

Annak idején a híres Fasori Gimnáziumban és a Trefort utcai Mintagimnáziumban kiemelkedő képes-ségű tanárok öregbítették iskolájuk hírnevét. Nem árt megemlíteni, hogy például a Mintagimnáziumban tanított a néhai *Tarján Imre* professzor, aki onnan lépett előre és alapította meg az *Orvostudományi Egyetem Biofizikai Intézetét* és lett többek között a Magyar Tudományos Akadémia Fizikai Tudományok Osztálya elnöke! Manapság sajnos egy-egy iskola csak akkor kerül a figyelem középpontjába, ha a tanárukat megverik vagy egyéb módon inzultálják a „tudásvá-gyó” diákok! Az is biztos, hogy egy akkori érettségi valamelyik élgimnáziumban legalább annyit ért, mint ma egy doktori fokozat békaügetésből vagy fekvőtá-maszból a Gimnasztikai Egyetemen, a magyar helyes-írást nem is említve!

Régen az etikai nevelés a családban kezdődött, amikor a gyermekek már otthon megismerkedtek a Tízparancsolattal. Akkoriban nem is volt divat, hogy tizenévesek kiraboltak és összeverték idősebb asszonyo-kat párszáz-párezer forintért. Érdekes hozzátenni még, hogy zavartalan volt a vonatközlekedés is. Még sötét éjjel sem tűnt el kábel, nemhogy fényes nappal! Az már csak egy érdekes részletkérdés, hogy megfele-lő számú tornaóra hiányában lehettek-e hájas és lúd-talpas emberekből is marslakók?

Jóérzésű ember csak szurkolhat annak, hogy köz-oktatásunk gondjai megnyugtatóan megoldódjanak. Napjainkban (újra) divat a tudományellenesség, amit a Nat-tal kapcsolatos viták során – kissé leegyszerűsít-ve – a posztmodern nézetek térhódításának rovására írtak. Ennek taglalása azonban már nem feladatunk, ezért csak Tél Tamást cikkének befejező sorait érde-mes idézni [5]:

„...*A tizedes és a többiek* című film híres mondása jut eszembe: »Az oroszok már a spájzban vannak!« E hosszú írást – a közös továbbgondolás reményében – elképedt felkiáltással zárom: a posztmoderneknak már a Nat-ban vannak!”

Irodalom

1. <http://www.nemzetismeret.hu>
2. Marx György: *A marslakók érkezése. Magyar tudósok, akik Nyu-gaton alakították a 20. század történelmét.* Akadémiai Kiadó, Budapest 2000.
3. Kopátsy Sándor: *A magyar marslakók titka.* Belvárosi Könyvki-adó, Budapest, 2002.
4. Hargittai István: *Az öt világformáló marslakó.* Vince Kiadó, Bu-dapest, 2007.
5. Tél Tamás: Milyen tudomány a fizika? Amit minden középisko-lásnak tudnia kellene. *Természet Világa* (2012/12) melléklet CLXXVII–CLXXXIII.
6. Dr. Hoffmann Rózsa: Amit meg kell valósítanunk... *Új Pedagó-giai Szemle* (2012/1–3) 3–4.

A FIZIKA TANÍTÁSA

HOGYAN CSINÁLHATUNK KVARKANYAGBÓL HIGGS-BOZONT? – I. RÉSZ

Csörgő Tamás
MTA Wigner FK Részecske és Magfizikai Intézet

A fenti kérdésre keresi a választ a 2012. évi Charles Simonyi ösztöndíj elnyeréséről szóló oklevél ünnepe-lyes átadásakor tartott előadásom írott változata, amely három részből áll.¹ Az első rész a Charles Simo-nyi ösztöndíj elnyerésével kapcsolatos tudományos

kutatásaimat tekinti át tömören. A második részben megemlítem kutatásaim néhány olyan vonatkozását is, amelyek a jól ismert tudományometriai adatokon túl, néhány emlékezetes eset kapcsán jelzik kutató-saim nemzetközi, illetve hazai fogadtatását, az Olva-sóra bízva, hogy a történeten nevetni, vagy inkább sírni, örülni esetleg bosszankodni kíván. Ezt a részt a köszönetnyilvánítás zárja.

Írásom harmadik részében egyik kedvenc témámat részletezem, amely a nagyenergiás részecske- és mag-fizika egyik új, jelentős nemzetközi visszhangot kivált-tott, magyar fejlesztésű módszertani innovációjához, a Részecskés Kártyajátékhoz kapcsolódik, amely az an-gol nyelvterületen Kvaranyag Kártyajátékként vált ismertté, és amelynek legújabb fejlesztése a Higgs-bozon keresésének izgalmát, élményeit nyújtja a szó-rakozni és egyben tanulni vágyó lelkes laikusok vagy érdeklődő kollégák számára.

¹ A szerkesztő megjegyzése: Felmerülhet az Olvasóban a kér-dés, hogy mit keres ez a hosszú beszámoló a FIZIKA TANÍTÁSA rovatban. Formai indok, hogy a 2012-es Charles Simonyi ösztön-díj oklevelének átvételekor elhangzott előadás írásos változatáról van szó, közlésére a díjat odaítélő bizottság írásos engedélye alapján került sor.

A bizottságok nem szeretik a darabolást, és ha terjedelmi okokból elnézik is az időbeli elválasztottságot, a rovat szerinti megkülönböztetés már – minden bizonnyal – sok lenne. A valódi ok persze mélyebb: gondoljunk *Karinthy Frigyes Cirkusz* című írására, ahol a különös melódiát csak akkor játszhatta el a mű-vész, ha előbb kijárta az akrobatika magasiskoláját. A mesterség megtanulásához nemcsak a melódia tartozik, hanem az előadásig vezető út is.

1. rész:

Tudományos kutatásaimról, röviden

Kutatási területem a nagyenergiás fizika, amely az alapvető kutatások azon területe, ahonnan számos, mindennapi életünket alapvetően befolyásoló felfedezés származik: a Röntgen-sugárzás, az atomreaktorok és az atombomba, számos orvosi, diagnosztikai módszer, mint például az NMR, a PET, a CT, valamint az interneten elérhető adatokban rendet vágó világméretű hálózat, a World Wide Web is. A nagyenergiás fizika négy fő területe a kísérleti és az elméleti részecskefizika, valamint a kísérleti és az elméleti magfizika (a magfizikát modernebb néven nehézion-fizikaként emlegetjük). Jómagam aktívan kutatok mind kísérleti, mind elméleti módszerekkel, mind a részecske-, mind a nehézionfizika területén. Különböző területeken folytatott kutatásaimat közös módszertani eszközök kötik össze. Alapvetően a femtoszkópia, azaz a 10^{-15} m-es tartományokban lezajló folyamatok térbeli és időbeli aspektusait vizsgáló kutatási irány szakértője vagyok. Ezzel kapcsolatos szép és jelentős nemzetközi visszhangot kapott eredményeim közül válogattam ki egyet-egyét ízelítőül e rövid bemutatkozás céljára.

Kísérleti részecskefizikai kutatásaim közül az egyik legérdekesebb bizonyára a Bose–Einstein-korrelációk vizsgálata elektron-pozitron ütközésekben. Szakértőként és PhD-dolgozat témavezetőjeként működtem együtt a CERN LEP gyorsítójának L3 kísérletével, a hollandiai Nijmegeni Egyetem kutatóival. Kutatásaink egyik eredménye egy részecskefizikai adatokon alapuló, pillanatfelvételekből álló képsorozat elkészítése lett [1]. Filmünk a részecskecsugarak kialakulását örökíti meg elektron-pozitron ütközésekben. Ismereteink szerint ez a világ legrövidebb filmfelvétele, amely csupán 10^{-24} másodperc hosszú.

Első kísérleti részecskefizikai munkámat a CERN SPS gyorsítójánál, hadron-proton ütközések tanulmányozása területén folytattam, az EHS/NA22 kísérlet meghívott tagjaként. Feladatom a képkészítés, a Bose–Einstein-korrelációk és a részecskespektrumok szimultán és sikeres, hidrodinamikai képben történő értelmezése volt [2]. Eredményül egy körülbelül 10^{-15} m átmérőjű tűzgyűrűt figyeltünk meg, amely ismereteink szerint a világon a legkisebb, kísérletileg kimutatott tűzgyűrűnek fel meg.

Egyik legújabb kísérleti részecskefizikai eredményünk pedig a CERN LHC gyorsító 7 TeV tömegközépponti energiájú proton-proton ütközései teljes hatáskeresztmetszetének meghatározása a TOTEM kísérlet keretein belül [3]. Hozzájárulásom a kísérlet magyar csoportjának létrehozása, megszervezése és témavezetése volt. Eredményünket az *European Physics Letters* 2011 legjobb cikkei közé válogatta be.

TOTEM-es kísérleti kutatásainkat a proton belső szerkezetének feltárásával tettük teljessé, egy *Bialasról* és *Bzdakról* elnevezett elméleti modell keretein belül. Elméleti részecskefizikai eredményeink szerint a proton-proton ütközések teljes hatáskeresztmetszetének –

a CERN LHC 7 TeV-es energián tapasztalható – megnövekedése elsősorban a kvark-dikvark távolság protonon belüli, növekvő ütközési energiával együtt járó megnövekedésének volt köszönhető [4]. Egy hasonló segítségével úgy értelmezhetjük ezt a jelenséget, hogy ha a proton autó volna, akkor az LHC gyorsító ütközési energiáinak megfelelő sebesség elérésekor egyszerre csak nem a szokásos, egy forgalmi sávot elfoglaló mérete, keresztmetszete lenne, hanem keresztmetszete a duplájára növekedne és a protonautó ilyen sebességeknél két forgalmi sávot foglalna el.

Elméleti részecskefizikai eredményeim közül szeretném kiemelni az úgynevezett mozi-egyenlet megalkotását is [5]. E 2008-ban publikált elméleti femtoszkópiái, módszertani fejlesztés eredményeképpen vált lehetővé az L3 kísérlet Bose–Einstein korrelációs méréseinek pontos értelmezése, a világ legrövidebb mozijának 2011-es publikálása olyan adatok elemzésével, amelyeket a LEP gyorsító L3-as detektora az 1989–1991 közötti időszakban rögzített. Az adatok kiértékelése, tehát a világ legrövidebb mozijának elkészítése mintegy 20-22 évet vett igénybe, azaz a mérés a legnehezebb kísérleti munkák közé tartozott. A legkeményebb diónak, azaz legnehezebben megoldható problémának a módszertani nehézség, a fent említett, elméleti meglátást igénylő kérdéskör bizonyult, ugyanis az elméleti modellek 99%-a szerint a mérési eredményeknek egy pozitív definit függvényt kellett volna kirajzolniuk, az igen gondosan kivitelezett mérések azonban az értelmezési tartomány egy részében erre a függvényre negatív értékeket eredményeztek. Ezt a szokatlan és meglepő kísérleti adatsort lehetett értelmezni a mozi-egyenlet segítségével, amely egyben a szokásos pillanatfelvételek készítése helyett – 18 évvel az adatfelvétel után – egy filmfelvételnek, a pillanatképekből álló képsorozat elkészítése előtt is megnyitotta az utat.

Kísérleti nehézion-fizikai eredményeink közül meszse kiemelkedik a PHENIX kísérlet összefoglaló cikke [6], amely az RHIC gyorsító 2000-ben megkezdett kutatási programjának első néhány éve során az arany-arany, az arany-deuteron nehézion-ütközések és a proton-proton részecskefizikai ütközések adataiból kirajzolódó fizikai képet alkotta meg. Eredményünk szerint az RHIC 200 GeV-es nukleononkénti tömegközépponti energiáin egy forró és sűrű közegként viselkedő új anyagforma jelenik meg, amely Világegyetemünk keletkezésekor, az Ősrobbanás utáni első néhány mikromásodpercben létezett anyagforma egyfajta földi mása. Megállapításunk szerint ezen anyagforma halmazállapota – szemben az erős kölcsönhatás 2004-ben fizikai Nobel-díjjal jutalmazott, aszimptotikusan szabad részecskéket jósoló elméletén alapuló, gáz halmazállapotot jelző várakozásokkal – a kísérleti tapasztalatok szerint folyadék halmazállapotnak felel meg. Eredményünk egykor bekerülhet az általános iskolai tankönyvekbe is, a következő kép segítségével: ha egy darab jeget melegíteni kezdünk, a szilárd halmazállapotú jég folyékony vízzé, folyadék halmazállapotú anyaggá válik. További hőközlés hatására a folyékony vízből gőz,

azaz gáz halmazállapotú anyag jön létre. Ha ezt a gőzt az ember által kísérletileg előállított legmagasabb hőmérsékletekre, azaz a 2-4 terakelvin hőmérsékletre hevítjük, a gőz halmazállapotból újra folyadék halmazállapotú anyag jön létre. Az ezt bizonyító kísérleti összefoglaló cikkünk az Amerikai Fizikai Intézet (AIP) szerint 2005 legfontosabb eredménye lett a fizika teljes területén. 2005 során publikált cikkünkre kevesebb, mint 8 év alatt közel 1500 hivatkozás érkezett. Elsősorban a PHENIX-es kutatásoknak köszönhetően a hadron-ütköztetők magyar fizikusai világelsőkként lettek az egy cikkre jutó hadronfizikai hivatkozások számát tekintve, amely meglepő eredményről a Magyar Tudományos Akadémia honlapja is beszámolt [7]. Tehát PHENIX-es kutatásaink kiemelkedően gyümölcsözőnek bizonyultak a független Thomson–Reuters hírügynökség – ISI Web of Science adatain alapuló – globális tanulmánya szerint. Érdekességként megemlíteném, hogy ez a tanulmány nem vizsgálja az egy cikkre és egységnyi kutatási támogatásra eső hadronfizikai hivatkozások számát, bátran állíthatjuk azonban, hogy ha már az egy cikkre jutó hadronfizikai hivatkozások számában is világelsőkként lettek a magyar fizikusok, akkor az ilyen módon elnyert előnyt minden bizonnyal messze megnöveli az, ha ezt a számot a cikkek megírására fordított egységnyi kutatási támogatásokhoz viszonyítjuk.

Végül elméleti nehézion-fizikai eredményeim közül is hadd emeljek ki néhányat: új, hidrodinamikai modellezésen alapuló eljárás segítségével rekonstruáltam a hadron-proton és az ólom-ólom ütközések hadronikus végállapotjának téridőbeli képét [8], amely nem csak tudományosan bizonyult érdekesnek, hanem két könyv címlapjára is felkerült. Ugyanebben az összefoglaló, az *Acta Physica Hungarica A – New Series: Heavy Ion Physics* folyóiratban megjelent cikkemben adtam számot a Bose–Einstein korrelációs függvények modellfüggetlen elemzésének legújabb eredményeiről, és összefoglaltam a pion-lézer modell megoldásával kapcsolatos, *Zimányi Józseffel* közösen elért [9] eredményeimet is. A részecskelevezerek leírására adott megoldásunk lényege az, hogy a sokrészecske rendszerek Bose–Einstein-szimmetrizációja egy úgynevezett NP-hard, azaz a részecskék számának növekedésével nem polinomiálisan növekvő számítási igényű probléma, ezért elég sok részecske esetén a problémát nem lehet megoldani még a legmodernebb és legnagyobb teljesítményű, Neumann-elven felépített számítógépek segítségével sem.

Ugyancsak az elméleti nehézion-fizika részét alkotják a nem-relativisztikus [10] és a relativisztikus [11] hidrodinamika egzakt megoldásai terén elért, az ellipszoidálisan táguló tűzgömbök leírására vonatkozó eredményeink, amelyek a nagyenergiás nehézion-ütközésekben mért adategybeesések, skálaviselkedések értelmezésére született, időtálló, egzakt és egyben esztétikai élményt is nyújtó, szép eredmények, és amelyek sikeresnek bizonyultak mind az adatok leírásában, mind pedig a fenomenológiai megfontolásokból kifejlesztett, Buda–Lund típusú hidrodinamikai modellek alátámasztásában [12]. Elméletileg megjósolt adategy-

bejési törvényszerűségei – például az úgynevezett elliptikus folyási paraméter univerzális skálaviselkedése – a jóslatunk publikálása után mért kísérleti adatoknak közel tökéletes módon felelnek meg [13].

Előadásomban kiemelttem, hogy az RHIC gyorsító PHENIX kísérletében megszervezett magyar csoport létrehozása, annak elérése, hogy a PHENIX kísérletnek az MTA KFKI Részecske és Magfizikai Kutatóintézete (mai nevén az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont Részecske és Magfizikai Intézete), valamint az ELTE TTK Atomfizikai Tanszéke hivatalosan is tagjává válhatott 2003-tól, önálló kezdeményezésemre, nem pedig állami szerepvállalásként valósult meg. E folyamat sikeres beindítását az USA Külügyminisztériuma és a Fulbright Legacy Fund által közösen alapított Fulbright Alumni Initiatives Award elnyerése, támogatása tette lehetővé számomra. Ismereteim szerint a magyar természettudósok közül ezt a díjat egyedül jómagam nyertem el a kézirat lezárásának időpontjáig. A PHENIX kísérletben szerzett tapasztalatainkat a CERN LHC indulásának közeledtével az LHC TOTEM kísérletében dolgozó magyar csoport munkájának megszervezésével, témavezetésével hasznosítottuk. A TOTEM magyar csoportjának létrehozása szintén önálló kezdeményezésemre, állami szerepvállalás nélkül, az OTKA támogatásainak elnyerésével valósulhatott meg 2008-tól. PHENIX-es és TOTEM-es kutatásaink fenntarthatóságának alapfeltétele a kísérletekben a magyar csoport által végzett eredményes és sikeres, a kísérlet belső szabályzata szerint nem minden esetben nyilvánosságra hozható munkánk. Ennek leglátványosabb, kívülről is jól érzékelhető jele az, hogy a mérésekben résztvevő magyar kutatók munkáját mind a PHENIX, mind a TOTEM kísérlet anyagiilag is támogatja, segíti, és kutatóink számos belső analízis jegyzetet készítenek, illetve a PHENIX és a TOTEM nevében, rangos nemzetközi konferenciákon ismertethetik a legújabb kísérleti eredményeket.

Kutatómunkám tudományometriai adatait nem sorolnám fel, a Charles Simonyi ösztöndíj elnyerésén ezen mutatók kiválósága volt az egyik előfeltétele. Ezek az adatok nagy nemzetközi adatbázisokban, mint például az ISI Web of Science, nyilvánosan, néhány kattintásnyi távolságra, bárki számára elérhetőek. Szeretnék viszont megemlíteni néhány olyan érdekességet, amelyek a tudományos kutatásaim eredményességét és nemzetközi hatását híven tükrözik, noha nem szoríthatóak be a hagyományos tudományometriai mutatók kvantitatív és kvalitatív jellemzői közé.

Munkám protokoll szempontjából legkiemelkedőbb, legmagasabb rangú elismerése saját értékelésem szerint 2007-ben ért: részt vehettem, néhány kiemelt tudós magfizikus és részecskefizikus társammal közösen azon a teaszertartáson, amelyet őfelsége *Akibito*, Japán császára és felesége, őfelsége *Michiko*, Japán császárnője adott.

Európai szintű, számomra sokat jelentő tudományos elismerés ért 2011-ben is, amikor az Európai Akadémia, a londoni székhelyű Academia Europaea megválasztott tagjai sorába.

Tudományos bizottságokban végzett munkáim közül a CERN LHC gyorsító anyagi és tudományos működését ellenőrző testületében, a CERN LHC Resource Review Boardban végzett tevékenységemet emelném ki, amely szintén nem jelentkezik a tudományometriai mutatók között, de talán a legnagyobb felelősséget jelenti, és a legnagyobb áttekintő képeséget igényli más megbízatásaim között.

Tudományometriai mutatóim közül talán mégis megemlítenék egy számot, az úgynevezett *h* Hirsch-indexet, amely egy adott kutatóra vonatkoztatva az illető kiváló cikkeinek számát méri, olyan módon, hogy megadja, hány darab olyan cikke van, amelyre legalább *h* hivatkozás érkezett, tudományos munka épült. Cikkem írása pillanatában, a referált szakfolyóiratokban publikálva 47 olyan munkát közöltem, sok esetben társszerzőimmal közösen, amelyek közül mindegyikre legalább 47 hivatkozás érkezett, tehát a *h*-indexem 2012 végén, 2013 elején *h* = 47.

PHENIX-es kutatásaim kapcsán igen nagy örömet jelentett számomra, amikor megtudtam, hogy főleg ezen kutatási témának volt köszönhető, hogy világsők lettek a magyar hadronfizikusok az egy, 2000–2010 között megjelent hadronfizikai témájú cikkekre jutó hivatkozások területén: a témában magyar intézmények kutatói által jegyezve 194 tanulmány jelent meg, amelyekre összesen 7735 alkalommal hivatkoztak, ami átlagosan közel 40 hivatkozás/cikk. Ugyanezen mutató értéke a második helyezett esetén 32, a harmadik helyezett esetében pedig 30. Fontos tudni, hogy a magyar intézményeknél nyilvántartott hivatkozások jóval több, mint felét a PHENIX kollaboráció keretein belül szerzett közleményekre kaptuk. Ezek közül a cikkek közül 4 került be a szakterület 20 legidézettebb cikke közé, a vizsgált időszakban valamennyi magyar PHENIX-es cikk hivatkozottsági átlaga, saját elemzésünk szerint, több mint 70 hivatkozás/cikk volt. A PHENIX kísérlet magyar csoportjának szerepét, hozzájárulásait a <http://phenix.elte.hu> oldalon foglaltuk össze [14].

TOTEM-es kutatásaim eredményei közül a CERN LHC gyorsító 7 TeV-es tömegközépponti ütközési energiáin a p+p ütközések teljes szórási hatáskeresztmetszetének első kísérleti meghatározása emelkedik ki, amely azon túl, hogy bekerült az EPL „Best of 2011” fémjelzésű, válogatott cikkei közé, fontos, alapvető információt szolgáltat a többi LHC kísérlet mérései számára is. A TOTEM kísérletben dolgozó magyar csoport hozzájárulásait, szerepét a <http://totem.kfki.hu> oldalon foglaltuk össze [15].

Néhány társszerzős, kollaboráción kívüli kutatásaim közül nehéz kiválasztani a leginkább kedveset. Talán a legjelentősebb ilyen munkámnak egy újfajta szimmetria kísérleti megjelenésének kimutatását érzem, amely szerint két nagyon különböző tömegű részecske, az $\eta(548)$ és az $\eta'(958)$ tömege, a PHENIX és a STAR publikált adatok általunk végrehajtott új analízise szerint, hibán belül megegyezővé válnak az RHIC gyorsító Au+Au nehézion-ütközéseiben létrejövő közegben. Olyan ez, mintha egy ikerpár egyike túlsúlyos, a másikuk pedig normál súlyú lenne, de az

RHIC gyorsító ütközéseiben keletkezett folyadékba merülve hirtelen mind a ketten közel egyforma súlyúvá válnának. Ezt a munkát a Harvard Egyetem vendégkutatójaként, két magyarországi magyar kutatótársammal, *Vértesi Róbert*tel és *Sziklai Jánossal* közösen fejeztem be, eredményeinket a Nobel-díjas *Roy J. Glauber*, a Harvard Egyetem Mallinckrodt professzora mentorálta, és az amerikai fizikai társulat vezető folyóirata, a *Physical Review Letters* közölte.

Úgy vélem, hogy a fenti érdekességek, szép elismerések hűen tükrözik kutatásaink jelentős és magas szintű nemzetközi elismertségét, amelynek jó hírét *Simonyi Károly* fiáról, *Charles Simonyi*ről elnevezett, amerikai finanszírozású, hazai elbírálású ösztöndíj odaítélése tovább öregbíti. Mielőtt azonban kedves olvasóm megelégedetten dőlné hátra székében, érzékeltetni szeretném a kutatói szabadsághoz tartozó nehézségeket is: hazai pályázataim közül a közelmúltban a siker aránya meglehetősen alacsony volt, közelítőleg minden hatodik pályázatomból került támogatásra. Több esetben a jelentős nemzetközi elismerés hatására az újra beadott pályázatunk egy évvel később itthon is a nyertesek közé került. Úgy gondolom, hogy azért is fontos hírt adni a sikertelen pályázatokról is, hogy a tudományt finanszírozó hazai szervezetek, illetve az érdeklődő laikusok is láthassák, hogy milyen sok kiemelkedő tudós dolgozik Magyarországon.

2. rész:

Köszönetnyilvánítás: eredményeink hazai és nemzetközi fogadtatásáról

Eredményeimet és érdemeimet nem érhettem volna el családom megértő támogatása és áldozatvállalása nélkül – ily módon rovom le hálámat és köszönetemet, csekély viszonzásul annak a sok jónak, amit családomtól kaptam. *Kiss Lajos* tanár úr, a gyöngyösi Berze Nagy János gimnázium legendás fizikatanára, *Németh Judit*, az ELTE TTK Elméleti Fizikai Tanszék professzora, diplomamunka témavezetőm és *Zimányi József*, a KFKI majd KFKI RMKI elméleti főosztályának kutatóprofesszora voltak mestereim, akik hatására a kutató fizikusok szabad, ámde küzdelmes életét választottam. Eredményem jelentős része tanítványaim kiváló munkájának is köszönhető: *Csanád Máté* (PhD, ELTE), *Novák Tamás* (PhD, Nijmegeni Egyetem), *Vértesi Róbert* (PhD, Debreceni Egyetem), *Nagy Márton* (PhD, ELTE), *Ster András*, *Nemes Frigyes* és *Vargyas Márton* – köszönöm az eddigi szép, sokszor váratlan fordulatokban és felfedezésekben is gazdag, közös kutatásokkal töltött éveket. Valamennyi társszerzőm, különösen a PHENIX és a TOTEM kísérletek tagjai részére is köszönetet szeretnék mondani. Ezen a helyen szeretnék köszönetet mondani ellenfeleimnek, azoknak a főleg hazai bírálóimnak is, akik kutatásaim folytatásáért végzett küzdelmeink során kerékkötőként, negatív bírálóként, vagy csendes és névtelenségbe burkolódzó kritikusaikként többször is jelentős akadályokat gördítettek elém és társszerzőim, tanít-

ványaim, kutatócsoportom elé, főleg a hazai pénzügyi támogatások forrásait zárva el előlünk több vagy kevesebb sikerrel. Noha jelentős energiákat vett igénybe az általuk támasztott akadályok leküzdése, mindig nagy örömet jelentett, amikor ez végre sikerült! Bírálataik, kritikáik pedig segítségünkre voltak kutatási céljaink és eredményeink pontosabb megfogalmazásában. Néha bizony szinte teljes sikerrel is jártak, és egy-egy kutatási projektünk megvalósítását, egy-egy lehetőséget alkalmanként teljesen sikerült elzárniuk előlünk. Ebben az esetben is hálával gondolok áldásos tevékenységükre: ugyanis, ha minden pályázatunk és próbálkozásunk sikerrel járt volna, akkor ez annyi munkát jelentett volna számomra, hogy családom számára alig maradt volna időm. Tehát legeredményesebb bírálóink és kritikusaink is pozitívan járultak hozzá szellemünk fejlődéséhez: nekik elsősorban azt a néhány szép napot és estét köszönöm, amelyet – kutatási támogatás híján – családom szűkebb körében, itthon tölthettem el. Köszönöm bírálóimnak azt is, hogy ráirányították figyelmemet a hazai támogatási rendszereink néhány hiányosságára, nevezetesen arra is, hogy a „hallgattassék meg a másik fél is” elvét nem csak a folyóiratokba beküldött cikkek esetében, hanem a tudományos pályázatok elbírálásakor is indokolt érvényesíteni. Kielezett helyzetekben, forráshiánnyal küszködő kutatók és pályázati rendszerek esetében ugyanis már egy-két negatív kritikai megjegyzés is a pályázat elutasításához vezethet. Ilyenkor válik a pályázók és a finanszírozó számára is létfontosságúvá az, hogy tényleg a legjobbak nyerjenek. Az utóbbi időben, személyes tapasztalataim szerint, az itthoni pályázati bírálók egyre inkább tudatára ébrednek annak, hogy akár néhány apró negatív kritikai észrevételük is a pályázat elutasításához vezethet. Nem lehet kizárni, hogy éppen egy tárgyi hiba vagy tévedés az, amin a negatív észrevétel néha alapul. Az ilyen tárgyi hibát, „tévedést” vétő bírálók kiszűrése a pályázati rendszerek jó, megbízható működése szempontjából is alapvető, és ismereteim szerint ennek egyetlen módja az, ha a megbírártakim lehetőséget biztosítunk a pályázati rendszerbe épített módon a bírálók esetleges tárgyi tévedéseinek kimutatására, a bírálatra adott válaszra, hasonlóan ahhoz, ahogyan a tudományos folyóiratokba beküldött cikkek bírálata esetén, illetve a tudományos fokozatok megszerzésekor elhangzó kritikák esetén is van lehetősége a publikálásra vagy fokozatszerzésre pályázó kutatóknak a válaszára és az esetleges félreértések tisztázására. Végül is mindannyian, bírálóként is és pályázói szerepben is, elsősorban emberek vagyunk, és akár véletlenül is tévedhetünk vagy hibázhatunk, amelynek negatív hatását, a tudomány fejlődése érdekében, célszerű minimalizálni.

Végezetül külön is szeretném megköszönni külföldi támogatóim áldásos tevékenységét. Ők még a legnehezebb helyzetekben, a teljes hazai támogatás hiánya esetén sem hagytak cserben, nekik, valamint a PHENIX és a TOTEM kísérlet vezetésének köszönhető, hogy a külföldi utazásokkal járó, és a berendezések üzemeltetési költségei miatt komoly anyagi forrásokat igénybe vevő kísérleti kutatásainkat a legnehe-

zebb időszakokban sem kellett teljes mértékben felüggeszteni, vagy megszakítani.

Köszönöm a kutatásainkat anyagilag finanszírozó, támogató szervezetek munkáját: a Magyar Tudományos Akadémia, az OTKA, a Fulbright Alapítvány, a HAESF, valamint az USA Energiaügyi Minisztériuma (DOE) és Külügyminisztériuma (State Department) támogatását. Ezúton szeretném kifejezni hálás köszönetemet a Charles Simonyi Alapítványnak kutatásaim támogatásáért, az ösztöndíj odaítéléséért, valamint *Szökefalvi-Nagy Zoltánnak*, az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont Rézszecke és Magfizikai Intézet igazgatójának a jelölési folyamat megindításáért, és a díjátadási ünnepségen elhangzott, jövőbe tekintő méltatásáért.

A következő számban kérem fogadják szeretettel előadásom harmadik részét, a kvarkanyag kutatásának és a Higgs-bozon keresésének kalandjaiba bevezető részecskés kártyajátékok ismertetését.

Irodalom

1. L3 Collaboration, P. Achard, ..., T. Csörgő et al.: Test of the τ -Model of Bose-Einstein Correlations and Reconstruction of the Source Function in Hadronic Z-boson Decay at LEP. *Eur. Phys. J. C* 71 (2011) 1648, arXiv:1105.4788 [hep-ex]
2. EHS/NA22 Collaboration, N. M. Agababyan, ..., T. Csörgő et al.: Estimation of hydrodynamical model parameters from the invariant spectrum and the Bose-Einstein correlations of π^- mesons produced in $(\pi^+ / K^+)p$ interactions at 250 GeV/c. *Phys. Lett. B* 422 (1998) 359–368, hep-ex/9711009
3. TOTEM Collaboration, G. Antchev, ..., T. Csörgő et al.: First measurement of the total proton-proton cross-section at the LHC energy of $\sqrt{s} = 7$ TeV. *Eur. Phys. Lett. B* 96 (2011) 21002.
4. F. Nemes, T. Csörgő: Detailed Analysis of p+p Elastic Scattering Data in the Quark-Diquark Model of Bialas and Bzdak from $\sqrt{s} = 23.5$ GeV to 7 TeV. *Int. J. Mod. Phys. A* 27 (2012) 1250175.
5. T. Csörgő, W. Kittel, W. Metzger, T. Novák: Parametrization of Bose-Einstein Correlations and Reconstruction of the Space-Time Evolution of Pion Production in e^+e^- Annihilation. *Phys. Lett. B* 663 (2008) 214–216, arXiv:0803.3528 [hep-ph]
6. PHENIX Collaboration, K. Adcox, ..., T. Csörgő et al.: Formation of dense partonic matter in relativistic nucleus-nucleus collisions at RHIC: Experimental evaluation by the PHENIX collaboration. *Nucl. Phys. A* 757 (2005) 184–283, nucl-ex/0410003
7. Magyar fizikusok az idezettségi ranglista élén, a Magyar Tudományos Akadémia portálján. http://mta.hu/tudomany_hirei/magyar-fizikusok-az-idezettségi-ranglista-elen-126682
8. T. Csörgő: Particle interferometry from 40-MeV to 40-TeV. *Heavy Ion Phys.* 15 (2002) 1–80, hep-ph/0001233
9. T. Csörgő, J. Zimányi: Analytic solution of the pion – laser model. *Phys. Rev. Lett.* 80 (1998) 916–918, hep-ph/9705433
10. T. Csörgő, L. P. Csernai, Y. Hama, T. Kodama: Simple solutions of relativistic hydrodynamics for systems with ellipsoidal symmetry. *Heavy Ion Phys.* A21 (2004) 73–84, nucl-th/0306004
11. T. Csörgő, S. V. Akkelin, Y. Hama, B. Lukács, Yu. M. Sinyukov: Observables and initial conditions for self-similar ellipsoidal flows. *Phys. Rev. C* 67 (2003) 034904, arXiv:hep-ph/0108067
12. M. Csanád, T. Csörgő, B. Lörstad: Buda-Lund hydro model for ellipsoidally symmetric fireballs and the elliptic flow at RHIC. *Nucl. Phys. A* 742 (2004) 80–94, arXiv:nucl-th/0310040
13. M. Csanád, T. Csörgő, A. Ster, B. Lörstad, N. N. Ajitanand, J. M. Alexander, P. Chung, W. G. Holzmann, M. Issah, R. A. Lacey: Universal scaling of the elliptic flow data at RHIC. *Eur. Phys. J. A* 38 (2008) 363–368.
14. A PHENIX nehézionfizikai és részecskefizikai kísérlet magyar csoportjának kutatásairól, szerepéről a PHENIX kísérletben bővebben: <http://phenix.elte.hu>
15. A CERN LHC TOTEM kísérlet magyar csoportjának részecskefizikai kutatásairól, szerepéről a TOTEM kísérletben bővebben: <http://totem.kfki.hu>