ösztönzésére fogott a '70-es években. *Physics in Budapest* című – *Kunfalvi Rezsővel* közös – könyve, valamint a *Fizikai Szemlében* és a *Természet Világában* megjelent számos, ma már az interneten is elérhető publikációja hitelesíti ezt a tevékenységét.

A kvantumelektronika atyja a Szovjetunióban: Alekszandr Mihajlovics Prohorov (1916–2002)

Már az is furcsa, hogy Ausztráliában született. Szülei – néhány más orosz családdal együtt – egészen Ausztráliáig menekültek a cári rendőrség és titkosrendőrség zaklatásai elől. Amikor 1912-ben Brisbane-be értek, még csak egy kislányuk volt. Amikor innen sok száz kilométerre északra, a mai Pearamontól nem messze lévő kis településen Szása fiúk 1916-ban megszületett, addigra Szásának már nem egy, hanem három nővére volt. Ezt a vidéket, a főként bevándorolt oroszok lakta kolónia környezetét, az orosz családok „kis Szibériának” nevezték el, hatalmas lakatlan erdősegei miatt. A honvágy hajtotta vissza Prohorovékát Oroszországba – akkor már a Szovjetunióba – 1923-ban, remélve a boldogabb életet. (Az iskola falán, amelyben a kisfiú elkezdte tanulmányait Ausztráliában, ma már márványtábla őrzi a későbbi Nobel-díjas tudós emlékét.)

1934-ben iratkozott be a Leningrádi Egyetem fizika szakára, ahol kvantummechanikából és relativitáselméletből *V. A. Fok* (1898–1974) professzor előadásait hallgatta. Diplomájának 1939-es megszerzése után Moszkvában kezdte meg doktori tanulmányait a Lebedev Intézetben, *N. D. Papalekszi*¹ (1880–1947) professzor laboratóriumában. Ebben a laborban főleg nagyfrekvenciás elektromos rezgéseltető berendezések fejlesztésével foglalkoztak, nem is nehéz kitalálni, hogy milyen célból.

¹ Ő az a Papalekszi, akinek irányításával készült az a kétkötetes *Fizika* könyv, benne a tragikus sorsú *G. Sz. Gorelik* (1906–1956) által írt jó színvonalú termodinamikával, amelynek magyar fordítása az alapszintű kísérleti fizika történeti szemléletű tárgyalásának egyetemi tankönyve lett 1951-ben Magyarországon.



Alekszandr Mihajlovics Prohorov

1941. június 22-én a náci német csapatok megtámadták a Szovjetuniót. Prohorov ebben az évben nősült, de hamarosan besorozták, méghozzá a gyalogsághoz. A frontra küldték, ahol kétszer is megsebesült. Négy évi szolgálatot követően, második sebesülése után szerelték le 1944-ben. 1945-ben született *Kiril* fiúuk, akiből később lézerfizikus lett.

1946-ban doktorált az elektroncsöves oszcillátorok frekvenciájának stabilizálására kidolgozott elméleti munkájával. Ebben az évben halt meg Papalekszi professzor. Az oszcillátorlabor vezetését ekkor *M. A. Leontovics* (1903–1981) elméleti fizikus vette át, akinek Prohorov lett a „jobbkeze”. *V. I. Vekszer* (1907–1966) akadémikus javaslatára kezdett foglalkozni Prohorov a szinkrotronban gyorsuló elektronok centiméteres hullámhosszakon történő koherens sugárzásával, ebből a témából védte meg habilitációs disszertációját 1951-ben. A sikeres védéshez persze az is kellett, hogy előző évben belépjen a Pártba (így, nagybetűvel), ami azok után, hogy szülei Moszkva náci fenyegetése során haltak meg, talán logikus lépés is volt. 1954-ben a moszkvai Állami Egyetem professzorává nevezték ki.

1954-től már ő volt az oszcillátorlabor vezetője a Lebegyev Intézetben, mivel Leontovics az Atomenergia Intézetbe ment át. A laborban radiospektroszkó-

Nyikolaj Gennagyjevics Bászov és Alekszandr Mihajlovics Prohorov az 1964. évi fizikai Nobel-díj két kitüntetettje.



Prohorov az oszcillátorlaborban.

piai és kvantum-radiofizikai kutatásokat irányított. Fiatalkorú tehetséges kutatókat sikerült maga köré gyűjtenie. Köztük volt N. G. Bászov (1922–2001) is, aki háborús katonaeorvosból lett – fizika szakos egyetemistaként – kutatóintézeti laboráns, majd folyamatos tanulás után 1957-ben a matematikai és fizikai tudományok doktora és a következő évtől kezdve igazgatóhelyettes a Lebegyev Intézetben.

Prohorov és Bászov együtt dolgozott a molekuláris oszcillátorok megvalósításán. Minthogy a molekulák, illetve atomok energiaszintjeinek fordított betöltése, az „inverz populáció” nyomán a molekulák és atomok alapállapotba való stimulált visszatérésénél keletkező fotonok nemcsak azonos frekvenciájúak, de azonos fázisúak is lesznek – megvolt a mézerek, illetve a lézerek² megvalósításának elvi lehetősége.

Bászov, akárcsak az amerikai C. H. Townes (1915–2015) 1953-ban, ammóniagázból tudott monokromatikus mikrohullámú sugárzást, vagyis mézert előállítani, Prohorov pedig speciális kvantumelektronikai megfontolásokat is figyelembe véve javasolta a rubint egy leendő szilárdtestlézer alapanyagául. A megérdemelt 1964-es fizikai Nobel-díj mindhármukra vonatkozó indoklása szerint a díjat azért a munkásságukért kapták, „amely a kvantumelektronikai oszcillátorok és erősítők konstrukciójával a mézer- és a lézerek alapjához vezetett.”

A Nobel-díj után Prohorovot elhalmozták kitüntetésekkel. Őt különböző évben kapott Lenin-rendet, kétszer lett a Szocialista Munka Hőse. Ő lett a Nagy Szovjet Enciklopédia főszerkesztője. A Szovjetunió felbomlását követően még 1998-ig, 82 éves koráig ő volt az Orosz Tudományos Akadémia Általános Fizikai Intézetének igazgatója. Ezt az intézetet Prohorov halála után róla nevezték el, és itt lett a lézerek igazgatója Kiril Prohorov.

² Mézer és lézer az angol MASER és LASER betűszó magyaros átírása, melyek kifejtése: Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation, illetve Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation.

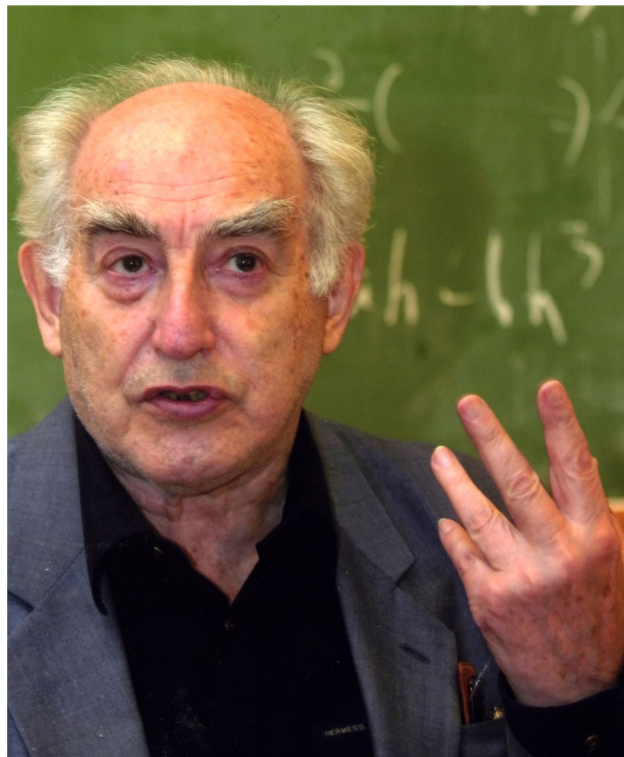
A tudomány lelkes kutatója és elszánt védelmezője, ötletgazdag elméleti fizikus: Vitalij Lazarevics Ginzburg (1916–2009)

Moszkvában született és Moszkvában is halt meg – 93 éves korában. Közben végigélte és átélte a huszadik századot, ami azért a Szovjetunióban nem volt éppen könnyű. Elkötelezett liberálisként képes volt a tudományban megérteni az érthetlent, az életben pedig kibírni a kibírhatatlant. Ahogy mondani szokás: élete kész regény. Nehéz lesz röviden összefoglalni.

Édesapja Rigában végzett vízügyi mérnök és feltaláló volt. Édesanyja orvos, aki 1920-ban, 34 évesen Moszkvában tífuszt kapott és meghalt. Kisfiúk még csak 4 évesek voltak ekkor, az apa viszont már 57. Ekkor került a családba Róza néni, anyjának húga, aki ezután sajátjaként nevelte a kis Vityát, pedig az életük cseppet se volt könnyű: a négyszobás lakásba még két családot költöztettek be a forradalom után. 1927-ben, 11 éves korában írárták be egy volt francia iskola 4. osztályába, ahol még ott voltak a régi tanárok. Jó színvonalon folyt az oktatás, azonban 1931-ben egy oktatási reform során bezárták ezt az iskolát. A 7. osztályt elvégezett, 15 éves fiú ekkor – némi protekcióval – laboratóriumi asszisztens lett egy műszaki főiskola röntgenlaborjában. Két évig dolgozott itt, közben kezébe került egy *Napjaink fizikája* című ismeretterjesztő kiadvány, amelyet elolvastva úgy döntött, hogy fizikus lesz.

Ehhez azonban egyetemet kellene végezni. Mivel 1933-tól kezdve felvételi versenyvizsgával lehetett csak bekerülni az egyetemre, magánúton felkészült a tízosztályos középiskola még hátralévő három tanévének anyagából, és jelentkezett a Moszkvai Állami Egyetemre. A vizsga sikerült, mégse vették fel, csak „külső” hallgatónak. Másodévre azután át tudott menni rendes hallgatónak, de ekkor még kérdéses volt, hogy katonai vagy polgári ágon folytathatja-e az egyetemet. A katonai vizsgálaton strómát állapítottak meg nála, ezért a civil ágra irányították. Harmadévig végén újabb, de most már saját döntésre került sor: elméleti fizikus, vagy optikai kutatói pályára szakosodjon tovább?

Alekszej Alekszejevics Abrikosov és Vitalij Lazarevics Ginzburg a 2003. évi fizikai Nobel-díj két kitüntetettje.

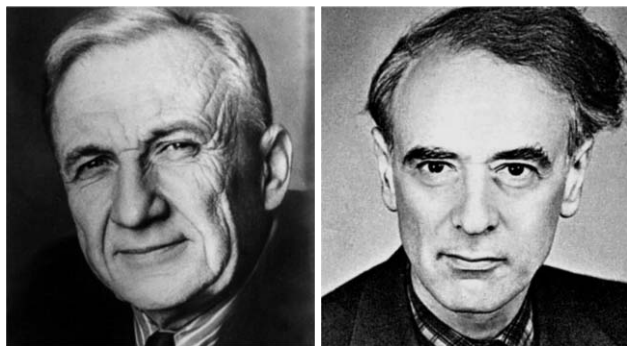


Vitalij Lazarevics Ginzburg

Az optikát választotta, mert az elmulasztott középiskolai évek miatt tudását matematikából nem érezte elég alaposnak az elméleti fizikához. Döntésében az is szerepet játszott, hogy az elméleti fizikusok között vére menő politikai viták dúltak akkor Moszkvában a relativitáselméletéről. Az optikai tanszéket szerencsére az a *G. Sz. Landszberg* (1890–1957) vezette, aki *L. I. Mandelstam* (1879–1944) munkatársa volt. (1928-ban ők ketten is felfedezték a Raman-szórást, csak németül publikálták, nem angolul.) Viszont a besötétített szobában folyó optikai kísérletek nem nagyon vonzották az elméleti érdeklődésű Ginzburgot, ezért egy igazi Mandelstam-tanítványt keresett fel, az elméleti fizikai tanszék akkori vezetőjét, egy, a csősugarakkal kapcsolatos kvantum-elektrodinamikai problémával. *I. J. Tamm* (1895–1971), aki 1934-től egyben a Lebegyev Intézet elméleti fizikai részlegének is igazgatója volt, ekkor figyelt fel a tehetséges, ötletekkel teli hallgatóra.

Diplomája megszerzése előtt egy évvel Ginzburg megnősült, egyik évfolyamtársát vette feleségül. 1939-ben megszületett *Irina*, Ginzburg egyetlen gyermeke. Az egyetemen hivatalosan Landszberg irányításával készítette el kandidátusi disszertációját, amelyet 1940-ben sikeresen megvédett. Ezután a Lebegyev Intézetben Tamm tényleges irányítása mellett készült fel a nagydoktori vizsgára. Sokat publikált, mert sok ötlete volt és az írás könnyen ment neki.

1941-ben, amikor a német csapatok véstesen közeledtek Moszkvához, az egész Lebegyev Intézetet a Moszkvától több mint 800 km-re keletre lévő Kazányba evakuálták. Kazányban apjával, nagynénjével és feleségével laktak – éheztek és fáztak – egyetlen szobában. Kislányuk a nagymamánál maradt, akit mászo-



Vitalij Ginzburg legkedvesebb tanárai: Igor Tamm és Lev Landau.

vá költöztettek át. Naponta várta, hogy besorozzák, ezért rohamtempóban dolgozott nagydoktori disszertációján, amelyet végül is 1942-re sikerült elkészítenie és megvédenie. Témája a rádióhullámok terjedése volt az ionoszférában, ez is hozzájárult ahhoz, hogy ne vigyék el katonának. Még 1942-ben Ginzburg is belépett a Pártba, ezután 1945-ben már Moszkvában érte a felkérés, hogy legyen a Gorkij Állami Egyetem³ alakuló rádiófizikai kar külső professzora.

Ginzburg vállalta a gyakori utazásokat a Moszkvától több mint 400 kilométerre lévő városba, különösen azután, hogy megismerte Gorkijban *Ninát*, akibe beleszeretett és elvált első feleségétől, 1946-ban feleségül vette. Ezután se élhettek azonban Moszkvában közös háztartásban egészen 1953-ig, Sztálin haláláig. Ninát ugyanis 1944-ben koholt vád (Sztálin elleni merénylet tervezése) alapján letartóztatták. Másfél év múlva amnesztiával kiengedték, de továbbra sem költözhetett Moszkvába, hiába kérvényezték ezt évről évre. Gyermekek nem született, viszont házasságuk több mint hatvan évig, Ginzburg haláláig tartott.

1948-ban Tammot és a Lebegyev Intézetben dolgozó közvetlen munkatársait is bevonták a szovjet nukleáris bombák tervezésének és előállításának titkos munkálataiba. A kiválasztásban szakmai és politikai szempontok egyaránt szerepet játszottak – Pjotr Kapica példája mutatja, hogy mennyire kegyvesztetté válhatott az, aki nem vállalta a közreműködést. Tamm és Ginzburg vállalta, pedig egyikük se tartozott a legmegbízhatóbbak közé. (Ginzburg a felesége, Tamm pedig kivégzett bátyja miatt kerülhetett volna gyanúba.) *A. D. Szaharov* (1921–1989) – a szovjet hidrogénbomba későbbi megtervezője – ekkoriban lett kandidátus Tamm intézetében. Ginzburg emlékezete szerint Szaharovot azért vették be a titkos csoportba, hogy könnyebben kaphasson lakáskiutalást. Az első szovjet atombombát 1949 augusztusában, az első szovjet hidrogénbombát 1953 augusztusában robbantották fel. A hidrogénbomba réteges felépítése – urán-238 és deutériumrétegekből – Szaharov javaslata volt. Az pedig, hogy ebben a deutériumot lítiumdeuterid-

del helyettesítsék, már Ginzburg ötlete. Ginzburg politikailag kényes helyzetére jellemző, hogy az Arzamas-16 fedőnevű titkos bombagyártó helyre 1950-ben már csak Tamm és Szaharov utazhatott el.

A Moszkvában maradt Ginzburg ebben az évben a szupravezetés magyarázatára egy eléggé meglepő fenomenológiai elméletet publikált Landauval. Néhány év múlva ezt az elméletet pontosította Abrikoszov. Azóta már kísérletileg is sikerült láthatóvá tenni a másodfajú szupravezetők esetén a mágneses térben fellépő örvények rácsba rendeződését. A 2003-as fizikai Nobel-díjat is ennek köszönhetően kapta Ginzburg és Abrikoszov.

Van egy harmadik terület is, ahol Ginzburg munkássága fontos eredményekre vezetett, ez pedig az asztrofizika. 1955-ben Ginzburg és a vele egyidős csillagász *I. S. Sklowszkij* (1916–1985) fedezte fel annak kvantitatív bizonyítékát, hogy a Föld közelében megfigyelt kozmikus sugárzás forrásai szupernóvák. Kiderült, hogy a Rák-köd rádiósugárzása mágneses térben spirális pályán gyorsuló elektronoktól származik (szinkrotronsugárzás). És amikor 1969-ben felfedezték a pulzárokat, a szupernóva-robbanásokban keletkező neutroncsillagokat, Ginzburg kiterjesztette elméletét, belefoglalva a pulzárokat is.

De ekkor már nem járt le kozmikus fizikát tanítani Gorkijba, hanem a moszkvai Fizikai-Technikai Intézetben belül alapította meg a Fizikai és Asztrofizikai Problémák Osztályát. 1971-ben meghalt tanára és jötevője, Igor Tamm. Utána Ginzburg lett a Lebegyev Intézet elméleti részlegének vezetője, és az maradt 1988-ig. Ez az akadémiai fizikai kutatóintézet volt a munkahelye több mint fél évszázadon át. Az ötvenes évek közepén indított „szerdai szemináriumok” szervezését és vezetését csak 2001-ben hagyta abba.

Életének utolsó évtizedeiben erős politikai aktivitást fejtett ki. Örök fájdalom volt, hogy nem engedték a Szovjetunióból külföldre utazni. Még 1984-ben is csak úgy engedték volna meg, hogy eleget tegyen a Dán Akadémia meghívásának, amelynek évek óta külső tagja volt, ha egyedül utazik, Moszkvában hagyva – túszul – feleségét. 1991-ben kilépett a Pártból. Szót emelt az újjáéledő antiszemitizmus ellen, támogatta az 1996-os Orosz Zsidók Kongresszusát. „Lelkes ateista” lévén tiltakozott az orosz ortodox egyház növekvő befolyása ellen, ugyanakkor aggódott a tudományért, amelyet eltorzítanak az üzleti szempontok.

Legjobban annak örült, hogy lányára és unokáira sikerült áthagyományoznia a fizika szeretetét. Lánya fizikatörténetből kandidált Moszkvában és egy asztrofizikushoz ment férjhez. Két lányunokája közül az egyik Princetonban védte meg PhD-jét és egy ottani orosz fizikushoz ment férjhez. Önéletrajzában,⁴ amelynek alapján született ez az összefoglaló is, végül is hitet tett a világ sorsának jobbra fordulása mellett, amelynek „szükséges feltétele a történelmi emlékezet megőrzése és a tudomány fejlődése”.

³ *Gorkij* nevét 1932 és 1990 között viselte Nyizsnyij Novgorod, az ottani egyetem 1932 és 1956 között szerepelt ezen a néven. 1932-ben *Sztálin* kívánságára történt a névváltoztatás, miután ebben az évben Gorkij Sztálin hívására visszatért Olaszországból a Szovjetunióba. 1956 óta az egyetem neve ismét Lobacsevszkij Állami Egyetem.

⁴ http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2003/ginzburg-bio.html