

Marx György (1927–2002)

PATKÓS ANDRÁS & SÜKÖSD CSABA

Marx György a huszadik század fizikájának kiemelkedő magyar tudósa, a természettudomány felső- és közoktatásának világszerte elismert továbbfejlesztője, a magyar társadalom modernizációjának nagyhatású képviselője volt.

1927. május 25-én született pedagóguscsaládban. Édesapja, dr. Marx István földrajz–történelem szakos, édesanyja, László Júlia biológiatanár volt. Első tudományhoz kapcsolódó publikációját tizenhat éves korában közölte a *Búvár* című folyóirat, *A nagy számok története* címmel [1]. 1945-ben érettségizett a Lónyai utcai Református Gimnáziumban. Matematikából a differenciálszámítás, fizikából a kvantummechanika elemeinek ismertetésével maturált.

A tudós

A Pázmány Péter Tudományegyetemre matematika–fizika szakon iratkozott be, harmadik szakként a kémiát is felvette. 1947–48-ban Lassovszky Károly tanszékvezető hívására a Csillagászati Tanszék demonstrátora volt. Miután Lassovszky távozni kényszerült a Csillagászati Tanszék éléről, Marx György az Elméleti Fizikai Tanszékhez csatlakozott Novobátzky Károly mellé, akinek tudományos teljesítményét baloldali nézetei miatt csak a háborút követően ismerték el egyetemi katedrával. Ez idő tájt az Elméleti Fizikai Tanszéken új, fiatal elméleti fizikusi gárda szerveződött.

KORAI ÉVEK

A kvantum-elektrodinamika és a magfizika hazai meghonosításán lázas munka folyt. A háború alatt elmaradt folyóirat-évfolyamok pótlásával Feynman, Schwinger, Weisskopf és Wigner klasszikus műveinek szellemi kihívása egyszerre, koncentráltan jelentkezett. Ugyanakkor a magyar kutatókat a legördült vasfüggöny elzárta a vezető nyugati centrumoktól. Marx György kezdeményezte a *Puskin utcai szerdai szemináriumokat*, amelyeken az eredeti cikkekből sajtátították el a fiatalok a kor két vezető kutatási irányának legújabb eredményeit. Ezt a szemináriumsorozatot egészen a hatvanas évek végéig gondozta.

Marx György még diplomája megszerzésének évében, 1950-ben az egyetemi doktori fokozatot is kiérdemelte *Nemstatikus gravitációs terek* című disszertációjával [2]. Doktori szigorlatot fizikából, matematikából és csillagászatból tett. A klasszikus térelméleti módszereket Novobátzkytól tanulta. Tőle kapta első sikeres tudományos témáját is, a mozgó dielektrikumok energia-impulzus-tenzorának származtatását. Györgyi Gézával közös munkája egészen az 1970-es évek közepéig megőrizte aktualitását, amikor a Max Abraham és a Hermann Minkowski által felvetett alternatívák közötti döntésre javasolt Györgyi-Marx kísérletet egy kanadai csoport elvégezte, és a vitában Abraham javára erős érvet szolgáltatott. Megjegyezhető, hogy még 1998-ban írott cikkek is hivatkoznak e témában Marx Györgynek Györgyi Gézával, illetve Nagy Károllyal írt közös munkáira [3, 4].

A magerők természetével Szamosi Géza ösztönzésére kezdett foglalkozni. A piontérben mozgó nukleonok relativisztikus jellemzőinek a magerőkre gyakorolt befolyásáról írott 1956-os cikkének [5] hatása még az 1970–80-as években is kimutatható a szakirodalomban.

E két kutatási irányzathoz kötődtek első külföldi kapcsolatai. Bár Novobátzky, korára való tekintettel, már ritkán utazott, fiatal munkatársainak varsói, jénai, drezdai tanulmányútjai révén fejlesztette a kétoldalú kapcsolatokat.

A LEPTONTÖLTÉS MEGMARADÁSA

Az ötvenes évek elején végzett gyorsító kísérletekkel vált le a magfizikáról az elemi részek fizikája. Ekkor ismerték fel az elemi részek kölcsönhatásainak törvényszerűségeit, ahol az időben egzaktul vagy legalább közelítőleg megmaradó tulajdonságoknak alapvető a szerepe – az elmélet mély szimmetriáira mutatnak. Wigner Jenő 1950-ben azt javasolta, hogy a proton és a neutron „rokonságába” tartozó, rövid élettartamú részecskék összetartozását egy új megmaradó tulajdonsággal, a barionszámmal írják le. A legújabb fejleményekre frissen reagáló fiatal Marx György felfigyelt erre, és ezt a munkát 1952-ben a Puskin utcai szemináriumok egyikén feldolgozták. A szemináriumi vitát követően (Nagy Károly emlékezése szerint) Marx és Károlyházy Frigyes tovább folytatta az eszmecserét, amelynek során már felmerült egy hasonló megmaradási törvény esetleges létezése a könnyű részecskék, a leptonok körében. Az erről szóló egyszerezős cikkét Marx 1952 végén küldte be az *Acta Physica Hungaricába* [6]. A cikk dátuma korábbi, mint a hasonló javaslatot tevő szovjet J. B. Zeldovics, illetve az USA-beli E. J. Konopinski és H. M. Mahmoud dolgozatáé, így Marx tekinthető e megmaradási törvény felfedezőjének. A világ talán mellőzte volna az ismeretlen magyar szerzőt, ha ő nem küldi el németül írott cikkét Wigner Jenőnek. Tény, hogy Wigner már 1954-ben (és azt követően többször is) hivatkozott Marx György három, az elképzelést továbbcsiszoló közleményére. 1971-ben, az MTA levelező tagjává történt megválasztása utáni székfoglalóját is *A leptontöltés megmaradása* címmel tartotta meg. E törvény érvényességére – különösen a neutrínó-oszcillációk 2001-es felfedezése óta – sok korlátozó körülmény ismeretes. Eredeténél, időbeli változásának megértése azonban az Univerzum barion-, illetve lepton-aszimmetriájának kulcsa. Ez a kérdés a XXI. század elméleti fizikájának egyik legvilágosabban megfogalmazott kihívása.

Marx György pályája első évtizedében a mikrofizika legaktuálisabb jelenségein dolgozva, a fizika klasszikus és kvantumozott eszközeit ötvözve bizonyította tehetségét. 1955-

ben a Kossuth-díj III. fokozatával, 1956-ban kormánykitüntetéssel ismerték el teljesítményét. 1956-ban *Relativisztikus dinamika* címmel védte meg kandidátusi disszertációját [8].

1956 UTÁN

1956 végén az ELTE TTK Forradalmi Bizottságának a Gólyavárba összehívott gyűlésén történt az, amit az MSZMP KB-tag Novobátzky „a mi okos Marxunk megzavarodásaként” értékelt. Marx György hozzászólásában javasolta a győri „ellenkormány” támogatását. Emiatt 1957. március 15. előtt „begyűjtötték”, és egy hétig fogdában volt. Mivel tanítványai között népszerű volt, a hatalom attól félt, hogy a MUK („márciusban újra kezdjük”) egyik hatékony szervezője lehet. A tanszékről Román Pál és Szamosi Géza a forradalom leverése után emigrált, ezért a politikai veszélyfelhők eloszlásával a tanszék oktatási és tudományos életének szervezése immár Nagy Károlyra és órá hárult. Az '56-os felszólalás „pillangó-hatása” azonban végigkísérte az elkövetkező évtizedekben Marx György felsőoktatási pályáját.

AMERIKA

Politikai „megbízhatatlansága” ellenére ő volt a második kutató az Elméleti Fizika Tanszékről, akinek a II. világháború után lehetősége nyílt hosszabb amerikai kutatóútra. Leonard Schiff, a stanfordi egyetem híres elméleti fizika professzora hívta meg, akivel 1958-ban a CERN-ben találkozott. Amerikában megismerkedett a nagy amerikai kísérleti fizikusokkal, Frederic Reinesszel, Clyde Cowannal, Raymond Davisszel (a szovjet iskola fő képviselőivel, Jakov Zeldoviccsal és Bruno Pontecorvóval már korábban találkozott). Második egyesült államokbeli útja során több állásajánlatot kapott, amelyeket azonban elhárított. Visszatért budapesti katedrájához, amelyre 1961-ben nevezték ki, egy évvel azután, hogy a fizikai tudomány doktora lett. Immár megtalálta a rá jellemző kutatási stílust: a legújabb elképze-

lések felvetői között egyenrangú, villámgyorsan reagálni képes diszkusziópartnerként gyűjtötte a kutatások élvonalára számára legérdekesebb témákat, majd itthon a részletes és hosszadalmas számításokra „éhes” diplomamunkáisaival kísérletileg ellenőrizhető jóslatokra vezető intenzív vizsgálatokat végzett. Átfogó érdeklődése egyszerre vonzotta Heisenberg világegyenletéhez – amely az összes elemi részt egyetlen egységes tér gerjesztéseként szeretne volna megérteni –, a csillagokat alkotó forró nukleáris gáz állapotegyenletéhez és az űrhajózáshoz.

SPONTÁN SZIMMETRIASÉRÜLÉS

Marx életében tudományos szempontból is fordulópontnak tekinthető az 1956-os esztendő. Ez az év hozta meg a természet tértükrözési-aszimmetriájának felismerését a tudományban. A fizika legújabb eredményeire mindig érzékenyen reagáló Marx György addigi témáitól búcsút véve, új kutatási programba fogott a töltéstükrözési szimmetria sérülési mechanizmusának tisztázására. Amerikai útjai során a töltéstükrözési szimmetria sérülésének számos vezető szakemberével is dolgozott [8].

A budapesti elméleti fizikai iskolára W. Heisenberg és az egységes térelméletnek általa megfogalmazott változata különösen nagy hatással volt. Marx György a Heisenberg-féle egységes térelmélet szempontjából értékelte J. Goldstone 1961-ben kimondott tételét a folytonos szimmetriák spontán sérülésének térelméleti megvalósulásáról. A Goldstone-bozonok és a nehéz gerjesztések közötti energiérés létében kereste az elektron és a müon természetét megkülönböztető mechanizmust [9]. Az 1962-es nemzetközi részecskefizikai konferenciát követően, a kiemelkedő pályáját az ő témavezetésével megkezdő Kuti Gyulával nemzetközi figyelmet keltő cikksorozatot [10–12] írt a spontán szimmetriasértés nem-perturbatív térelméletéről. Bár személyes részvételét ezekben a vizsgálatokban a hatvanas évek végén befejezte, erőteljesen támogatta az erős kölcsönhatások megértésére Kuti körül kialakuló csoport munkájának elismertetését.

NEUTRÍNÓK

1960-ban, látszólag előzmények nélkül írt tanulmányt Menyhárd Nórával a neutrínócsillagásatról [13, 14]. A *Science*-ben megjelent cikke a következő öt évben, többek között, J. N. Bahcall, B. Pontecorvo és F. Reines is hivatkozott. Azt gondoljuk, hogy a külföldi útjai során megismert kiemelkedő személyiségek vezették vissza a csillagászathoz egy akkor még a fantasztikus irodalomba illő új eszköz lelkesítő víziójával. Sorsformáló találkozásai közül kimagaslik a Jakov Boriszovics Zeldovicsal Moszkvában, 1958-ban kötött életre szóló barátság. Tartós kutatói-emberi kapcsolatokat eredményezett az 1959-es részecskefizikai világkonferencián létrejött kijeji találkozása Telegdi Bálinttal is.

A neutrínókról írott dolgozatai negyven éven át szüntelenül jelen voltak életművében. A neutrínók laboratóriumon kívüli fizikája legkülönbözőbb aspektusainak kidolgozásába nagy élvezettel, óriási aktivitással vetette be magát. E területen a magyar elméleti fizika számos, ma nemzetközileg jól ismert személyiségét (köztük Kövesi-Domokos Zsuzsát [15], Nagy Tibort [16], Németh Juditot [17]) nyerte meg rövidebb-hosszabb együttműködésre. Lux Ivánnal az 1960–70-es évek fordulóján dolgozott a Föld antineutrínó-luminozitásának kérdésén [18, 19], amely jelenség napjainkban ért el a reális kimutathatóság határára. Gajzágó Évával az 1970-es évek első felében a tükrözési szimmetria sérülése molekuláris megnyilvánulásának mértékére adott becslést [20]. Az 1980-as évek elején David Dearbornnal és Ruff Imrével, az ELTE kémia professzorával feltűnést keltő, nagy eredetiségű javaslatot tett a Naptól várt neutrínók részleges hiányának esetleges kémiai jellegű magyarázatára [21].

A nemmúló világhírt a neutrínók nyugalmi tömegére Szalay A. Sándorral közösen adott asztrofizikai felső korlát és a neutrínók lehetséges kozmológiai szerepére tett javaslat hozta meg Marx Györgynek. Elsőként 1966-ban Zeldovics és S. S. Gerstein vetették fel azt, hogy a neutrínók tömegére asztrofizikai korlát adható. Zeldovics a hetvenes években azt a kiváltságot élvezte, hogy évente egyszer részt vehetett egy magyarországi nemzetközi konferencián. Itt buzdította Marx

akkori diplomamunkását, Szalay A. Sándort a probléma részletes számítógépes vizsgálatára, és ebből született meg először a Marx–Szalay-féle tömegkorlát, majd ugyanők javasolták e részecskék figyelembevételét a kozmikus sötét anyag természetére vonatkozó kutatásokban. A tömegkorlát harminc év alatt századrészére csökkent, a neutrínók részesevése a sötét anyagban ezreléknyi, a kijelölt stratégia fő vonala mégis változatlanul érvényes.

1972-ben szervezte meg a neutrínó-konferenciák máig tartó sorozatának nyitányát. Ennek a konferenciának igazi „álomcsapat” adott rangot: R. Feynman, T. D. Lee, B. Pontecorvo, F. Reines és V. Weisskopf versengve elemezte a nukleonszerkezet neutrínónyalábbal történő letapogatásának, illetve a Világegyetemet kitöltő neutrínógáz észlelésének lehetőségeit. Jellemző a kozmológia egy mai szaktekintélye, E. Kolb chicagói professzor visszaemlékezése, aki a balatoni konferenciaköteteket cikkről cikkre olvasva sajátította el a terület frontvonalának eredményeit.

Marx és Szalay munkája méltán szerepel a *Részecskék Adattárában* (*Particle Data Book*) a neutrínótömeg meghatározásához vezető mérföldkövek felsorolásában. A neutrínó-oszcillációk jelenségének pár évvel ezelőtti felfedezése bizonyossá teszi, hogy a neutrínók össztömege nullától különböző. Az egyes tömegek abszolút nagyságának megmérése a XXI. század fizikájának feladatsorában előkelő helyen áll. Az is biztos, hogy a neutrínók túl könnyűek ahhoz, hogy a sötét anyag lényeges komponensét alkothassák, ám az úgynevezett „forró sötét anyag” lehetősége, amint azt Marx és Szalay 1976-ban hangsúlyosan felvetette [22], évtizedekig szerepelt az asztro-részecskefizika fontos kutatási irányai között.

A CSILLAGÁSZATTÓL AZ ÉLET EREDETÉNEK MEGÉRTÉSÉIG

Marx György a tudományban is igazi reneszánsz alkat volt. A bonyolult és aprólékos számítások helyett a nagy gondolat megragadásának ideálját vallotta. A tudomány minden területe, és minden újabb eredmény érdekelte. A *Nature*

magazinban 1967-ben megjelent cikke olyan javaslatokat tartalmaz az űrhajók lézerfényes távmeghajtására, amelyet napjaink űrhajózási konferenciáin is komolyan idéznek [23]. Meghívták arra a bjurakáni konferenciára is, amelyen a világ vezető tudósai a földön kívüli civilizációk létéről és a velük való kommunikáció lehetőségeiről tanácskoztak.

A 33 éves Marx György a következőképpen írt *Túl az Atomfizikán* című nagyhatású népszerűsítő könyvében [24]: „A Nap és a Föld neutrínósugárzásának detektálása véleményem szerint olyan feladat, amelyet századunkban [tudniillik a XX. században] megold a tudomány. A neutrínócsillagászat révén bepillant majd az ember az égtestek belsőjébe. Hogy a naprendszeren túlról érkező neutrínósugárzás valaha is észlelhető lesz-e, az nagyon kétséges... Lehet, hogy egyszer majd [a neutrínó] a kutatás tárgyából a kutatás eszközévé válik, olyan feladatok elvégzését teszi lehetővé, amelynek más anyag nem tudna eleget tenni.”

Marx Györgynek megadta a sors, hogy e fejlemények alkotó, elismert részese lehetett. A Magellán-felhőben robbant szupernóva neutrínóinak 1987-es észlelése még az ő várakozásait is felülmúlta. Utolsó publikált szövegében, a Neutrino'02 konferencián, a Nemzetközi Neutrínó Bizottság leköszönő elnökeként elmondott összefoglalójában joggal írhatta: „... most, a századfordulón ténylegesen látjuk a Nap közepét, és látjuk ott azokat a fúziós reakciókat is, amelyek Napunk energiáját adják. Közvetlen kísérleti tényré vált az az állítás, hogy a napsugárzás forrása az atommagok fúziója.” (Az angol eredeti szöveg: „... at this turn of the century, we do see the centre of the Sun and we observe the nuclear fusion reactions there producing the solar energy... the statement, that the source of sunshine is nuclear fusion, has become a direct empirical fact...”)

A hetvenes évek közepétől Marx Györgynek a részecskefizikusok, az űrkutatók és a kozmológusok (csillagászok) között nemzetközileg elismert helye volt. Az MTA rendes tagjává választása után, 1983-ban, székhelyét az *Univerzum termodinamikája* címmel tartotta meg. Betöltötte az Európai Fizikai Társaság Részecskefizikai Divíziója elnöki tisztét, alelnöke volt az IUPAP-nak és a Nemzet-

közi Asztronautikai Uniónak; vezette a Nemzetközi Csillagászati Unió bioasztronómiai szakosztályát és tiszteletbeli tagja volt az Amerikai Fizikai Társaságnak. A tudományos újságírók az év tudósának választva átadták neki a Virgo csillagkép egyik csillagának róla történt elnevezését tanúsító okmányt.

A tanár

A tanár feladatának mindent megelőző fontosságát családi hagyományként örökölte. Már másodéves egyetemi hallgató korában elkezdte oktatói munkáját, amikor a Csillagászati Tanszék gyakornoka lett. Az oktatás egész életét végigkísérte, a tudás átadása mindig, mindenkinek, minden szinten a lételemévé vált. „Nem mentem el ebből az országból. A fizikát igazán szépen csak magyarul lehet tanítani. Én tanár vagyok” – hangoztatta.

EGYETEMI OKTATÁS

Kristálytisztá logikával felépített élvezetes egyetemi előadásai az ELTE Természettudományi Kara megszámlálhatatlan hallgatójának pályáját irányították a fizika legmodernebb területeinek kutatása felé. Előadásain az egyetemi hallgatók zsúfolásig megtöltötték a termet, és többször is megtapsolták – ami sem akkoriban, sem ma nem mindennapos. Egyéves előadás-sorozatáért, amelyre Walter Thirring, világhírű bécsi elméleti fizikus kérte fel, az ottani tudományegyetem tiszteletbeli professzorának fogadta. Életének utolsó hónapjaiban az Eötvös Egyetem Atomfizikai Tanszékének emeritus professzoraként egy, a newtoni mechanikáról szóló, az iszonyatos testi szenvedések felett is győzedelmeskedő előadás-sorozattal fejezte be pályafutását. Még akkor is megtalálta a módját, hogy a másodéves hallgatókat a kaotikus mozgás vagy az Univerzum globális mozgástörvényeinek legújabb fejleményeivel lelkesítse a fizika lezárhatatlan perspektívájú kutatásaiban való részvételre.

A klasszikus fizika, a kvantumfizika, a magfizika és a részecskefizika új fejezeteiről írott egyetemi jegyzeteinek sorát publikációs listája sem képes számon tartani. Társszerzője volt az évtizedekig használt *Elméleti Fizikai Példatár*nak [25], amelyet követett a három magyar kiadást megélt, nemzetközi karriert is befutott *Kvantummechanika* könyve [26]. A fizikus hallgatóknak szóló tankönyvek sorát a Károlyházy Frigyessel és Nagy Károllyal írott *Statisztikus Mechanika* zárta 1965-ben [27]. Telegdi Bálint és Lev Okun' egyaránt kiemelten méltatták a gyenge kölcsönhatásokról [28] vagy a kaonok CP-sértő tulajdonságairól írott [29], pedagógiaileg is alaposan átgondolt, összefoglaló munkáit.

A hetvenes évektől egyetemi oktatói érdeklődése középpontjába egyre inkább a természet egységes szemlélete, a modern fizika és a társtudományok közötti kölcsönhatás került. Így született az *Éltrevaló atomok* című tankönyv biológusoknak 1975-ben [30].

Az Eötvös Társulat elnökeként bátorította a tanulmányi versenyek és a KöMaL hagyományos, megérdemelten nagytekintélyű tehetséggondozó rendszerének helyi, illetve eltérő tanulói készségeket díjazó új versenyekkel való kiegészítését. Óriási szeretettel és várakozással köszöntötte egyetemi hallgatóként a versenyeken megismert középiskolásokat, és szinte szülői büszkeséggel dicsekedett, amikor nemzetközi karriert befutó fiatal kutatókká fejlődtek.

KÖZOKTATÁS

A társadalom cselekvő jobbításának soha nem szűnő igényéből fakadóan kezdte meg a természettudományok integrált közoktatási programjának kidolgozását, amely igen éles vitákat váltott ki idehaza. E viták eredményeként a fizika volt az a tantárgy, ahol már a nyolcvanas évek közepén a tanár választásától függhetett, hogy melyik tankönyvet használja.

Fizika-, kémia- és biológiaszakos tanárokat gyűjtött maga mellé, akik számára 1971-től 1988-ig évente őszi és tavaszi iskolákat, valamint „nukleáris továbbképzéseket” szerve-

zett. Megalakította a „nukleáris tanárok” ma is élő hálózatát. Az érdeklődő tanárokat elvitte Paksra, Püspökszilágyiba, a CERN-be, a romániai CANDU reaktorokhoz és Csernobilba is. Ezekben az években jelentek meg a részvételével és irányításával készült tankönyvek, valamint azok a népszerű tudományos munkái, amelyek közoktatás-fejlesztési elkötelezettségét tükrözik [31a–c]. A modern fizika középiskolai oktatásáról szóló tankönyvei közül többet sok nyelvre lefordítottak, és ma is használnak egyes külföldi országokban (például Japán és Kína). Tanulmányi versenyt szervezett, amelyen a nukleáris és modern fizikai ismeretekben leginkább jártas középiskolai tanulók mérhették össze tudásukat (Országos Szilárd Leó Fizikaverseny).

Élete utolsó nagy kutatási programját, amelynek tudományos célja a hazai természetes környezeti radioaktivitás megismerése és az ország radontérképének elkészítése lett, fizikatanárok és iskolások segítségével valósította meg. Tóth Eszter középiskolai fizikatanárral indította el azt a programot, amelynek oktatási-pedagógiai célja a kisiskolások megismertetése volt azzal a ténnyel, hogy a radioaktív sugárzás mindennapos kísérője életünknek. Ezzel egy korábban soha nem ismert, tömegeket mozgósító kutatási program jött létre, amely Amerikától Indiáig érdeklődést váltott ki és követőkre talált. A tudományos program Marx György halála után is folytatódott. Ennek lett „mellékterméke” az ország radontérképe, amelyet ilyen részletességgel egyetlen hivatalos tudományos szervezet sem tudott megalkotni. A radonháttér felismert anomáliái a geológiai-tól a népegészségügyi kutatásokig terjedő skálán indukálnak immár komplex interdiszciplináris vizsgálatokat.

NEMZETKÖZI OKTATÁSI TEVÉKENYSÉG

Élénk figyelemmel kísérte a fizika oktatásának javítására irányuló nemzetközi erőfeszítéseket. Tagja, majd később elnöke lett a GIREP-nek (*Groupe International de la Recherche et de l'Éducation de la Physique*). Évente nemzetközi tanítási konferenciákat szervezett, ahova a terület legkiválóbb kép-

viselőit hívta meg Japántól az Egyesült Államokig és Svédországtól Afrikáig, ahol a fizika legmodernebb területeinek (atomenergia, káosz, atomfizika, számítógép az iskolában stb.) középiskolai oktatásáról folyt a vita. E konferenciák kiadványait nem lehetett annyi példányszámban kinyomtatni, amelyet ne kapkodtak volna el külföldi oktatási szakemberek. Marx György személyes jóbarátja, Jon Ogborn (Anglia) – felhasználva Marx György angolul megjelent írásait és a modern fizika középiskolai oktatásának magyar tapasztalatait – ma a világ egyik legkeresettebb, középiskolásoknak írt tankönyvét valósította meg munkatársaival (*Advancing Physics A2 and AS* – Bristol: Institute of Physics Publishing).

A természettudományok közoktatásból való kiszorulásának problémájával már régebben küszködő Nyugat-Európában az általa elképzelt megoldások közül jó néhány megvalósult, párosulva az internetes tartalomfejlesztési lehetőségekkel. Marx György képes volt egyszerű, középiskolás nyelven és mégis igaz módon megfogalmazni a XX. század fizikájának legszebb és leghatékonyabb eredményeit. Ezért jutalmazta a nagy tekintélyű brit Institute of Physics Marx György oktatásfejlesztési munkásságát – első nem angol-szász kitüntettként – 2001-ben Bragg-éremmel.

Mély meggyőződéssel szimpatizált a Harmadik Világgal. Az UNESCO szakértőjeként szenvedélyesen vitte a modern fizika oktatásának számítógépes programjait afrikai és ázsiai országok tanárképző intézményeibe, és tanította az ottaniakat szimulációs programok írására. Az utolérés vágyától hajtott, a tudománytörténet klasszikus útjának bejárására elegendő idővel nem rendelkező környezet ezeket az eszközöket a „nagy ugrás” ritka lehetőségeként fogadta, és elterjedten használja a közoktatásban Kínában, Indiában, Kenyában, de Japánban is.

A fejlődésben lemaradt világrégiók kimozdításáért érzett pózmentes, őszinte szolidaritást kifejező felelőssége, a fejlett világ pazarló energiagazdálkodása miatti aggodalma és az 1970-es, 1980-as évek jelentős reaktorbalesetei vezették a nukleáris környezet használatának és valós kockázatának széles társadalmi megismertetésén dolgozók élvonalába. A

nukleáris energetika közoktatási kérdéseiről szervezte utolsó oktatási tárgyú nemzetközi konferenciáját is 2002 nyarán Debrecenben. Halálos betegen is gondja volt arra, hogy vízumot kapjanak az iráni és pakisztáni résztvevők is.

A tudományszervező

Novobátczy 1967-es halála után az Elméleti Fizikai Tanszék vezetőjévé Nagy Károlyt nevezték ki, aki már 1961-től számos állami feladatot vállalt. Marx György túlságosan individuális gondolkodású, kevésbé kompromisszumkereső egyéniség volt ahhoz, hogy az akkori (és a máig is) merev felsőoktatási hierarchia könnyen befogadta volna vezetőként. Ugyanakkor gondolkodásának eredetisége hasznosíthatónak tűnt a saját dogmaival küszködő politikai berendezkedés megújulási próbálkozásai számára. A hetvenes években több egyetemi, akadémiai közművelődési bizottság vezetését vállalta a természettudományok és humánkultúra egységének jegyében [32].

ATOMFIZIKAI TANSZÉK

Nemzetközileg is elismert tudományos tevékenysége, itthoni közéleti szereplése, és a politikai szférával kialakított – önfeladás nélküli – együttműködése meghozta annak elismerését, hogy Marx Györgynek joga van önálló tudományos iskola alakítására, saját tanszék vezetésére. Erre az alkalmat 1970-ben Jánossy Lajos visszavonulása szolgáltatta az ELTE Atomfizikai Tanszéke éléről. Ez a váltás tekinthető Marx György pályája második sorsfordulójának. Érdeklődését tovább szélesítve, a részecskefizikától a biofizikáig terjedő spektrumban sikeresen keltette életre a tanszék tagjainak tudományos ambícióit. Néha félkomolyan, félig tréfaként, egyes MTA-kutatóintézetek tudományos produkciójával vetette össze a tanszék publikációinak számát és azok hivatkozottságát.

A tanszék személyi összetételére szinte egy teljes fizikus-tanterv tanítását ráépítette, továbbá jelentős betanítást vál-

lalt a matematika–fizika és a kémia–fizika szakos tanárok, valamint a vegyész, geofizikus, geológus, csillagász és biológus hallgatók képzésébe. Az informatikai és a nukleáris laboratóriumok modernizálását személyesen menedzselte. Már a hetvenes években igényelte a számítógépes feladatmegoldás készségét fejlesztő elméleti fizikai gyakorlatokat. A fizikusi diplomák gyakorlati értékét fokozta sugárvédelmi tanfolyamok rendszeres megszervezésével.

Munkatársaitól szigorúan megkövetelte, hogy kutatásaikkal csatlakozzanak az irányt adó nemzetközi trendekhez. Minthogy a fiatalok a hatvanas években csak nagy nehézségek árán jutottak útleveélhez, már 1966-ban balatoni konferenciát szervezett, amelyen részt vett a későbbi Nobel-díjas Sheldon Lee Glashow és Steven Weinberg is. A Nobel-díjasok magyarországi szakmai látogatásainak megszervezése később szinte szenvedélyévé vált. 1968-ban, Csehszlovákia megszállását követően a már korábban is időközönként működő Bécs–Budapest szeminárium rendszeresítésében állapodtak meg a bécsi tudományegyetem professzoraival, azt háromszöggé egészítve ki Pozsony bevonásával. Így sikerült a nemzetközi kapcsolatok egy kiskapuját nyitva tartani szlovák barátaink számára. Ez a *Háromszög* kooperáció, amely 1968-tól 2004-ig folyamatosan működött, a nyugati kapcsolatok szimbóluma lett.

Ha kellett, politikai kapcsolatait használta, hogy nemzetközi meghívások elfogadását, külföldi nyári iskolákon való részvétel lehetőségét biztosítsa tanítványai és munkatársai számára. A tanszék csütörtöki szemináriumai kiemelkedő hazai és külföldi tudósok interdiszciplináris találkozóhelyévé váltak. A külföldi munkavállalásokat feltétlen támogatta, de kikötötte, hogy egy év után haza kell jönni tanítani. Ebben a legígéretesebb pályát befutó tanítványaival sem tett kivételt, még akkor sem, ha egy-egy „hazarendelés” néha a személyes kapcsolatok rövidebb-hosszabb elhidegülését okozta.

A nyolcvanas-kilencvenes évek fordulóján a tanszéki tudományos profil hangsúlyait megváltoztató személyi megújulást kezdeményezett. Az 1992-ben lezárult és Szent-Györgyi-díjjal elismert tanszékvezetői korszakát követő

szervezeti átrendeződés bebizonyította, hogy legalább három tanszéknyi erőt felvonultató kutatóintézeté fejlesztette a 22 évvel korábban rábízott tanszéket.

EÖTVÖS LORÁND FIZIKAI TÁRSULAT

A fizikusnak és a közéleti embernek a legegységesebb cselekvési terepet az Eötvös Loránd Fizikai Társulat jelentette. 1957 óta szerkesztette a Társulat folyóiratát, a *Fizikai Szemlét*, amelybe haláláig közel 200 közleményt írt (és ennek sokszorosát javította közölhetővé). Eötvös szellemében az Eötvös Társulattól Európa-szerte irigyelt kuriózumot hozott létre: egy szakmai egyesületet, amelyben tanárok és kutatók képesek együttműködni. A tanári ankétok és a kutatók nagy nemzetközi konferenciái egymást váltogatták. Felismerte, hogy e konferenciák adják meg a társulat tagjainak a nemzetközi fizikai közösség fórumain az egyenrangú partnerként való megjelenés lehetőségét. Ezzel a felelőségteljes lehetőséggel maga is élt.

Az Eötvös Társulat főtájkárának 1972-ben választották meg. Ezt 1976 és 1999 között több alkalommal követte megválasztása az elnöki posztra. 1999-től haláláig volt tiszteletbeli elnök. Megmarad a Eötvös Loránd Fizikai Társulat örökös elnökének.

Az író és a közéleti szereplő

Marx György nemcsak kiváló fizikus és tanár volt, hanem élvezetes stílusú, a nyelvet tökéletesen használni tudó író is. Igazi reneszánsz ember volt – tudása messze túllépett a szűken vett természettudományokon. Kevés természettudós hagyott nála nagyobb nyomot az elmúlt évszázad magyar kultúrájában. Széles baráti köre kiterjedt a művészek minden ágára, akikkel saját humán területükön is egyenrangú partnerként beszélgetett. Közel került a magyar humán értelmiség számos vezető személyiségéhez. Elsőként Németh László (Németh Judit közvetítésével),

majd Juhász Ferenc, később a radikális mondandójú filmrendezők barátságát nyerte el. Juhász Ferenc, Borsos Miklós, Jancsó Miklós, Bódy Gábor, Varga Imre gyakori vendégek voltak az Atomfizikai Tanszéken. A „Gyorsuló Idő” fogalma – amely az *Új Írás*ban megjelent cikkében fogalmazódott meg először – a '70-es évek magyar kultúrájának szimbólumává vált [33]. „Szédítően szép korunkban tanárok állnak a vártán” – az egész akkori magyar tanártársadalom évekig idézte, fejből. Hatása alól még a magyar könnyűzenei világ sem tudta kivonni magát – „az idő kitágul, és görbül a tér” – énekelte Koncz Zsuzsa, Bródy János szövegére.

A fizikát társadalmi-kulturális jelenségnek tekintette, ezért a fizikatörténet kiemelkedő eseményeinek évfordulóiról való méltó megemlékezések szervezése életeleme volt. Elsőként számolt be a fizikatörténethez fűződő színdarabok, regények, visszaemlékezések megjelenéséről. Népszerűsítő könyvei, majd a nem-fizikusoknak sok beleérzéssel megírt atomfizikai ismertetői, televíziós ismeretterjesztő sorozatai, meghívásokra tartott előadásai természetes velejárói voltak mindennapjainak. Életének utolsó hónapjaiban, a betegség kényszerítésében született szűkszavú, minden szónak jelentést adó „új” stílusa bevésődik mindazok emlékezetébe, akik hallották 2002. szeptemberi Dirac-előadását, októberben az *Élet a nukleáris völgyben* című hitvallásszerű előadását a nukleáris fizika és energetika fontosságáról, november elején Wigner-megemlékezését és élete utolsó, Pakson tartott előadását az erőmű 25. születésnapján.

Marx György hitt abban, hogy minden kérdésben, amelyre a tudomány hiteles választ talált, ott habozás nélkül a tudományosan megalapozott választ kell alkalmazni, és erre a társadalmat fel is kell készíteni. Ezt a hitvallást tükrözik a fizikát és a tudományt népszerűsítő írásai. 1960-ban írta nagyhatású népszerűsítő könyvét *Túl az atomfizikán* címmel [24]. Az elemi részecskék fizikájának friss fejleményeiről a világot akkor megosztó és minden területet átható politikai szembenálláson átlépve számolt be, e kutatói közösség nemzetközi kapcsolatrendszerét vonzó életmintaként kínálva a korabeli (és a mai) fiataloknak.

A *Népszabadság*ban 1970-től sorozatban jelentek meg közérthető, optimista kicsengésű tanulmányai: *Változó mennybolt, Úton a csillagok között, Egyetlen világunk, A természet négy arca, A tudás fájának gyümölcse, Földnek adni az ég tüzét, Megváltó változások* [34a–g]. Íme hét karácsonyi cím egy évtized terméséből. Képessége a legkülönbözőbb arcélú politikusoknak támogatóként való megnyerésére különösen lenyűgöző volt a kilencvenes évek demokratikus kavalkádjában, amikor a társadalmi modernizáció ügyében tett kezdeményezéseit egyéb politikai ügyekben élesen szembenálló ellenfelek egyaránt szimpátiával fogadták [35].

A MARSLAKÓK

Az Eötvös Társulat adott háttérrel az 1970-es évektől Marx György egyszemélyes tudományos nemzetegyesítési akcióinak. Kedvenc okfejtésében a sajátos magyar kreativitás forrását a XX. században a magyarságot ért történelmi sorsfordulókra és az egymást gyors ütemben váltó, szögesen ellentétes „örök igazságokhoz” való alkalmazkodásra vezette vissza. A külföldre szakadt világhírű magyar tudósok hazai kapcsolatainak megerősítésére irányuló erőfeszítéseinek első sikerét Szent-Györgyi Albert gólyavári előadása jelentette. Gábor Dénes, Kürti Miklós meghívása, Wigner Jenő gyakori hazalátogatásai, majd Teller Ede profétai fellépése után Hevesy György és Szilárd Leó „hazatérésének” (hamvaik hazahozatalának) megszervezésével teljesítette ki azt a törekvését, hogy visszaadja a magyaroknak saját teljesítményükbe vetett hitüket. Megpróbálta ráébreszteni a társadalmat arra, hogy ha a XX. század elejének magyar oktatása az egész világ sorsát meghatározó lángelméket tudott képezni, akkor ez a lehetőség a mai Magyarországnak számára is nyitva áll [36], csak megfelelő módon kellene sáfárkodni a tehetségekkel. A főszereplők mellé olyan fantasztikusan érdekes „epizodistákat” talált, mint Arthur Koestler, Elie Wiesel, Harsányi János vagy Milton Friedmann. A fiatalabbak közül tisztelettel fogadta Marx közeledését ifjabb Simonyi Károly, a Word szövegszerkesztő atyja, és Gróf András, a mikroprocesszorgyártó-óriás, az Intel vezérigazgatója is.

Csak kívánhatjuk, hogy a XXI. század magyarsága fogadja meg útmutatásait, és tegye magáévá Marx Györgynek a szellem kiemelkedő alkotói köré épített, korlátozás nélkül nyitott nemzetfelfogását. Vajon akad-e egyhamar Marx Györgyhez mérhető képességű kommunikátora a természettudományoknak, a társadalomnak felelős kutatás és a tudományra épülő társadalmi jólét ügyének, aki magyarul szól hozzánk, és aki büszkévé tesz bennünket, hogy magyarul szólhatunk?

Marx Györgynek a jelen életrajzban hivatkozott művei

A teljes bibliográfia a *Fizikai Szemle* 2003. januári emlékszámában található. Az ott olvasható lista 43 könyvet, idegen nyelven 109 szaktudományos, 63 oktatásfejlesztéshez kapcsolódó, 78 tudománytörténeti publikációt, magyar nyelven 553 tudományos cikket, esszét, tudománynépszerűsítő cikket, interjút és egyéb sajtóban megjelent írást sorol fel. A jelen válogatásban újraközölt műveket, illetve azokhoz kapcsolódó más műveit * jelöli.

- 1 A nagy számok története – *Búvár* 9 (1943) 280.
- 2 *Nemstatikus gravitációs terek* – Eötvös Egyetem, Budapest (1950) 62 oldal.
- 3 G. Marx, G. Györgyi: Der Energie Impuls-Tensor und ponderomotorischen Kräfte in Dielektrika – *Acta Physica Hungarica* 4 (1954) 213–242.
- 4 G. Marx, K. Nagy: Der Energie-Impuls-Tensor der Strahlung in Dielektrika – *Acta Physica Hungarica*, 4 (1955) 297–300.
- 5 Relativistic Effects in Heavy Nuclei – *Nuclear Physics*, 1 (1956) 660–669.
- 6* Die Wechselwirkung der Elementarteilchen und die Erhaltungssätze – *Acta Physica Hungarica*, 3 (1953) 55–58.
- 7 *Relativisztikus dinamika* – MTA, Budapest (1956) 82 oldal.
- 8 Yashunori Fujii, G. Marx: Meson decays as possible tests for a strong C violation – *Physics Letters*, 17 (1965) 75–77.
- 9 Model with Superconductive Solution in Quantum Field Theory – *Acta Physica Hungarica*, 14 (1962) 27–36.
- 10 J. Kuti, G. Marx: Model with Superconductive Solution in Quantum Field Theory – *Acta Physica Hungarica*, 17 (1964) 125–156.
- 11 J. Kuti, G. Marx: Scalar field with ground state of decreased symmetry – *Nuovo Cimento*, 35 (1964) 155–157.
- 12 J. Kuti, G. Marx: Broken symmetries in the two Goldstone models – *Acta Physica Hungarica*, 19 (1965) 67–83.
- 13* G. Marx, N. Menyhárd: Über die Perspektiven der Neutrino-Astronomie – *Mitteilungen der Sternwarte Budapest*, 48 (1960) 1–13.

- 14* G. Marx, N. Menyhárd: Cosmic Neutrino Radiation – *Science*, 131 (1960) 299–300.
- 15 I. Fodor, S. Kövesi-Domokos, G. Marx: Neutrino Density of the Universe and Cosmology – *Acta Physica Hungarica*, 17 (1964) 171–184.
- 16 G. Marx, T. Nagy: Photoneutrino Production in Degenerated Gases – *Acta Physica Hungarica*, 63 (1976) 141–154.
- 17 G. Marx, J. Németh: The Role of Photoneutrinos in the Evolution of Stars – *Mitteilungen der Sternwarte Budapest*, 52 (1963) 1–12.
- 18 G. Marx, I. Lux: Geophysics by Neutrinos – *Czechoslovak Journal of Physics*, Praha B19 (1969) 1471–1479.
- 19 I. Lux, G. Marx: Hunting for Soft Antineutrinos – *Acta Physica Hungarica*, 28 (1970) 63–70.
- 20 É. Gajzágó, G. Marx: Energy Differences in Mirror Molecules – *Proc. „Neutrino’74” Pennsylvania*, American Institute of Physics, New York (1974) 93–100.
- 21 D. Dearborn, G. Marx, I. Ruff: A Classical Solution for the Solar Neutrino Puzzle – *Progress in Theoretical Physics*, Kyoto 77PL/1 (1987) 12–15.
- 22* A. S. Szalay, G. Marx: Neutrino Rest Mass from Cosmology – *Astronomy and Astrophysics*, Amsterdam 49 (1976) 437–441.
- 23* Interstellar Vehicle Propelled by Terrestrial Laser Beam – *Nature*, 211 (1967) 22–23.
- 24 *Túl az atomfizikán* – Gondolat, Budapest (1960) 278 oldal.
- 25 Békéssy A., Freud G., Károlyházy F., Marx Gy., Nagy K.: *Elméleti fizikai feladatok* – Tankönyvkiadó, Budapest – 1. kiadás (1951) 501 oldal; 2. kiadás (1962) 528 oldal.
- 26 *Kvantummechanika* – Műszaki Könyvkiadó, Budapest – 1. kiadás (1957) 296 oldal; 2. kiadás (1965) 416 oldal; 3. kiadás (1971) 291 oldal.
- 27 Károlyházy F., Marx Gy., Nagy K.: *Statisztikus mechanika* – Műszaki Könyvkiadó, Budapest (1965) 360 oldal.
- 28* Weak Interactions outside the Laboratory – *Acta Physica Austriaca Supplementum*, Vienna 13 (1974) 569–594.
- 29 K^0 and CP – a review – *Fortschritte der Physik*, Berlin 72 (1967) 675–740.
- 30 *Életrevaló atomok* – Akadémiai Kiadó, Budapest (1978) 320 oldal.
- 31a Tóth E., Holics L., Marx Gy.: *Atomközelen* – Gondolat Könyvkiadó, Budapest (1980) 297 oldal.
- 31b Bakányi M., Fodor E., Marx Gy., Sarkadi I., Tóth E., Ujj J.: *Fizika a gimnáziumok I. osztálya számára* – 151 oldal (első kiadás: 1981).
- 31c Gecső E., Maróthy L., Csom Gy., Marx Gy., Tóth E., Sükösd Cs.: *Nukleáris ismeretek* – OOK, Veszprém (1989) 172 oldal.
- 32 Berend T. I., Császár A., Marx Gy., Nádori L., Poszler Gy., Szentágothai J., Szépe Gy., Szűcs E.: *Műveltségkép az ezredfordulón* – Kossuth Könyvkiadó, Budapest (1980) 237 oldal.
- 33* Gyorsuló idő – *Új Írás* 8 (1968) 69–73.
- 34a Változó mennyiből – *Népszabadság* (1969) december 25.

- 34b* Úton a csillagok között – *Népszabadság* (1971) december 25.
34c Egyetlen világunk – *Népszabadság* (1973) december 25.
34d A természet négy arca – *Népszabadság* (1976) december 23.
34e A tudás fájának gyümölcse – *Népszabadság* (1977) december 25.
34f* Földnek adni az ég tüzét – *Népszabadság* (1978) december 24.
34g Megváltó változások – *Népszabadság* (1980) december 25.
35* Marx Gy., Náray-Szabó G. (szerk.): *Modernizációs Charta '97* – MTESZ (1997) 24 oldal.
36 *A marslakók érkezése* – Akadémiai Kiadó, Budapest (2000) 422 oldal.