

KIRÁLY PÉTER

Kettős centenárium

A kozmikus sugárzás és Jánossy Lajos

Egy természeti törvény vagy jelenség „felfedezése” ritkán kapcsolódik egyetlen emberhez és időponthoz. Rendszerint fokozatosan derül ki, hogy a mérések a várttól eltérő eredményt adnak, aztán az ellenőrző kísérletek ellentmondások, további ellenőrzésre szorulnak, míg végül többé-kevésbé elfogadottá válik, hogy valóban egy új törvényről vagy jelenségről van szó, ami aztán beépül a természetről alkotott elképzeléseinkbe. Sok mellékkörülménytől függ, hogy a paradigmaváltás mennyire hirtelen következik be, és az is, hogy a későbbi „kanonizálás” során kinek és melyik kísérletnek tulajdonítják az áttörést.

A XX. század elején sok fejtörést okozott, hogy a levegő vezetőképességét még vastag árnyékolóréteggel védett üregekben sem sikerült bizonyos határ alá szorítani. Mintha valami ismeretlen ionizáló sugárzás olyan falon is áthatolna, amely minden ismert radioaktív sugárzást elnyel. Az ismeretlen sugárzás forrását a talajban, illetve a földkéregben sejtették, és azt várták, hogy hatása a földfelszíntől távolodva csökkenni fog.

A kozmikus sugárzás felfedezésének „hivatalos időpontja” Victor Hess osztrák kutató 1912. augusztus 7-én, egy 5300 méter magasra emelkedő léggömb kosarában végzett méréseihez kapcsolódik. Hess korábban Bécsben gondosan kimérte, hogy a radioaktív anyagok által kibocsátott legnagyobb áthatolóképeségű gamma-sugárzás hogyan nyelődik el a levegőben. Az már mások mérései és az ő korábbi ballonos felszállásai során is kiderült, hogy egy zárt edényben lévő levegőt érő ionizációs hatás a magassággal sokkal lassabban csökken, mint a talajban lévő, ismert radioaktív anyagok gamma-sugárzásának légköri elnyelődése indokolná. Azt viszont gondos, három légmentesen szigetelt elektroszkóppal végzett méréseivel ekkor sikerült először kimutatnia, hogy 1–2 km-es magasság felett az ionizáció csökkenés helyett nő, és 5 km-en a felszínnél több mint kétszerese. Megfogalmazta azt a (már 1900-ban felmerült, majd visszavont) hipotézist, hogy a növekedés oka a Földünket kívülről érő, nagy áthatolóképeségű sugárzás. A Napból jövő sugárzás közvetlen ionizáló hatását egy korábbi, napfogyatkozás idején végzett felszállása során ki tudta zárni.

Visszatekintve, a Hess által feltételezett, a világűrben érkező sugárzás ekkor még valóban inkább hipotézis, mint tudományosan bizonyított tény volt. Ha tudatában lett volna a felső légkör, az ionoszféra és a magnetoszféra bonyolult szerkezetének és a sugárzási övezetekben jelen lévő nagy részecskefluxusoknak, talán az áthatoló sugárzás forrásának réteges légköri elrendeződésére vagy a sugárzási övezetek felélelő terjedő hatására is gyanakodhatott volna.

Victor Hess mellett talán mások is jogosan részesülhettek volna a felfedezésért járó Nobel-díjban (1936-ban ítélték neki oda, megosztva Carl Anderson amerikai kutatóval, aki a pozitron felfedezéséért kapta az elismerést). A centenáriumot megelőzően több cikk jelent meg Domenico Pacini olasz kutató úttörő tevékenységéről, aki Hessnél korábban jutott némileg hasonló következtetésre, de az ionizációs hatás változását nem nagy légköri magasságokban, hanem a szárazföldön, a tenger felszínén és a víz alatt vizsgálta. Ki-



1. ábra. Jánossy, Broadbent és Rochester 1944-ben manchesteri laboratóriumukban, áthatoló záporokat vizsgáló berendezésük mellett

mutatta, hogy az ionizáló sugárzás nemcsak a talajból ered, hanem részben felülről, a levegőből, mivel a víz alatt az ionizációs hatás csökkent. A levegőben észlelt sugárzást legalább részben ő is Földön kívüli eredetűnek tekintette. Eredményeit olaszul publikálta, és cikkeinek lényegesen kisebb visszhangja volt, mint Hess felfedezésének. Mivel 1934-ben meghalt, a Nobel-díj odaítélésénél egyébként sem kerülhetett volna szóba. Valószínűleg még inkább kiérdemelte volna az elismerést Werner Kolhörster akkor még igen fiatal német kutató, aki 1913–14-ben számos ballonos mérést végzett, legnagyobb elért magassága 9300 méter volt, ahol a mért ionizáló hatás a földfelszíni érték 8–10-szeresét is elérte (figyelembe véve, hogy a földfelszínen a kozmikus sugárzás csak az ionizáció 10–15%-áért felelős, a növekedés mintegy 80-szoros). Emellett, mint látni fogjuk, Kolhörster mérései igen fontosak voltak a kozmikus sugárzás kutatásának későbbi időszakában is. Jánossy Lajos 1948-ban, majd 1950-ben kiegészítve megjelent [1] angol nyelvű monográfiájában a felfedezést Hessnek és Kolhörsternek tulajdonítja, de megemlékezik Pacini fontos eredményeiről is.

Történetesen éppen a kozmikus sugárzás felfedezésének évében, 1912. március 12-én született Jánossy Lajos, aki Németországban, majd Angliában és Írországra vált a kozmikus sugárzás elismert szakértőjévé. 1950-ben hazatérve, Magyarországon, a KFKI-ban beindította a kozmikus sugárzási kutatásokat, amelyekből később az űrfizikai és elemirész-fizikai kutatás is sokat profitált. E kettős centenárium kapcsán ezért a kozmikus sugárzási kutatások változatos irányzatainak tárgyalása mellett Jánossy Lajos munkásságára és annak hazai folytatóira külön is kitérek. Mivel a Természet Világában az asztrofizikai irányú kozmikus sugárzási kutatásokkal (amelyeket ma gyakran asztrorészecskefizikának is neveznek) külön írás foglalkozik [2], én inkább a Földünkhöz és Naprendszerünkhöz közelebb álló eredményeket és a kutatások emberi vonatkozásait igyekszem hangsúlyozni.

Az első világháborút követő évek

Háború idején nemcsak a műzsák hallgatnak, hanem a kissé ezoterikusnak tűnő alap kutatásokra sem jut pénz. A vesztes országokban ez az időszak még meg is hosszabbodott. Yataru Sekido, az 1977-ben kiadott „A kozmikus sugárzás kutatásának korai története” c. cikkgyűjtemény [3] egyik szerkesztője szerint Hess felfedezése az Osztrák–Magyar Monarchia egyik utolsó nagy tudományos eredménye volt. A győztesekhez tartozó Amerikában hamarosan nem kisebb tudós, mint az 1923-ban Nobel-díjjal jutalmazott Robert Millikan látott hozzá munkatársaival Hess és Kolhörster eredményeinek igazolásához vagy cáfolatához. 15,5 km magasságra küldtek fel szondákat automatikusan regisztráló elektroszkópokkal, és a vártnál kisebb ionizációnövekedést találtak. Ebből arra következtettek, hogy az európai kutatók által mért abszorpciós együttható hibás, és az általuk feltételezett, Földön kívülről érkező sugárzás talán nem is létezik. Eközben Kolhörster gleccserhasadékokban végzett méréseket, az amerikai kutatók pedig tiszta, magas hegyi tavak vizében vizgálták a sugárzás abszorpcióját, és 1925-ben azt találták, hogy a kívülről érkező sugárzás mégiscsak létezik, és a korábban meghatározottnál is nagyobb az áthatoló képessége. Ekkor nevezte el Millikan ezt az elektromágnesesnek gondolt sugárzást „kozmos sugárzásnak”, és felfedezését több-kevesébé magának tulajdonította.

A 20-as évek végén Németországban és Olaszországban is fontos fejleményekre került sor. Hans Geiger és doktorandusza, Walther Müller megalkotta a GM-csővet, amely már egyetlen ionizáló részecskére is nagy biztonsággal reagált. Walther Bothe és Werner Kolhörster két, abszorbenssel elválasztott GM-cső egyidejű jelzéseit (koincidenciáit) tanulmányozva kimutatta, hogy a coincideneciák kiváltó oka nem lehet gyengén ionizáló elektromágneses sugárzás, hanem ionizáló részecske, valószínűleg elektron. Bruno Rossi csoportja Firenzében továbbfejlesztette a coincidencia-áramköröket, amelyek segítségével már nemcsak két, hanem tetszőleges számú GM-cső coincideneciáit és antikoincideneciáit is vizsgálni lehetett. Dmitrij Szkobelcin Leningrádban ködkamra-felvételeken talált nagy energiájú töltött részecskéktől származó nyomokat. Robert Millikan munkatársa, Carl Anderson erős mágneses terű ködkamrában megtalálta a pozitront, szinte egyidejűleg Patrick Blackett és Giuseppe Occhialini GM-csővel triggerelt ködkamrás felvételeivel. Ezek bizonyították, hogy a kamrában elektronok és pozitronok egyidejűleg is keletkeznek, ami egy nagy energiájú gamma-kvantum által okozott párkeltésnek tulajdonítható¹. Utólag ez a Dirac-féle lyukelmélet bizo-

¹ Giuseppe (Beppo) Occhialini Bruno Rossi firenzei csoportjából érkezett Angliába Blacketthez, és magával hozta az ott kidolgozott coincidencia-technikát. Ő javasolta, hogy a ködkamra expanzióját GM-csővek coincideneciájával triggereljék, hiszen a véletlenszerű expanzióval készült felvételeknél csak az esetek néhány százalékában sikerült kozmikus sugárzási nyomot találni. 1981-ben, egy párizsi kozmikus sugárzási konferencián egy vendégség alkalmából beszélgethettünk hosszabban Jánossyval kapcsolatos és még korábbi élményeiről. Még akkor, majdnem 50 évvel később is szenvedélyesen mesélte, milyen volt az a nap, amikor Blackett előjött a sötétkamrából a frissen előhívott felvételekkel, és odakiáltotta neki: „Beppo, one on each!” (Beppo, mindegyiken van egy!). Occhialini nem kapta meg ugyan 1948-ban Blackett-tel megosztva a felfedezésért járó Nobel-díjat, de munkájának méltó emléket állít, hogy halála után róla neveztek el az a BeppoSAX nevű röntgen-műholdat, amelynek először sikerült kimutatnia a gamma-felvilágítás utófénylését.

nyítékaként szolgált, és az első antirészecske felfedezéséhez vezetett, bár a kísérletet nem ilyen célzattal végezték.

Lassan az is világossá vált, hogy a légkör határára érkező kozmikus sugárzás nem ugyanaz, mint amit a tengerszinten vagy akár magas hegyeken műszereinkkel mérünk. Az elsődleges kozmikus sugárzás tanulmányozására Földünk egész mágneses terét kellett detektorként, illetve eltérítő mágnesként felhasználni. Dipólteret feltételezve kiszámolták, hogyan érkeznek különböző energiájú és töltésű részecskék a világról Földünk adott pontjára. A mérések szerint a földrajzi szélesség növekedésével a fluxus is növekszik, amiből a beérkező részecskék töltött voltára, és bizonyos mértékig a fluxus energiafüggésére is következtetni lehetett. Azt viszont, hogy adott helyen nyugatról több részecske érkezik, mint keletről, a számításokkal csak úgy magyarázhatták, ha az elsődleges részecskék túlnyomó része pozitív töltésű. Ez az eredmény ellentétben állt a korábbi feltételezésekkel, amelyek szerint a légkörben észlelt sugárzást végső soron vagy nagy energiájú gamma-sugárzás, vagy esetleg elektronok okozzák. Mint jóval később kiderült, valóban érkeznek légkörünk határára elektronok és gamma-kvantumok is, de a beérkező energia mintegy 99%-át protonok és kisebb részben más atommagok hordozzák.

További fontos fejlemény volt a „kiterjedt légizapórok”, vagyis sok töltött részecske egyidejű érkezésének felfedezése. Bruno Rossi már 1934-ben leírta, hogy egymástól nagy távolságban lévő GM-csővek időnként egyszerre szólnak meg, de a jelenség szisztematikus vizsgálata Pierre Auger és Roland Maze érdeme volt. Nem kevésbé volt fontos a lokális záporok vizsgálata sem, hiszen a ködkamrában megjelenő sok, gyakran egy pontból kiinduló nyomból fontos következtetéseket lehetett levonni a kölcsönhatások és a részecskék természetére nézve.

Meg kell még említeni a kozmikus sugárzás föld alatti, több száz méter mélységben végzett vizsgálatát is. Forró Magdolna, majd későbbi férje, Barnóthy Jenő budapesti kutatók a 30-as években az elsők között végeztek ilyen méréseket a dorogi és tatabányai szénbányákban. GM-csővel teleszkópokkal elsősorban a föld alatti kozmikus sugárzás abszorpciós tulajdonságait, energiaspektrumát és sziderikus (csillagnapi) periodicitását vizsgálták. 1948-ban Amerikába emigráltak, ahol elsők között foglalkoztak a gravitációs lencsehatásban rejlő lehetőségekkel. Így kis hazai kozmikus sugárzási csoportjuk feloszlott, egy része később a KFKI-ban folytatta munkáját. 1993-ban, illetve 1996-ban bekövetkezett haláluk után nekrológjukat Fenyves Ervin és Somogyi Antal írta [4].



2. ábra. Jánossy és Rochester 1973-ban egy Rochester visszavonulása alkalmából rendezett konferencia után, Rochester szülőföldjén, Northumberlandben (a szerző felvétele)

Jánossy Lajos munkássága hazatérte előtt

Jánossy Lajos (1912–1978) családja a háború után Bécsben élt (mostohaapja Lukács György filozófus volt). A berlini egyetemen ismerkedett meg a kozmikus sugárzás témakörével, és végzése után Werner Kolhörster csoportjába került, itt írta doktori disszertációját is a „számlálócső-invariánsok”-ról. A Potsdamban működő csoport GM-csővek különféle elrendezése és coincideneciá-feltételei mellett vizsgálta a légköri kozmikus sugárzás tulajdonságait, így az intenzitás zenitstől való függését, amelyet Kolhörster korábban gleccserhasadékokban végzett mérésekkel próbált meghatározni. 1934-ben, a 22 éves Jánossyval közös cikkükben párhuzamos, coincideneciába kapcsolt csövek zenithez vi-

szonyított irányát változtatva határozta meg a kozmikus sugárzás intenzitásának zenitszög-függését, a „Jánossy-féle koincidenCIAELMÉLET” alapján. Eredményeikre 1936-ban Arthur Compton a két legpontosabb mérés egyikeként hivatkozik abban a nagy cikkében, amely a primer részecskék túlnyomó többségének pozitív töltését igazolta. Sokan hivatkoztak Jánossy 1937-ben írt, szintén német nyelvű cikkére is, amely azt tárgyalta, hogy a Nap mágneses dipólmomentuma hogyan zárhatja ki a Föld közeléből az adott energia alatti töltött részecskéket (többek között Hess, Millikan, Alfvén, Hoyle, Rossi, Simpson, Vallarta). Persze ekkor még a napszélről és a mágneses tér ezzel kapcsolatos módosulásáról senkinek sem lehetett fogalma.

Jánossy kozmikus sugárzási munkásságának legfontosabb szakasza akkor kezdődött, amikor 1937 januárjában Patrick Blackett csoportjába került Londonban, majd 1938-tól a csoport nagy részével együtt Manchesterbe költözött. Blackett csoportja ekkor a világ legjobbjai közé tartozott, sok jó nevű vendégkutatót vonzott, híresek voltak szemináriumai. A háború előtti rövid időszakban megfordult ott például Auger, Bhabha, Carmichael, Occhialini, Heisenberg, Heitler, Rossi, Wataghin és Williams. Jánossy már sok tapasztalattal és komoly elméleti ismeretekkel rendelkezett, különböző témákba tudott gyorsan bekapcsolódni. Legfontosabb munkái a kozmikus sugárzás áthatoló záporaihoz kapcsolódtak. Szerzőtársai közé tartozott Patrick Blackett mellett Peter Ingleby, aki később, a háború idején egy repülőgép tesztelése során zuhant le, Bruno Rossi, A.H. Wilson, George Rochester.

A háború kezdetekor a tanszék angol tagjai nagyrészt titkos laboratóriumokban folytatták munkájukat, de Jánossy, mint elengedhetetlen országból származó idegen, lehetőséget kapott munkája és az egyetemi oktatás folytatására. Rövidesen csatlakozott hozzá George Rochester is, akinek kiváló kísérleti adottságai voltak, és nagyon jól kiegészítették egymást az invenciózus Jánossyval, akinek elméleti felkészültsége volt lényegesen nagyobb. Azzal a feltétellel folytathatták kísérleteiket, hogy lényegében csak a meglévő erőforrásokat és anyagokat használják. Bonyolult koincidenCIA-feltételekkel triggerelték szerény kis ködkamrájukat, az árnyékoláshoz használt több tonna ólomtéglából álló árnyékolást maguk rakták össze. Ezekkel derítették ki a különböző töltött és semleges részecskék kölcsönhatásainak sok érdekes részletét. Időnként egy-egy érdeklődő diák is csatlakozott hozzájuk, így Douglas Broadbent, akivel együtt közös kép is készült a laboratóriumukban (1. ábra). Kutatásaikról 8 publikációban számoltak be. Munkájuk fontos elismerését jelenti Carl Anderson egy későbbi visszamlékezése [1]. Ebben megírja, hogy a háború után egy B-29-es repülőgépet bocsátottak rendelkezésére kozmikus sugárzási kutatások céljából. Végzett néhány repülést nagy magasságokban, de ha a gépen egy 20 cm-es ólomtéglát is felvitt volna és Jánossyéhoz hasonló koincidenCIA-feltételeket alkalmazott volna, akár százával találhatta volna meg azokat a V-részecskéket (mai néven kaonokat és hiperonokat), amelyekből Rochester és Butler mindössze kettőt talált két év alatt tengerszinti laboratóriumukban. A manchesteri iskoláról, Jánossy és Rochester ottani tevékenységéről bővebben a Fizikai szemlében számoltam be Rochester professzor elhunytá alkalmából [5].

Jánossy már a háború végén kapcsolatba került Schrödinger intézetével Dublinban, nyári iskolájukon elő is adott, és Walter Heitlerrel együtt dolgozott az elektron-foton kaszkádok elméletén. Jánossy számára Manchesterben egyelőre nem látszott eredményeihez méltó álláslehetőség a háborús munkából visszatérő kollégák előbbre sorolása miatt, így elfogadta Heitler és Schrödinger ajánlatát, hogy Dublinban szenior professzori kinevezéssel új kozmikus sugárzási részleggel alakítson. Itt dolgozott hazatéréseig, 1950-ig, de a szűkös kísérleti lehetőségek és a sok adminisztratív nehézség miatt már nem lehetett olyan hatékony, mint korábban Manchesterben. Mindenesetre a Heitlerrel végzett munka és a de Valerával, különösen pedig a Schrödingerrel folytatott beszélgetések itthon is meghatározó emlékei maradtak.

Kozmikus sugárzási kutatások és szerepük a KFKI-ban

A KFKI 1950-ben valódi zöld mezős (vagy inkább zöld erdős) beruházás volt. Jánossy édesanyja és mostohaapja a Moszkvában töltött évek után ekkor már több éve Magyarországon tartózkodott, és az új tudományos kihívások mellett nyilván ez is motiválta a Jánossy család hazatérését.

Az új intézet egyik első osztálya lett a Jánossy Lajos vezette Kozmikus Sugárzási Osztály. Tapasztalt munkatárs kevés volt, és a technikai hátteret is maguknak kellett kialakítani. A munkatársak nemzetközi standardokhoz való szoktatásán kívül meg kellett szervezni a GM-csővek gyártását és bemérését, ködkamra létrehozását, a szakirodalom beszerzését, és tanuló szemináriumokat kellett szervezni, hogy a kutatók ott sajátítsák el a szakma alapjait. Jánossy elve az volt, hogy a kutatók először rekonstruálják a már ismert kísérleti eredményeket, tanulják meg a mérések kiértékelésének szabályait, a maximum likelihood módszert, a mért eredmények statisztikus szignifikanciájának fontosságát. Ezután lássanak hozzá néhány, az irodalomban vitatott kérdés alapos



3. ábra. Somogyi Antal és Connie Dilworth (Mrs. Occhialini) megye elől egy nemzetközi nyári iskolát követő kirándulás, Tihanyban (a szerző felvétele)

vizsgálatához, és eredményeiket publikálják is – ahelyett, hogy túl sok időt töltenének szakcikk olvasásával.

Bár akkoriban a gyorsítók már kezdtek fontossá válni, a kozmikus sugárzás mindenki számára hozzáférhető volt, és vizsgálata jó gyakorlati terepnek bizonyult a nagy energiájú kölcsönhatások kutatói számára is. Volt azonban a kutatásoknak más célja is: kozmikus környezetünk megismerése. A KFKI-ban kialakítottak egy majdnem 30 méter mély aknákat, benne három szinten két-két vízszintes alagúttal². Ebbe az aknába telepítették később azokat a müon-teleszkópokat, amelyek a kozmikus sugárzás nagy energiájú müon-komponensének időbeli változásait mérték. Ezek segítségével sikerült kimutatni, hogy a mért intenzitás a Nap forgási periódusának ütemében változik (rekurrenCIA-tendenciát mutat). A kozmikus sugárzás napkitöréseket követő csökkenését (Forbuh-effektus) is először ebben az aknában tudták ilyen nagy energiákon kimutatni. Jánossy és munkatársai fontos kísérleteiket részben ebben az aknában végezték, mivel a mély akna viszonylag rezgésmentes és kontrollálható hőmérsékletű környezetet biztosított.

Jánossy érdeklődése az első évek után inkább más témák felé fordult, és a kozmikus sugárzási kutatásokat munkatársai,

2 Egy meg nem erősített anekdota szerint Jánossynak hazatérése előtt felajánlották, hogy a kozmikus sugárzás vizsgálatára olyan magas tornyot építenek, amelyet csak akar. Erre ő állítólag az ajánlatot elfogadta, de azzal a kikötéssel, hogy a tornyot ne felfelé, hanem lefelé építsék. A valóságban ennél valószínűbbnek tűnik, hogy az akkori nemzetközi helyzetben az aknákat szükség esetén óvóhelyként kívánták hasznosítani.

Fenyves Ervin, majd Somogyi Antal és csoportja vitte tovább. Jánossy hazatérése előtt kiépített nemzetközi kapcsolatai azonban még jóval később is sokunknak adtak lehetőséget arra, hogy külföldi csoportok munkájába bekapcsolódjunk. Jánossy külföldről hozzánk látogató barátaitól szintén sokat tanulhattunk. Az egykori Blackett-csoport tagjai több angliai tanszék vezetőjeként dolgoztak tovább. Különösen jó kapcsolat alakult ki a Durhami Egyetem fizika tanszékével, amelyet 1973-ig George Rochester, majd Arnold Wolfendale vezetett. A **2. ábra** Rochester 65 éves korában, tanszékvezetőként való visszavonulása után készült.

Somogyi Antal csoportjának későbbi kozmikus sugárzási eredményei közül meg kell említenünk azt a Muszala-csúcs közelében, bolgár kutatókkal közösen végzett munkát, melynek eredményeképpen először sikerült kimutatni a kozmikus sugárzás anizotropiáját mintegy 60 TeV energián. A **3. ábrán** Somogyi Antalt és Giuseppe Occhialini feleségét láthatjuk egy nemzetközi nyári iskola utáni tihanyi kiránduláson.

A sokarcú kozmikus sugárzás

A felfedezés óta eltelt száz év során a kozmikus sugárzási kutatások súlypontja többször változott, de a kutatások köre eközben egyre szélesedett is. Először a sugárzás létezésének bizonyítása és alapvető tulajdonságainak meghatározása volt a fő cél. Aztán kiderült, hogy nemcsak a légkörbe érkező elsődleges részecskék érdekesek, hanem a légkörben vagy akár a műszereinkben keletkező vagy ott bomló másodlagos vagy sokadlagos részecskék is értékes információt hordoznak. Az 1930-as évektől úgy két évtizedig szinte minden új elemi részecskét a kozmikus sugárzásban fedeztek fel. Ugyanakkor kiderült, hogy a kozmikus sugárzás intenzitásának változásai kozmikus környezetünk, így magnetoszféránk, valamint a Nap és a helioszféra változásait is jól tükrözik.

Az űrkorszak kezdete után megismertük a Napból és a bolygók magnetoszférájából származó energikus részecskéket, és azt is megtudtuk, hogy milyen atommagok milyen arányban érkezik a kozmikus sugárzásban. A kozmikus eredetű rádió-, röntgen-, majd gamma-sugárzás felfedezésével lehetőség nyílt a távoli forrásokban végbemenő nagy energiájú folyamatok tanulmányozására. Légkörünkben a kozmikus sugárzás hatására létrejövő neutrínók föld alatti vizsgálata mutatta ki először a neutrínóoszilláció jelenségét, és ennek segítségével sikerült tisztázni a Nap energiatermelésének és az onnan érkező neutrínók fluxusának látszólagos ellentmondásait. Küszöbön áll az első galaktikus neutrínóforrások azonosítása. A gyorsítók mellett nagy föld alatti laboratóriumokban keresik annak a sötét anyagnak a részecskéit is, amely mai tudásunk szerint tömegében messze felülmúlja a csillagok és gázfelhők látható anyagát. Mai kérdéseinkre az elkövetkező száz év talán részben választ ad, de könnyen lehet, hogy a megválaszoltaknál is több új kérdést vet fel. 🌐

IRODALOM

- [1] Jánossy Lajos: *Cosmic Rays*. Clarendon Press, Oxford, 1948, 1950.
- [2] Mészáros Péter: *A kozmikus sugárzás: 100 év után*. Természet Világa, 2012. január
- [3] *Early history of cosmic ray studies, Personal reminiscences with old photographs*, Ed. by Y. Sekido and H. Elliot, Reidel Publishing Company, 1985.
- [4] E. Fenyves, A. Somogyi: *Obituaries, Madeleine Barnothy Forro (1904–1993)*, Bulletin of the American Astronomical Society (BAAS) 1995, 27, 1475, Jenő M. Barnothy, BAAS 1997, 29, 1467.
- [5] Király Péter: *A manchesteri kozmikus sugárzási iskola és a ritka részecskék felfedezése*, Fizikai Szemle 52, 186 (2002)

Simonyi Károly-díj – 2011

Tizedik alkalommal adták át a Simonyi Károly-díjakat november 3-án, Miskolcon a Magyar Tudomány Ünnepeinek nyitó rendezvényén. A díjat Charles Simonyi alapította, édesapja emlékére. A fizikai díjat idén Gábos Zoltán kolozsvári professzor, az MTA külső tagja, a műszaki díjat Kurutzné Kovács Márta, az MTA rendes tagja vehette át Keszthelyi Lajos akadémikustól, a Simonyi Károly-díj szakkuratóriumának elnökétől.

A fizikus: Gábos Zoltán

A magyar elméleti fizika kiemelkedő képviselője, több tanár-és kutatógeneráció nevelésének meghatározó szerepet játszó tanár-egyénisége.

– *Professzor úr, mit jelent számadra ez a díj?*

– Nagy megtisztetésnek tartom, hogy ajánlóim felterjesztettek a díjra, a bíráló bizottság tagjai pedig érdekesnek tartottak erre. Engem, egy kolozsvári fizikaprofesszort.

– *És mit mond neked a Simonyi Károly név?*

– Simonyi Károly a külhonnban élő magyar fizikusok, fizikatanárok számára is sokat jelent. Tudjuk, hogy kiemelkedő tudóstánár egyéniség volt, aki örökre beírta nevét a magyarországi fizika történetébe. Teljes mértékben megfelelt azoknak az elvárásoknak, amelyeket Richard Feynman maga számára megfogalmazott: „A mi kötelességünk, hogy megtegyük, amit tudunk, tanuljuk meg, amit csak lehet, jobbitsuk a megoldásokat, és azokat adjuk tovább.”

Simonyi Károly legendás hírv tanár, az elméleti villamoságtan külföldön is ismert és elismert művelője volt. A villamosmérnöki tudományok alapjait bemutató, több kiadást megért, több nyelvre lefordított könyveit Európa-szerte villamosmérnök generációk, de a fizikusok is haszonnal forgatták, forgatják. A széle-

