

„Az intézetben szükségszerűen kell politikailag fejletlen embereket alkalmazni. Például *Bardócz Árpád* tartozik ezek közé, de ő az ipari spektroszkópia egyetlen komoly magyar szakembere. *Tarnóczy Tamás* pedig ultrahang-specialista. Ilyen emberek alkalmazását helyeselni kell (mert eddig még nem nevelünk fel ilyen politikailag is fejlett szakembereket).”

A levélben a személyzeti osztály munkáját heves kritikával illeti. Megemlíti, hogy egy műszerészt azért nem akartak alkalmazni, mert az apja ligeti mutató volt; egy mérnöknel pedig azt kifogásolták, hogy nagyanyja kulák. Azzal zárja a feljegyzést, hogy az ilyen ügyekkel való kényszerű foglalkozás elvonja a tudományos tevékenységtől.

A későbbi években figyelme egyre inkább a fizika alapkérdései felé fordult. A 60-as években írta meg a re-

lativitáselméletről szóló monográfiáját. Ebben a nagy gonddal megírt könyvben a kísérletekből kiindulva, a szokásos matematikai formalizmust alkalmazva, ám a „hivatalos”-tól eltérő interpretációval tárgyalja a relativitáselméletet. A mű komoly kritikákat kapott, de elismerést is, például *John S. Bell* neves brit fizikustól.

Jánossy Lajos 1972-ben, 60 éves korában, lemondott a KFKI igazgatói posztjáról és az Eötvös Loránd Tudományegyetemen betöltött tanszékvezetői állásáról. A következő években a kvantummechanika alapkérdéseivel foglalkozott, de hanyatló egészsége és a feladat nagysága miatt erről a problémakörrel nem született összefoglaló jellegű munka. 1978-ban, 66 éves korában halt meg szívrohamban.

Szeretném megköszönni édesapám, *Jánossy István* e cikk megírásához nyújtott segítségét.

JÁNOSY LAJOS ÉS A 100 ÉVE FELFEDEZETT KOZMIKUS SUGÁRZÁS

Király Péter
MTA Wigner FK RMI

Jánossy Lajos 1912 márciusában, néhány hónappal a kozmikus sugárzás felfedezésének „hivatalos” időpontja előtt született, és az aktív kutatásokba már egyetemista korában, az 1930-as évek első felében bekapcsolódott. Születésekor a kozmikus sugárzás felfedezéséhez vezető kutatások már jó néhány éve folytak, a felfedezés után pedig még több mint egy évtizednek kellett eltelnie, míg a „sugárzás” léte általánosan elfogadottá vált, és még többnek, amíg az is kiderült, hogy mit is fedeztek fel valójában. Így a születése és kutatói pályája kezdete között eltelt idő ellenére *Jánossy Lajos* még mindig igen alapvető kérdések tisztázásában tudott részt venni.

Idén, 2012-ben a kozmikus sugárzás felfedezésének centenáriuma alkalmából világszerte elég sok előadás, konferencia és népszerűsítő cikk foglalkozott a felfedezés körülményeivel, valamint a kozmikus sugárzási kutatások jelenlegi állásával, eredményeivel és további perspektíváival. Magyar nyelven a *Természet Világa* januári számában *Mészáros Péter* írt a felfedezés centenáriumáról és a nagyenergiájú komponens vizsgálatáról [1], e sorok írója pedig a felfedezést megelőző és az azt követő vitákról, valamint a *Jánossy-centenáriumról* [2]. A *Fizikai Szemle* július–augusztusi és szeptemberi számában *Kövesi-Domokos Zsuzsa* elemezte az extrém nagy energiájú kozmikus sugárzás vizsgálatának perspektíváit [3]. Angol nyelven két európai rendezvényt emelünk ki: Moszkvában a 23. európai kozmikus sugárzási szimpóziumon jelen szerző méltatta a kettős centenárium jelentőségét [4], a németországi Bad Saarowban pedig, ahol *Victor Hess* földet ért a felfedezésként később Nobel-díjjal elismert léghallonos mérései után, egy 3 napos konferencia taglalta az egyes kutatók szerepét a felfedezés-

ben, valamint a kozmikus sugárzási kutatások mai helyzetét és perspektíváit [5].

E cikkben röviden leírjuk a kozmikus sugárzás felfedezéséhez vezető utat és az azt követő vitákat, majd kitérünk a Potsdamban, majd Berlin-Dahlemben végzett kutatásokra és *Jánossy Lajos* ottani tevékenységére. Ezután *Jánossy* Angliában, a Blackett-laboratóriumban végzett alapvető fontosságú munkáiról és a dublini kozmikus sugárzási csoport megalakulásáról, majd *Jánossy* ottani tevékenységéről számolunk be. Végül foglalkozunk hazatérése utáni szerepével a KFKI kozmikus sugárzási és nagyenergiájú kutatásainak beindításában.

A kozmikus sugárzási kutatások hősikora

A hősikor szerényen, egyáltalán nem hősiiesen indult. Már a 18. században, *Coulomb* kutatásai során kiderült, hogy egy jól szigetelő szálon lógó gömb töltése lassan elszívárog, és ez csak a gömböt körülvevő levegőn át történhet. A 19. század során kiderült, hogy a szivárgás a környező gáz nyomásától és minőségétől is függ, de a jelenség igazán érdekessé a radioaktivitás felfedezése után vált. Egyre pontosabb elektro-szkópokkal, illetve elektrométerekkel vizsgálták az ionizáló sugárzások és a töltés elszívárgásának kapcsolatát. Két lelkes és invenciózus német fizikatanár, *Julius Elster* és *Hans Geitel* először szabad levegőn tanulmányozta az elszívárgást különböző körülmények között, és azt rendkívül változónak találták, majd megállapították, hogy a szivárgás zárt térben, üvegharang alatt is jelentős. Később kiderült, hogy több cm-es ólomréteggel árnyékolt elektro-szkópban

lassul ugyan az elszivárgás, de nem szűnik meg, noha ilyen vastag ólomréteg minden addig ismert radioaktív sugárzást elnyel. *Charles Wilson* skót kutató felvette, hogy az ionizáló sugárzás nagy áthatolóképességű komponense esetleg nem a talajból vagy a légkörből, hanem a Föld légkörén kívülről származhat. Ennek ellenőrzésére 1901-ben vasúti alagútba vitte készülékét, remélve, hogy a vastag sziklaréteg kiszűri a kozmikus eredetű sugárzást. De az elszivárgás ekkor sem csökkent lényegesen, mire elvetette hipotézisét, és hajlott arra a véleményre, hogy a zárt edényben lévő levegő spontán módon ionizálódik.

Ezután az is kiderült, hogy a töltés elszivárgásáért több sugárforrás is felelős, így a talajban, a műszer anyagában és a levegőben lévő radioaktív anyagok is. De a leginkább áthatoló, ólommal csak részben leárnyékolható komponensre nem sikerült magyarázatot találni. Kiszámították, hogy a legáthatolóbb ismert gamma-sugárzásnak is szinte teljesen el kellene nyelődnie néhány száz méteres levegőrétegben. *Theodor Wulf* jezsuita atya 1910-ben az Eiffel-torony alatt és különböző szintjein végzett méréseket újonnan kifejlesztett műszerével, és azt találta, hogy 300 m magasságig a sugárzás még felére sem csökkent. *Domenico Pacini* olasz kutató a tenger és tavak felszínén és a víz alatt is végzett méréseket, és azt találta, hogy a sugárzás egy része felülről, vagyis nem a talajból vagy a vízből jön. Többben próbálkoztak ballonos felszállásokkal is, így *Albert Gockel* Svájcban és *Karl Bergwitz* Németországban. Műszerük azonban vagy elromlott, vagy a mért eredményt különböző rendellenességek miatt nem tekintették megbízhatónak.

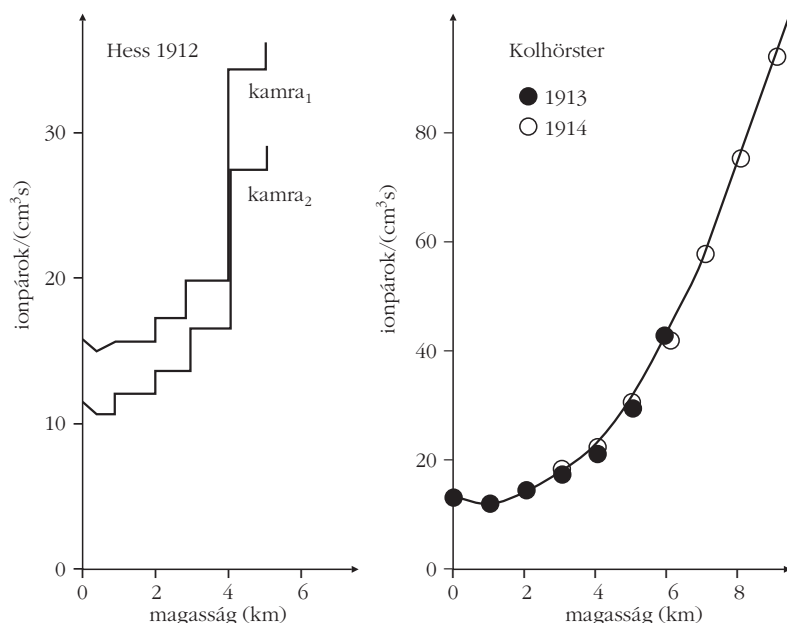
Victor Hess osztrák kutató, aki 1911-ben a bécsi Rádiumkutató Intézetben dolgozott, gondos tervet készített az áthatoló sugárzás eredetének vizsgálatára. A Wulf-féle elektrométer gyártó Günther és Tegetmeyer céggel karöltve több szempontból tökéletesítette

és nyomásállóbbá is tette a műszert. A Rádium Intézetben nagy mennyiségű rádium felhasználásával pontosan kimérte a gamma-sugárzás légköri abszorpcióját. Ezután következett első ballonos felszállása körülbelül 1 km magasságra 1911 augusztusában, amikor is a zárt edényben lévő levegő vezetőképességét körülbelül a földfelszínivel egyezőnek találta. Három lehetséges okot tudott elképzelni: 1) A légkör ismeretlen radioaktív anyagokat tartalmaz; 2) A talajból kiinduló sugárzás sokkal áthatóbb, mint az addig ismert radioaktív sugárzások; 3) Földünkön kívüli, kozmikus eredetű gamma-sugárzás (bár ezt nem tartotta valószínűnek). Ezután több éjszakai és nappali felszállás alkalmával ellenőrizte az észlelt jelenséget, sőt egy napfogyatkozás alkalmával is felszállt, és ekkor sem csökkent a zárt edényben lévő levegő ionizációja. Leszállás után a ballont mindig gondosan ellenőrizte, hogy nincs-e rajta radioaktív szennyezés. Az olcsó és könnyen hozzáférhető világítógáz-töltéssel nem lehetett mintegy 4000 m-nél magasabbra emelkedni, de sikerült elérnie, hogy 1912 augusztusában egy jóval drágább hidrogéntöltésű ballonnal is felszállhasson, és ekkor 5300 m-es szintet ért el. Augusztus 7-én hajnalban az Osztrák–Magyar Monarchia határához közeli Aussig (most Ústi nad Labem) közeléből szállt fel, és a Berlintől délkeletre fekvő Pieskow településnél szállt le. Az ionizáció 2–3000 m magasság felett jelentősen nőtt, és 4–5000 m körül a földfelszíni többszörösét érte el. Ebből jutott arra a következtetésre, hogy az ionizáció forrása felülről, valószínűleg a Föld légkörén kívülről jön. Mivel az egyetlen nagy áthatolóképességű sugárzás, amit ismertek, a gamma-sugárzás volt, természetes volt a feltételezés, hogy itt valami nagyon nagy energiájú gamma-sugárzásról lehet szó. Mindenesetre most ennek az 1912. augusztus 7-i felszállásnak a dátumát fogadjuk el a kozmikus sugárzás felfedezése napjának, és ennek centenáriumián vettem részt egy konferencián a leszállás helyén.

A korábbi ballonos méréseknél szerzett rossz tapasztalatok miatt azonban sokan nem hittek az eredmények megbízhatóságában, ezért igen nagy jelentősége volt annak, hogy az ezt követő két év során egy fiatal német kutató, *Werner Kolhörster* a műszert tovább tökéletesítette, és hidrogéntöltésű ballonjával jóval magasabbra, 9300 m-ig emelkedett. Az ionizáció itt már sokszorosa volt annak, amit Hess mért. Nem véletlen, hogy Jánosy Lajos a kozmikus sugárzás felfedezését nem egyedül Hessnek, hanem mindkettőjüknek tulajdonította, és a felfedezésről szóló 50 éves jubileumi előadását sem 1962-ben, hanem 1963-ban tartotta [6].

Az 1. ábra egymás mellett mutatja Hess és Kolhörster mérési eredményeit. Megjegyezzük, hogy a mért ionizációs ráták nem csak a kozmikus sugárzás által keltett

1. ábra. Hess és Kolhörster méréseinek összehasonlítása.





Charles T. R. Wilson



Victor Hess



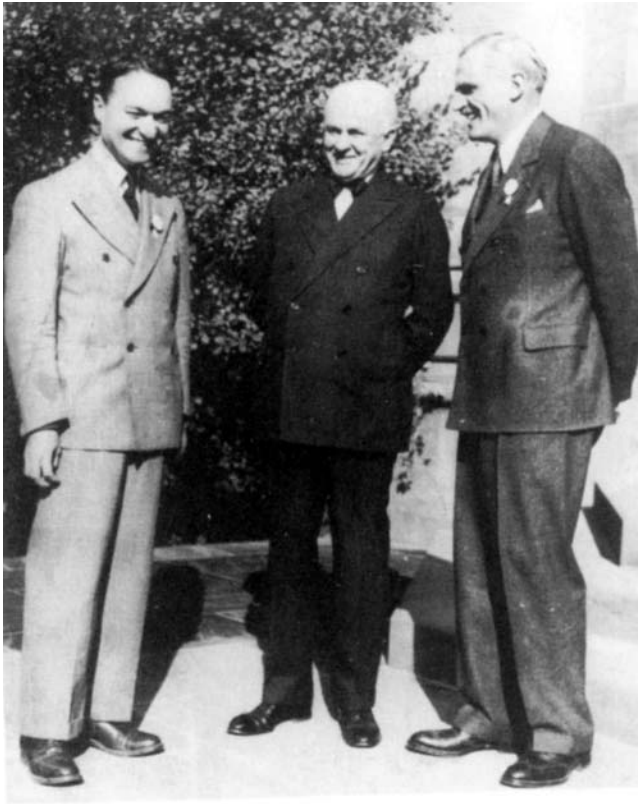
Werner Kohlhörster



Carl Anderson



Patrick M. S. Blackett



Bruno Rossi, Robert Millikan, Arthur Compton



Domenico Pacini

2. ábra. A kozmikus sugárzási kutatások úttörői (jobb oldalt néhány korabeli elektroszkóp is látható).

ionizációt, hanem más ionizációs hatásokat is tartalmaznak, amelyek az eltérő talajviszonyok és a műszerek különböző anyaga miatt eltérhetnek egymástól. Nagyobb magasságokon viszont a kozmikus sugárzás hatása dominál. Akkoriban az ionizációs rátát a köbcentiméterenként 1 másodperc alatt keltett ionpárok számával mérték, és I -vel jelölték. Mai tudásunk szerint a tengerszinten a kozmikus sugárzás járuléka körülbelül $I = 1,8$, de ez a teljes ionizációs rátának csak 10-15%-a. Mint az ábrából látható, Kohlhörster észlelési magasságán a kozmikus sugárzás intenzitása a földfelszíninek sokszorosa volt. A nagy magasságokban észlelt sugárzásról feltételezték ugyan, hogy az Földünkön kívüli eredetű, megnevezésére mégsem a „kozmos sugárzás” német megfelelőjét, hanem a „Höhenstrahlung” vagy „Ultra-Gammastrahlung” (magassági vagy ultragammasugárzás) kifejezést használták.

Bár az 1. ábrán bemutatott eredmények egymással konzisztensek, megbízhatóságukban a korábbi kudarcok miatt többen továbbra is kételkedtek. A világháború kitörése az ellenőrző méréseket egyelőre megakadályozta. A háború után érthető módon először Amerikában kezdtek ilyen irányú kutatásokba. Automatikus észlelő műszereket bocsátottak fel szondázó ballonokon mintegy 16 km-es magasságba, de az ionizáció növekedését a korábbi német méréseknél kisebbnek találták. Eredményeiket és a kísérletek menetét azonban csak igen vázlatosan közölték. Később egy 4300 m-es hegyen (Pikes Peak) végeztek abszorpciós méréseket, és úgy találták, hogy egy vastag ólomréteggel körülvett elektrométer ionizációs adatai jól értelmezhetők a környezet sugárzása segítségével, áthatoló Földön kívüli sugárzási komponens feltételezése nélkül. A vizsgálatok vezetője Robert

Millikan volt, aki az elektron töltésének meghatározásáért 1923-ban fizikai Nobel-díjat kapott, így véleményére sokat adtak. Az osztrák és német kutatókat még inkább elkéséltette, amikor Millikan 1925-ben különböző magasságokban fekvő hegyi tavak mélyén végzett ionizációs mérések alapján arra a következtetésre jutott, hogy egy kozmikus eredetű sugárzás mégis létezik, de ennek felfedezését – legalább is implicite – magának tulajdonította. Ekkor vezette be Millikan a „kozmos sugárzás” megnevezést, de Amerikában a népszerűsítő cikkek nagyrészt „Millikan-sugárzásról” beszéltek. Kolhörster viszont (és németországi kutatásai során később Jánossy is) a „Höhenstrahlung” kifejezést használta. Az elsőbbség kérdése ugyan 1936-ban, a felfedezésért járó Nobel-díj Victor Hessnek ítérlésével egyértelműen eldőlt, de Hessben sok keserűség maradt, amit egyik forrás szerint [7] magyar kollégájának, *Forró Magdán*nak a díj átvétele után 16 oldalas kézírásos levélben panaszolt el.

Az 1920-as években Európában is újra fellendült a kutatás. Bár Kolhörster először kénytelen volt középiskolai tanításból megélni, 1923-tól nyaranta már svájci magashegyi expedíciókat tudott szervezni *Walther Nernst*, az 1920. évi kémiai Nobel-díjas támogatásával, aki kozmológiai elméletét szerette volna a kozmos sugárzási vizsgálatok segítségével igazolni. A Jungfrau közelében, részben gleccserhasadékokban végzett mérések új információkat adtak a kozmos sugárzás elnyelődésére és irányeloszlására nézve. Később az ionizációs kamrák összekalibrálásával azt is sikerült igazolnia, hogy a kozmos sugárzás magasságfüggésére kapott háború előtti európai eredmények valóban jó értéket adtak, míg az amerikaiaknál voltak hibák. Azt azonban egyelőre senki sem vonta kétségbe, hogy az áthatoló sugárzás elektromágneses jellegű.

A kutatásnak új lendületet adott *Dmitry Szkolbelcin* szerencsés felfedezése. Ő Wilson-féle ködkamrában gamma-sugárzás Compton-effektusát vizsgálta, és váratlanul a gamma-sugárzástól független eredetű nyomokat talált, amelyeket a mágneses tér nem, vagy csak gyengén térít el. *Walter Bothe* és *Werner Kolhörster* ezután Geiger-Müller-csöves koincidencia-elrendezéssel megvizsgálta e töltött részecskéknél vastag abszorbensekben való elnyelődését, és az abszorpciós együtthatót hasonlónak találták, mint amit korábban ionizációs kamrákkal a kozmos sugárzásban mértek. Ebből az derült ki, hogy a kozmos sugárzás – legalább is kis tengerszint feletti magasságokban – nagyrészt nem gamma-sugárzásból, hanem valamilyen töltött részecskékből áll. A koincidencia-módszert Firenzében (az Arcetri obszervatóriumban) *Bruno Rossi* és csoportja fejlesztette tovább.

Innen már csak egy lépés volt erős mágneses teret tartalmazó Wilson-kamrában a pozitron felfedezése (*Carl Anderson*), valamint annak kimutatása, hogy a gamma-sugárzás elektron-pozitron párt képes kelteni (*Blackett* és *Occhialini*). Az utóbbi felfedezést egyébként az tette lehetővé, hogy *Giuseppe Occhialini* magával vitte *Rossi* koincidencia-technikáját Cambridge-

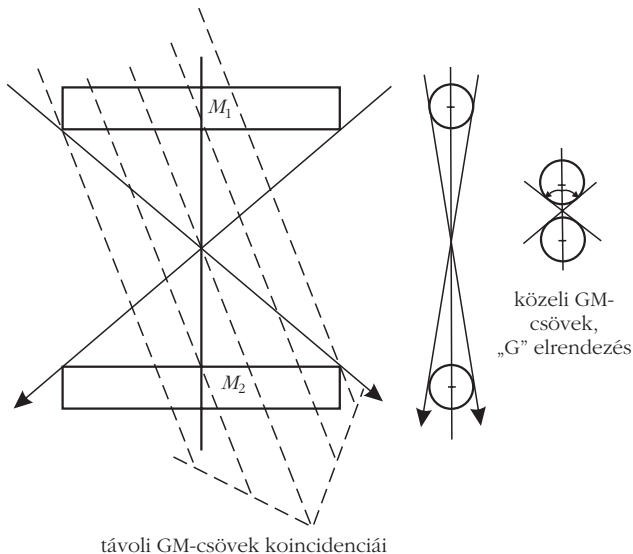
be, és ezzel triggerelte a Wilson-féle ködkamrát. Így a kamra minden expanziója alkalmával hasznos felvételeket lehetett készíteni. E töltött részecskéknél végzett kísérletek jelentették a kozmos sugárzás részecskefizikai felhasználásának kezdetét. Később *Anderson*, *Blackett* és *Bothe* is elnyerte a Nobel-díjat.

Más irányú volt, de még szintén a kozmos sugárzás kutatásának hőskorához tartozott az intenzitás földrajzi szélességtől való függésének bizonyítása, ami *Jacob Clay* és a már korábban Nobel-díjas *Arthur Compton* nevéhez fűződött, valamint a kelet-nyugati aszimmetria kimérése. Ezekből kiderült, hogy a Föld mágneses terén át a légkörbe érkező kozmos sugárzási részecskék is töltöttek, mégpedig pozitív töltésűek. A hőskor úttörőit a 2. ábrán mutatjuk be.

Jánossy Lajos Kolhörster laboratóriumában

1928 és 1930 között *Werner Kolhörster* a Porosz Akadémia támogatásával kozmos sugárzási laboratóriumot hozott létre Potsdamban, de emellett a berlini egyetemen is tanított. Ez lett azután a világon az első kimondottan kozmos sugárzási kutatások céljára épült laboratórium. Munkatársai egy-két tapasztalt kutató mellett főleg diákok voltak. Kolhörster egyik tapasztalt munkatársa *Leo Tuwim* volt, aki korábban Leningrádban *L. Myssowsky* munkatársaként már több fontos eredményt ért el, különösen a kozmos sugárzás abszorpciójával kapcsolatban. Potsdamban főleg elméleti munkát végzett, a kozmos sugárzás irányeloszlása mérésének módszertanát dolgozta ki egyedülálló és koincidencia-elrendezésű Geiger-Müller (GM) csövekkel, meglehetősen bonyolult matematikai apparátust és viszonylag sok feltevést használva. Miután *Tuwim* 1933-ban egy dél-franciaországi autóbalesetben elhunyt, a fiatal Jánossy vette át munkáját, majd a korábbi elméletet általánosította és jelentősen egyszerűsítette. Első dolgozatát e témakörben 1934 februárjában írta *Zählrohrinvarianzen* (Számológépcső-invariánsok) címen. Kolhörsterrel közösen, 1934 őszén írt cikkükben már a „Jánossy-féle koincidencia-elmélet” alapján határozzák meg a kozmos sugárzás irányeloszlását. Később Jánossy doktori disszertációját is e témakörből írta.

A korábbi, ionizációs kamrával végzett irányeloszlás-mérésekhez képest a GM-csövek nagy előnye az volt, hogy már az egyes csövek beütésszáma is függött a cső irányításától, két párhuzamos cső koincidenciái segítségével pedig elvileg bármilyen kis térszögben ki lehetett mérni az intenzitást. Mivel azonban ekkor a koincidencia-idők még elég nagyok voltak, távoli csövek esetén a véletlen koincidenciák váltak túlnyomóvá. *Tuwim* és később Jánossy módszerével közeli csövek (úgynevezett G-elrendezés) segítségével nagy koincidencia-rátát lehetett elérni, és néhány irányban végzett mérésből integrálegyenlet megoldásával lehetett megkapni a valódi irányeloszlást. A távoli csövekkel és G-elrendezésben végzett mérések elvét a 3. ábrán mutatjuk be.



3. ábra. Koincidencia-elrendezés távoli és közeli GM-csővekkel.

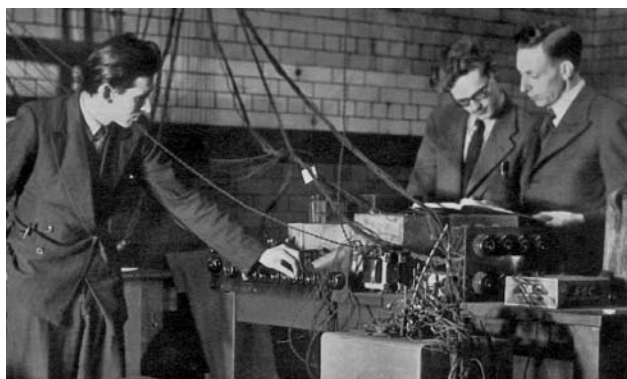
Kolhörster Potsdam után Berlin-Dahlemben épített az egyetemhez kapcsolódó modernebb laboratóriumot, és Jánossy ott is több értékes kutatást végzett. Sokan hivatkoztak például arra az elméleti munkájára, amely a Nap feltételezett mágneses terének a primer kozmikus sugárzás energia- és irány-eloszlására gyakorolt hatásával foglalkozott. Az akkori ismeretek a Nap mágneses teréről persze még elég kezdetlegesek voltak, hiszen a napszél és hatásai még nem voltak ismertek.

A Németországban eluralkodó politikai légkör miatt 1936 végén Jánossy Londonba távozott, ahol Patrick Blackett laboratóriumában kezdett dolgozni.

Jánossy kutatásai Blackett londoni és manchesteri laboratóriumában

Patrick Blackett 1933 és 1937 között a londoni Birkbeck-kollégiumban volt professzor, majd 1937 őszén átvette a manchesteri fizika tanszék vezetését, amit nemzetközi viszonylatban is elsőrangú laboratóriummá fejlesztett. Jánossy a Birkbeck-kollégiumban először a kozmikus sugárzás különböző vastagságú ólomrétegekben való elnyelődését vizsgálta részben a

4. ábra. Jánossy, Broadbent és Rochester 1944-ben, manchesteri laboratóriumukban.



felszínen, részben a Holborn metróállomáson, 30 méteres agyagréteg alatt. Ezután egyre inkább a kozmikus sugárzás lokális és kiterjedt záporai felé fordult érdeklődése. Több ilyen témájú kutatásban vett részt még azelőtt, hogy Blackett és a tanszék nagy része elhagyta Manchestert, és különböző katonai projektekbe (operációkutatás, radartechnika) kapcsolódott be. A még viszonylag békés időszakban dolgozott együtt *Bernard Lovell*-el, a rádiócsillagászat későbbi vezető kutatójával, Bruno Rossival, aki a kozmikus sugárzási kutatások egyik úttörője volt, és *Peter Ingleby*-vel, aki sajnos hamarosan egy katonai repülő kipróbálása közben életét vesztette. Különösen fontos volt az 1940-ben Peter Inglebyvel közös cikkük, ami az úgynevezett áthatoló záporok felfedezésének tekinthető (ugyanabban az évben *Gleb Wataghin* Brazíliában tőlük függetlenül hasonló eredményre jutott). Bár az 1938-ban felfedezett kiterjedt légi záporok csak kis hányadban tartalmaznak áthatoló részecskéket, ezek kimutatása és tulajdonságaik vizsgálata igen fontos volt a részecskefizika szempontjából.

A háború idején Jánossy elsősorban *George Rochester*-tel együtt folytatta az áthatoló záporok vizsgálatát, ködkamrás és igen ötletes koincidencia-antikoincidencia elrendezések segítségével. Volt olyan berendezésük, amelybe mintegy 15 tonna ólomárnyékolást építettek be, és a berendezéseket nagyrészt a saját kétkezi munkájukkal állították össze. A 4. ábra egy ilyen berendezés mellett mutatja a két kutatót egyik tanítványukkal. E munkákról, valamint Rochester és *Butler* részben ezeken alapuló későbbi felfedezéseiről (az első ritka részecskéről) George Rochester halála után, 2002-ben már részletesebben beszámoltam a *Fizikai Szemlé*ben [8]. E munkák nemzetközi visszhangjára jellemző, hogy Carl Anderson a háború után fájalta, hogy B-29-es repülőn végzett kísérleteiben nem használta fel Jánossy ötleteit, amelyek segítségével a ritka részecskék százeit találhatta és vizsgálhatta volna meg.

A kísérletek elméleti értelmezésében segített, hogy *Walter Heitler* ekkor Dublinban dolgozott, és Jánossy vele többször konzultált, majd közös munkákra került sor. Sőt, 1945-ben egy nyári iskola alkalmával előadássorozatra hívták Jánossyt, majd szenior professzorként egy ottani kutatócsoport megalakítására kérték fel. Már korábban is gondoltak a dublini intézet geofizikai és kozmikus részleggel való kibővítésére Victor Hess vezetésével, vele azonban a tárgyalások 1943-ban megszakadtak, mint azt *Luke Drury*től, a Királyi Ír Akadémia jelenlegi elnökétől megtudtam. Az 5. ábra Jánossyt az 1945-ös iskola néhány illusztris résztvevőjével mutatja.

Közjáték Dublinban

Jánossy 1947-től 1950-ig vezette a DIAS (Dublin Institute for Advanced Studies) kozmikus sugárzási részlegét. Adminisztratív, anyagi és technikai tényezők is nehezítették a kísérleti munkát, ezért ideje nagy részét inkább a korábbi eredmények összegzésére és a



5. ábra. Jánossy de Valera és Dirac, illetve Born és Schrödinger társaságában 1945-ben.

kozmosz sugárzás elméletének továbbfejlesztésére fordította. Ekkor írta meg monográfiáját a kozmosz sugárzásról [8], dolgozta ki Walter Heitlerrel a kiterjedt légitáporok kaszkádelméletét, majd – részben az Intézet első igazgatója és Jánossy korábbi professzora, *Erwin Schrödinger* hatására – ekkor kezdett el alaposabban foglalkozni a hullámmechanika és relativitáselmélet alapkérdéseivel. Amikor a szervezés stádiumában lévő KFKI-ba hivatalos meghívást kapott Budapestről, ahová Jánossy édesanyja és nevelőapja már korábban visszatért Moszkvából, úgy döntött, hogy családjával együtt ő is hazatér.

Kozmosz sugárzási kutatások szerepe a KFKI kezdeti időszakában

Az 1950-ben hivatalosan megalakult Központi Fizikai Kutató Intézet egyik első részlege volt a Jánossy vezette Kozmosz Sugárzási Osztály. Bár a kozmosz sugárzási kutatásoknak voltak már hazai előzményei (az 1948-ban Amerikába települt Forró Magda és *Barnóthy Jenő* bányákban végzett mérései), a szakértő gárda fiatal és igen szűk volt. A KFKI telephelyén a tényleges munka 1951-ben kezdődött el. Az osztálynak 1951 végén már 32 munkatársa volt, megindult a mechanikai, elektromos és üvegtechnikai műhelyek kialakítása. Ami a tudományos kutatást illeti, Jánossy először külföldön már elvégzett mérések reprodukcióját, az adatfeldolgozási módszerek begyakorlását és az eredmények elméleti megvitatását, megértését szorgalmazta. E módszer szinte automatikusan vezetett el később új, publikálható eredmények eléréséhez. Technikai téren beindult a GM-csővek tömeges gyártása, a mérésekhez szükséges mechanikai és elektronikai berendezések fejlesztése. A ma Jánossy-akna néven ismert körülbelül 28 méter mély, függőleges akna és az ahhoz kapcsolódó hat, különböző mélységekben lévő vízszintes alagút a kozmosz sugárzási mérések mellett más, rezgésmentes és állandó hőmérsékletű környezetet kívánó kutatások számára is lehetőséget adott (például optikai mérések). A kiterjedt légitáporok tanulmányozására

könnyűszerkezetű faépületek épültek, e kutatások azonban később leálltak, és az épületeket más célokra használták fel. A kozmosz sugárzás „ingyenes” nagyenergiájú részecskéi sokat segítettek az ekkor világszerte fellendülő gyorsítós mérések detektorainak beüzemelésében is.

A Kozmosz Sugárzási Osztály dolgozóiról 1954 és 1956 között fényképalbum készült, ennek alapján mutatjuk be a 6. ábrán a Jánossy-házaspár mellett a kozmosz sugárzási, űrkutatási és részecskefizikai kutatások három, később nemzetközileg is ismertté és elismertté vált szereplőjét: Fenyves Ervint, Somogyi Antalt és Kiss Dezsőt.

A *Fizikai Szemle* 1990/7. számának 194. oldalán *Marx György* írt *Szubjektív fizikatörténet* címen áttekintést a hazai fizikai kutatásokról. Ebben Jánossy fentebb leírt hazai tevékenységét a következőképpen jellemzi:

6. ábra. Arcképek a KFKI Kozmosz Osztály fényképalbumából.



Jánossy Lajos

Jánossy Lajosné



Fenyves Ervin

Somogyi Antal

Kiss Dezső

„Forró Magda és Barnóthy Jenő szerény Puskin-utcai megfigyelései után a kozmikus sugárzás kutatását a hazatért Jánossy Lajos profi kísérleti vállalkozás rangjára emelte: a kiterjedt légizáporok felszíni és föld alatti tanulmányozására sorozatban gyártott detektorokkal, statisztikailag mintaszerű mérésfeldolgozással gyakorlatban mutatott példát a Nagy Tudomány módszerére. Jánossy Lajos történelmi érdeme, hogy a magyar fizikusokat megtanította a korszerű mérésfeldolgozásra. Ez nagyon jól jött évek múlva, amikor a számítógépes mérésvezérlés és adatfeldolgozás elterjedt.”

Irodalom

1. Mészáros P.: A kozmikus sugárzás 100 év után. *Természet Világa*, 2012. január, 6.
2. Király P.: Kettős centenáriumi: a kozmikus sugárzás és Jánossy Lajos. *Természet Világa*, 2012. január, 10.
3. Kövesi-Domokos Zs.: Kozmikus sugárzás extrém energiákon I–II. *Fizikai Szemle* 62 (2012) 234–239, 298–300.
4. Király P.: Two Centenaries: the discovery of cosmic rays and the birth of Lajos Jánossy. 23rd ECRS (Európai Kozmikus Sugárzási Szimpózium), Moszkva, 2012. <http://www.kfki.hu/~pkiraly/KiralyP2012Moszkva.pdf>
5. 100 years of cosmic rays – Anniversary of their discovery by V.F. Hess. Centenárium konferencia Bad Saarow/Pieskowban, 2012. <https://indico.desy.de/conferenceOtherViews.py?view=standard&confid=4213>
6. Jánossy L.: Zum Gedenken an den vor 50 Jahren erbrachten Nachweis der Existenz der kosmischen Strahlung durch V.F. Hess und W. Kolhörster. *Deutsche Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Vorträge und Schrifte*, Heft 93 (1964)
7. Ziegler C. A.: Technology and the Process of Scientific Discovery: the Case of Cosmic Rays. *Technology and Culture* 30/4 (1989) 959.
8. Jánossy L.: *Cosmic Rays*. Clarendon Press, London, 1948 és 1950.
9. Király P.: A manchesteri kozmikus sugárzási iskola és a ritka részecskék felfedezése. *Fizikai Szemle* 52 (2002) 186. <http://www.kfki.hu/fszemle/archivum/fsz0206/kiraly0206.html>

A JÁNOSY-FÉLE FOTONKÍSÉRLETEK JELENTŐSÉGE

Varró Sándor
MTA, Wigner FK, SZFI

A múlt század ötvenes éveiben elvégzett *Jánossy-féle fotonkísérletek* [1, 2] a fény kettős természetére vonatkozó alapkísérleteknek tekinthetők, abban az értelemben, hogy a fényből történő diszkrét energiaabszorpciók (fotonszámlálás) és a fény hullámszerű terjedéséből eredő interferenciajelenségek első együttes vizsgálatát testesítik meg. Az ehhez szükséges legfőbb kísérleti feltételt az akkoriban elterjedő fotoelektron-sokszorozó alkalmazása jelentette, ezt az eszközt korábban ilyen célra nem használták. Ezekről a kísérletekről már több közlemény jelent meg a *Fizikai Szemle* hasábjain, amelyek közül kiemeljük *Varga Péter* 2009-ben publikált cikksorozatát [3]. E sorozatban – a kísérletek részletes elemzésén túl – a szerző (aki annak idején a kísérletek elvégzésében résztvevő munkatárs volt) visszaemlékezései mellett sok magyar nyelvű referencia is megtalálható, amelyek többségének idézésétől itt eltekintünk.

A Jánossy-kísérletek alapgondolatának kialakulása és eredeti motívumai jól nyomonkövethetők *Jánossy Lajos* és *Erwin Schrödinger* 1952-ben kezdődött és 1958-ig tartó levelezésében [4], amelynek egyik fő témája a fény természete, kvantumtulajdonságainak értelmezése volt. Éppen ebben az időszakban jelentek meg a kísérletek első eredményei is, ezért természetesen adódik, hogy e levelezésből idézzünk:

„Kedves Schrödinger Professzor!

... Mindenesetre arra törekedtem, hogy tisztán lássam, mire jutunk, ha megkíséreljük a kvantumelméletet az általánosan elterjedt nézetektől megszabadítani, és az ismert kísérletekből nyert anyagot mégegyszer összefoglalni. Emellett arra törekedtem, hogy lehetőleg a ténylegesen elvégzett kísérletekre támaszkodjam, nem

pedig gondolat-kísérletekre, amelyeket nem lehet elvégezni. Mindig abból indultam ki, hogy az elektronok, fotonok stb. ténylegesen léteznek, és pedig függetlenül attól, hogy mit gondolunk róluk. Röviden, megpróbáltam *Mach* nézeteit következetesen elkerülni. ... Néhány kísérletet ebben az irányban meg is kezdtem. Először megpróbáltam kísérletileg igazolni, hogy a fotonok még a koherens sugarakban is függetlenek egymástól. Pontosabban, egy fénysugarat egy félig ezüstözött tükör segítségével két összetevőre bontok, és mindkét sugármenetbe fotonszámlálót helyezek. Ezzel azt kívánom kimutatni, hogy a fotonszámlálók között nem lép fel koincidencia; ez azt jelenti, hogy minden egyes foton egyik vagy másik úton halad.

Aligha kétséges, hogy e kísérlet eredménye azt a felfogást fogja igazolni, hogy minden egyes foton egyik vagy másik utat választja. Ez az eredmény azonban meglehetősen különös, ha meggondoljuk, hogy a fotonszámlálók tükörrel helyettesíthetők, és ekkor egy Michelson-interferométert kapunk: az interferométer interferenciaképe ugyanis fotonszámlálók segítségével is letapogatható. Ilyen letapogatásnál annak kell kiderülnie, hogy *minden* foton kerüli az interferenciaminimumokat, holott a minimumok helyzetét *mindkét* tükör helyzete együttesen határozza meg. Az interferenciakísérlet (ellentétben a koincidenciakísérlettel) tehát – úgy tűnik – azt bizonyítja, hogy minden foton *mindkét* tükörrel kölcsönhatásban áll, azaz mintha mindkét foton valamiképpen mindkét úton haladna.

Ezeket a kísérleteket (a biztonság kedvéért) mind el kell végezni, hogy a tényállást tisztázhassuk. Mint-hogy azonban valószínűtlennek látszik, hogy ezek a kísérletek váratlan eredményre vezetnének, el kell