

rofizikai csoportjának tevékenységét. *Franz Käppeler* a karlsruhei nukleáris asztrofizika csoport vezetője az asztrofizikai *s*- és *p*-folyamat kapcsolatáról tartott előadást. *Claus Rolfs*, a bochumi egyetem professzora a csillagfejlődést meghatározó egyik magreakció, a $^{12}\text{C} + ^{12}\text{C}$ fúzió vizsgálatának új eredményeiről számolt be. *Claudio Spitaleri* Cataniából egy olyan mérés eredményeit mutatta be, amelyet olasz kutatók az ATOMKI ciklotron gyorsítóján végeztek el. *Hanns-Peter Trautvetter* pedig a LUNA föld alatti laboratóriumban végzett új mérésekről beszélt, melyek érdekessége, hogy ezek technikai feltételeit az ATOMKI biztosította.

A délutáni szekció során *Kiss Ádám* az MTA Magfizikai Bizottsága nevében köszöntötte Somorjai Endrét. Két előadás az ELTE kutatóitól a nukleáris asztrofizika elméleti és kísérleti eredményeit mutatta be: *Csótó Attila* a fizikai állandók kismértékű változásának hatásairól beszélt, *Horváth Ákos* pedig a neutrondetektálás modern lehetőségeit tekintette át. Az előadás-sorozatot *Kiss Gábor* előadása zárta, bemu-



Franz Käppeler (Karlsruhe) és az ünnepelt Somorjai Endre

tatva az asztrofizikai *p*-folyamat kísérleti vizsgálatának ATOMKI-ban kifejlesztett módszereit.

Boldog Születésnapot, Bandi!

Fülöp Zsolt

MTA ATOMKI, Debrecen

EMLÉKEZÉS AZ ELTE TTK ELMÉLETI FIZIKAI TANSZÉKÉNEK EGYKORI TANÁRAIRA

Abonyi Iván

ELTE TTK Elméleti Fizikai Tanszék

Tragikus véletlen folytán a Tanszék négy egykor volt nagyszerű tagja születésének/halálának kerek számú évfordulója van. Ez inspirált, hogy visszaemlékezem a Tanszék, illetve a fizikus társadalom életében betöltött szerepükre.

Novobátczy Károly, *Neugebauer Tibor*, *Fényes Imre* és *Marx György* tanárim voltak. Pályám indulásakor döntő hatással voltak rám. Lenyűgöző szakmai tudásuk, emberi méltóságuk és az a sajátosan egyéni mód, ahogyan tanítványukat, majd fiatal kollégájukat kezelték. Nem csak szakmai szempontból volt jelentősége annak, ahogy tanítottak. Hosszú időn át emberi viselkedésük is sajátos példaként lebegett szemem előtt.

Novobátczy Károly és Neugebauer Tibor mindvégig megmaradt a szeretve tisztelt „Professzor Úr” példamutató szintjén. Abban a szerencsében volt részem, hogy az idők folyamán előbb Marx György, később – és rövidebb ideig – Fényes Imre volt rám rendkívüli hatással. Eleinte mint képzésemet irányító „fiatalabb tanárok”, később pedig olyan mesterek, akik beavatkozás nélkül segítettek a fiatalabb kolléga fejlődését, miközben beavattak kutató és pedagógiai hitvallásukba, részt adtak társadalmi jellegű munkájukból. Ezért érzem most nagy megtiszteltetésnek, hogy e különleges alkalommal, amikor egy naptári évben emlékezhetünk mindegyikőjük valamilyen jeles évfordulójára, éppen engem kértek meg e sorok megfogalmazására.

Novobátczy Károly

1884. március 3. – 1967. december 20.

Temesváron született, egyetemi tanulmányait Budapesten végezte matematika-fizika szakos tanárjelöltként. Többek között *Eötvös Loránd* is tanította. Ifjú tanárként Máramaroszigeten kezdte működését. Az I. világháborúban tüzerbiztos volt a Monarchia hadseregében. A katonaság éveit tartásában kitörölhetetlen nyomot hagyta. A háború utáni években Budapestre került, a Kölcsey Gimnáziumban tanított negyed évszázadnyi ideig, itt lett szakfelügyelő is.

Tudományos tevékenységét három irányban kötelezték el fiatalkori benyomásai. Mindvégig lelkes híve volt *Maxwell* elektrodinamikájának. A szeméi előtt játszódtak le *Max Planck* erőfeszítései a termodinamika és a statisztikus mechanika területén. Úgyszólván tanúja lehetett a relativitáselmélet megszületésének és gyors kifejlődésének. Ezeken a területeken kezdte meg az idők folyamán saját kutatómunkáját is.

Középiskolai tanárkodása mellett szerepet kapott az Eötvös Kollégium előadói között is. Ebben az időben kutatásai az általános relativitáselmélet területére estek, az elektromágneses erőter és a gravitációs erőter egységbe foglalásával kapcsolatos eredményeit publikálta. De a harmincas évek nagyszerű próbálkozásából – az erőterek kvantumelméletéből – is kivette részét. A kvantummechanikát és az elektromágneses

erőter fizikáját összekapcsoló kvantum-elektrodinamikában elért eredménye – az, hogy a kvantálás a Lorentz-feltétel nélkül is elvégezhető (*Zeitschrift für Physik* 111 (1938) 292) – még a modern kézikönyvekben is hivatkozott állítás, megőrizte aktualitását.

Amikor a II. világháború végén *Ortvay Rudolf* sajnálatos halálával a Pázmány Péter Tudományegyetemen (az ELTE jogelődjén) az Elméleti Fizikai Tanszék vezetőjének állása megüresedett, az akkor 61 éves Novobátczy Károlyt hívták meg egyetemi tanárnak. Mások ebben az életkorban már nyugdíjas éveikre gondolnak. Novobátczy azonban fiatalos, „katonás” lendülettel vette kezébe az elméleti fizika oktatásának újjászervezését. A már Ortvay által is modernizált tananyagot átformálta a 20. század közepének megfelelő alakra. A mechanika terén ez azt jelentette, hogy részei lettek a tananyagnak a mechanika elvei, a kanonikus formalizmus. Az elektrodinamikában a Maxwell-elmélet felépítése kapott fő szerepet. (Az anyagszerkezeti modellekre épülő alkalmazások hamarosan egy elkülönült félév Neugebauer Tibor elképzelései szerinti programjába kerültek az optikával együtt.) A fő irány a kvantummechanika új hangszerelése, majd a termodinamika Planck nyomán történő összefoglalása és a statisztikus mechanika átdolgozása volt. Speciális előadása a relativitáselmélet volt, ennek első kézírata 1947-ben a Mérnöki Továbbképző Intézetnél meg is jelent, majd egy átdolgozott, bővített kiadás készült, 1957-ben az egyik első „egyetemi tankönyv” köteteként.

Az elméleti fizika tanításában Novobátczy Károly új hangja, előadási stílusa fogalom lett. Kristálytiszta logikájú előadásait még ebben az életkorban is mindig fejből tartotta, csak nagy ritkán vette elő tárcájából az apró papírra vetett emlékeztetőjét, hogy a feladatok, számítások végeredményét ellenőrizze. Az előadás mindig makulátlan tisztaságú, nyomdakész megfogalmazású, mégis egyszerű, igazán ékes, szabályos magyar nyelvű szöveg volt. Az előadások után hosszú ideig tartó „álló kollokvium” részesei lehettek azok a munkatársak, akiknek éppen nem volt órájuk. Amikor vége lett a tudományos beszélgetésnek, bizony alig tudtuk „elmacskásodni” lábainkat megmozdítani – Rajta nem látszott fáradtság.

A fiatal tanszemélyzet, mely az egyetemen körülötte kialakult, lényegében az általa nevelt ifjak közül verbuválódott. Kezdetben néhányan a matematika felé orientálódtak (*Freud Géza*), néhányan az első évtized során külföldre mentek (*Baróthy Jenő*, *Forró Magdolna*). 1956-ban is többen távoztak (*Szamosi Géza*, *Román Pál*, *Muray Gyula*). Igazán kedves „szellemi gyermekei” Marx György, *Nagy Károly*, *Károlybázy Frigyes* és *Szabó János* együtt dolgoztak vele az oktatásban.

Szinte hihetetlen energiájából ebben az életkorban még érdemi kutatásra is futotta. Érdekes volt a szigetelők (dielektrikumok) relativisztikus elektrodinamikájáról bizonyára már korábban elért eredménye, melynek publikálására a II. világháború éveitől valami miatt nem kerülhetett sor. Ezt az 1949-ben indult *Acta Physica Hungarica* oldalain publikálta. Ez olyan témát



Az Elméleti Fizikai Tanszéknek egykoron otthont adó „D” épület a Trefort-kertben.

vetett fel, melynek továbbfejlesztésében az akkori fiatal munkatársak csaknem valamennyien nagyot alkothattak. Ez az a kérdés volt, hogy a relativisztikus elektrodinamikát dielektrikumokban *Max Abraham* vagy *Hermann Minkowski* felfogásából kiindulva kell-e felépíteni. Novobátczy megmutatta, hogy az Abraham-féle felépítésből jó megoldás következik, míg Minkowskiéből nem. A fiatalok ezt az eredményt például a mágnesekre (Marx), a kísérleti bizonyítékok esélyeire (*id. Györgyi Géza*) általánosították, Nagy Károly pedig a sugárzáselméletet dolgozta ki dielektrikumokra. Novobátczy kései éveinek a kvantummechanikára vonatkozó érdekes eredményei jelentek meg például a statisztikus sokaságról, illetve a Schrödinger–Gordon-egyenletről szóló dolgozataiban (1952).

Számos dolgozata jelent meg az elméleti fizika módszertani eszközeiről (tenzorkalkulusról és variációszámításról) is. Fizikatörténeti vonatkozású tanulmányai (*Max Planck*, *Frédéric Joliot-Curie*, *Galilei* stb.) kötetben is napvilágot láttak.

Legutolsó munkája, a *Strahlungs- und Gasstatistik* (A sugárzás és a gázok statisztikája), 1958-ban jelent meg a *Max Planck Festschrift* emlékkötet oldalain. A tanulmányban azt mutatta meg, hogy a sugárzás (a fotongáz) statisztikus mechanikája kidolgozható anélkül is, hogy a fotonokat részecskének tekintenénk. Sőt, a He-atomokat sem kell részecskének tekinteni, a Tisza-féle egyenletek a szuperfolyékonyságra így is levezethetők.

Novobátczy Károly munkásságát sok kitüntetés ismerte el. Kossuth-díj 1949-ben, 1953-ban; Oktatásügy Kiváló Dolgozója 1952-ben, polgári kitüntetések, majd az MTA levelező tagja (1947), rendes tagja (1949), Akadémiai Aranyérem (1962), az ELTE díszdoktora (1954). Nem zárkozhatott el a közéleti szerepléstől sem: az ELFT elnöke (1949), majd tiszteletbeli elnöke volt. A MTA alelnöke tisztséget is viselte (1958).

Társulatunk az Ő emlékének ápolására „Novobátczy Károly Díj”-at alapított az elméleti fizika terén jelentős eredményeket elért tagjai számára.

Sok fizikus- és tanárgeneráció őrzi hosszú életű, kiváló professzora emberi, kutatói és tanári példájának emlékét. Talán nem túlzunk, ha azt hisszük, Neki a Tanszék dolgozóinak és a tanítványoknak a szeretete és megbecsülése számított igazán.

Halálának negyvenedik évfordulóján emlékezünk Rá. 1967. december 20-án hunyt el.

Neugebauer Tibor

1904. május 30. – 1977. január 8.

Budapesten született, tanulmányait is itt végezte. 1935-ben a budapesti egyetemen magántanári címet szerzett. Tudományos működését 1930-ban kezdte, a nemrég kialakult kvantummechanika atomfizikai alkalmazásával. 1936-ig 16 dolgozata jelent meg, ebből 13 a *Zeitschrift für Physik* oldalain. Ezek tárgya: a NO molekulaspektroszkópiája, a Kerr-effektus, a kettőtörés kvantummechanikája, a KCl rácsállandója, a HCl-molekula tulajdonságainak kvantummechanikai magyarázata, a polarizációs energia számítása kristályokban stb.

A fiatal magántanár a BME Könyvtárában kapott állást – ami tulajdonképpen nagy szó volt abban az időben, amikor nehéz volt álláshoz jutni egy magántanárnak is. Itt születtek további dolgozatai (szám szerint még 34) a kvantummechanika gyakorlati alkalmazásairól (az alkáli halogenidek ultrabolya abszorpciófrekvenciáiról, egyes kristályszerkezetek molekula- és ionrácsainak stabilitásáról, az elektrolitekről, a nehéz atommagok mágneses nyomatékairól stb.). Ugyancsak ebben az időben kezdődik Neugebauer Tibor két nagy vonzalma: egyrészt a gömbvillám problémaköre iránt, másrészt bizonyos biológiai kérdések fizikai értelmezése iránt. A gömbvillám szerkezetében is lényeges szerepet tulajdonított a kvantummechanikai effektusoknak. Elképzelése szerint ezek csökkentik le a teljesen ionizált plazmagömbben a rekombinációt és teszik lehetővé a plazmagömb pár másodperces fennmaradását. A biológiában a vírusok szaporodására próbálta a kvantummechanika eredményeit alkalmazni.

A II. világháború után, amikor Novobátzky Károly átszervezte az ELTE Elméleti Fizikai Tanszékét, 1950-ben meghívta Neugebauert a tanszékre. Neugebauer Tibor egyetemi tanár lett, sőt 1950-ben Kossuth-díjjal is jutalmazták addigi munkásságát. Csak egy valami nem járt sikerrel: nem sikerült a rendkívül termékeny Neugebauer Tibornak az akadémikusi címet megszerezni.

Az ELTE-n Neugebauer Tibor természetesen főleg az elektrodinamika és az optika azon fejezeteinek a tanításáért lett felelős, amelyek közvetlenül kapcsolódtak közel két évtizeden át folytatott kutatásaihoz. Ennek a tanári munkának lett az eredménye az új elektrodinamika tankönyv, melyben Novobátzky írta az általános Maxwell-elméletek részt, Neugebauer pedig az anyagszerkezeti és optikai fejezeteket. Ez a mű több kiadást is megért, 1957-ben németül is megjelent a Deutscher Verlag der Wissenschaften kiadásában.

Sajátos emberi természete, a zárkózott magatartás mögé rejtett mély emberi érzésekre derült fény, amikor

a tanszék fiataljait meghívta egy állatkerti sétára. Ekkor derült ki legtöbbször számára, hogy a rövidnadrágos, tornacipős, „mezítlábas professzor” a biológiának, az állattannak is elhívatott ismerője. Kiderült, hogy szenvedélyes lepkegyűjtő, aki a lepkéket sajátos interferenciaszínűk miatt tanulmányozza. A biológia iránti érdeklődése a *Búvár* olvasói körében már a 30-as évek során feltűnhetett, de igazában csak a *Fizikai Szemle*ben megjelent tanulmányai mutatták meg, hogy milyen egységben látta Neugebauer a természetet (Repülőbiofizika – Az állatok repülésének aerodinamikai alapjai. *Fizikai Szemle* 18 (1968) 193 – Az élő természet színei. *Fizikai Szemle* 21 (1971) 33 – A gumi termodinamikai rugalmassága, *Fizikai Szemle* 23 (1973) 167).

Beteg édesanyjával élt hosszú évtizedeken keresztül, lehet, hogy zárkózottságát ez is magyarázta. Halála egy váratlan baleset következménye volt. Amikor kinyitották lakása ajtaját kiderült, hogy milyen gazdag is volt ennek az agglegény-tudósnak az élete. Hatalmas könyvtára volt, a fizikai, biológiai, kémiai szakirodalom utolsó évtizedeinek úgyszólván minden elismert kötete ott volt a szekrényekben.

Halálának harmincadik évfordulóján emlékezünk Rá!

Fényes Imre

1917. július 29. – 1977. november 13.

Fényes Imre a Békés megyei Kötegyánban született. Egyetemi tanulmányait a közeli Kolozsváron végezte matematika-fizika tanári szakon, és egyetemi doktorátust is szerzett. A kolozsvári egyetemen kezdett dolgozni, ahol egy ideig *Gombás Pál* volt a tanszék vezető egyetemi tanár. A II. világháború után Fényes Kolozsváron maradt, egyetemi tanár, tanszékvezető lett. 1950-ben települt át Magyarországra, a debreceni egyetem Elméleti Fizikai Tanszékének vezetését bízták rá, docensi minőségben (a román professzori státusát nem fogadták el). 1953-ban Budapestre költözött, az ELTE Elméleti Fizikai Tanszékén docens, majd 1960-ban professzor lett.

Fényes Imrét már tanulmányai vége óta foglalkoztatták a kvantummechanika mintegy negyed évszázada megoldatlan alapkérdései. (Akkori tanszékvezetője, Gombás Pál nem igazán kedvelte, ha munkatársai túlzottan önálló úton jártak, mert neki a kvantummechanikai többszörös probléma és az atom statisztikus elmélete kutatásában minél több társ kellett.) Fényes hamarosan megmutatta, hogy képes komoly elvi problémák megoldására. A kvantummechanika tanulmányozása során rámutatott arra, hogy itt a „klasszikus” szemlélettől idegen, valószínűségi folyamatokról van szó. Kidolgozta a kvantummechanika valószínűségelméleti megalapozását és interpretálását (*Zeitschrift für Physik* 132 (1952) 81). Figyelmet keltett *Werner Heisenberg*ben is, aki később részletesen kitért erre a munkára.

Fényes Imre legmélyebb tudományos ambíciója a termodinamika elméleti megalapozásának következetes véghezvitele volt. Kutatásai és próbálkozásai ebben az irányban már az első időben elkezdődtek. Eredmé-

nyek vezettek el ahhoz a felfogásához, hogy az állapot-határozókból (és nem az áramokból) mint alapmennyiségekből kiindulva kell a termodinamikát megalapozni. Ennek első átfogó jellegű kifejtése *A termodinamika alapjai* című könyvében készült el 1952-re. A könyv az Akadémiai Kiadónál jelent meg nem kisebb tekintélyek, mint *Rényi Alfréd* és *Kónya Albert* pozitív lektori véleménye alapján. Az elkészült kötet azonban a Gombás Pál vezette műegyetemi fizikai intézetben lezajlott vita eredményeként nem került nyilvános forgalomba.

Fényes töretlen ambícióval folytatta kutatásait. 1968-ban megjelent a Műszaki Könyvkiadónál a *Termosztatika és termodinamika* című monográfiája, melyben eddigi eredményeit és akadémiai doktori értekezését összefoglalva publikálta az új rendszerű termodinamikai elméletet. Ennek lényeges új elemei – többek között – a főtételek megfogalmazása, a Le Chatelier–Brown-elv, az exergia fogalom tárgyalása az irreverzibilis folyamatok termodinamikájában.

Oktatói és fizikusi tevékenységének lényeges tulajdonsága a fogalmi tisztaságra törekvés, melyben sokszor egészen az alapító atyák alkotásaiig visszament. Ennek nevezetes tanúsága a szerkesztésében – és sok fejezetének saját megfogalmazásában – készült *Modern fizikai kisenciklopédia* (Gondolat, 1971), melynek társszerzői közé *Erdélyi Sándort*, *Hargittai Csabát*, *Nagy Tibort*, *Pataki Györgyöt*, *Székely Sándort*, *Szépfausz Pétert*, *Vasvári Bélát* és *Zawadowski Alfrédot* nyerte meg.

Mindig foglalkoztatta, hogyan lehetne a tágabb közönség, a más iránt elkötelezettek számára is közkinccsé tenni a modern fizikai megismerés legáltalánosabb vonásait. Ennek megnyilvánulása a *Fizika és világnézet* című kötet (Kossuth Könyvkiadó, 1966) és tulajdonképpen hatyúdala, *A fizika eredete* című mű (Kossuth Kiadó, 1980). Mint a megjelenés évszáma is mutatja, ennek nem jutott már a végére. 1977. november 13-án szívinfarktusban meghalt. A művet – fellejegyzései alapján – Erdélyi Sándor fejezte be.

Fényes Imre sajátos előadó volt az egyetemen. Hallgatói szerették, bár előadás közbeni elkalandozásai – amelyek különben mindig érdekes és kapcsolódó történelmi és filozófiai kérdéseket érintettek – nem mindig segítettek a hallgatókat az elmélyült tanulásban. Mélységesen érzékeny emberi magatartása azonban mindig megtalálta útját a partnereihez.

Születésének kilencvenedik, halálának harmincadik évfordulóján emlékezünk Rá.

Marx György

1927. május 25. – 2002. december 2.

Budapesten született, az Evangélikus Gimnáziumban érettségizett. A Pázmány Péter Tudományegyetemen kezdte meg tanulmányait a matematika-fizika tanárszakon, különös érdeklődése a kémia és a csillagászat iránt is megmutatkozott. Az Elméleti Fizikai Tanszék demonstrátoraként kezdte meg élethosszig tartó kapcsolatát az Egyetemmel, 1948–1970 között az elméleti, 1970–2002 között az atomfizikai tanszéken. Pro-

fesszori kinevezése 1964-ben történt, emeritus professzor 1997-ben lett.

Kutatói pályafutása egyetemi doktori értekezésével kezdődött (*Nemstatikus gravitációs erők*. ELTE 1950). Az Elméleti Fizikai Tanszéken Novobátczy Károly „legidősebb szellemi gyermeke” hamarosan bekapcsolódott a relativisztikus elektrodinamika kutatásba (A mágnesek relativisztikus elektrodinamikája, 1951–52) és a dielektrikumok elektrodinamikájának konzekvens kiépítésébe, ez a Novobátczy által megnyitott úton sok értékes eredményhez vezetett. De csakhamar felerősödtek Marx Györgyben az elemi részek fizikája iránti vonzalmak. Egy összefoglaló jellegű cikk elkészítése kapcsán ismerte fel a leptontöltés megmaradásának elvét (1951), melyet Kossuth-díjjal tüntettek ki.

Egyetemi előadásai rendkívül érdekesek voltak. Olyannyira, hogy számos esetben meglehetősen tematikai átalakítást kellett végeznie, mert az érdeklődő hallgatóság túl fiatalon kívánt megismerkedni a kérdéskörrel. Ez történt a *Klasszikus sugárzáselmélet* című speciális előadásával. A legfontosabb, legnagyobb jelentőségű előadássorozata az 1959-es *Az elemi részek kölcsönhatásának kvantumelmélete* című jegyzetben is megjelent, éveken keresztül téve lehetővé a fiataloknak a legaktuálisabb területre a behatolást.

Szakmai fejlődése igen széles skálán bontakozott ki. Kutatómunkájában a relativitáselmélet fő helyet foglalt el. A kezdeti eredmények során hamar felismerte, hogy a relativisztikus dinamika kifejtése Einstein, Minkowski, Planck kezében mintha elakadt volna, hiszen akkor még az atommagfizika új világa teljesen ismeretlen volt, később pedig úgyszólván minden érdeklődés a kvantumfizika felé fordult. A relativisztikus dinamika körültekintő, részletes kifejtése képezte ezért az akadémiai doktori dolgozata tárgyát (1956). A fizika egyetemi tanításában okvetlenül szükségesnek tartotta a kvantummechanika olyan megfogalmazását, amely az elmélet teljesítőképességének sokoldalú bemutatását szolgálja (3 magyar kiadás 1957–1971, orosz kiadás: 1962). Később sor került *Életrevaló atomok* címen egy olyan hangszerelésű könyvre is, amely az életfontosságú vegyületek szerepében mutatja meg a kvantummechanikai gondolkodás döntő lépéseit (1978) úgy, hogy az elvek nemcsak fizikusok, hanem vegyészek és biológusok számára is hozzáférhetőek legyenek.

Az elemi részek fizikája iránt érzett olthatatlan szeretet a neutrínófizika szerepének feltárásában mutatkozott meg Marx Györgynél. *Menyhárd Nórával* (1960) írt cikke után bekövetkezett kutatásai megnyitották az utat a neutrínófizika kozmikus szerepének tárgyalása és Marx György nemzetközi neutrínó-karrierje előtt. Ehhez fűződött a balatoni neutrínó-konferenciák sora, amelyekre Marxnak sikerült a „vasfüggöny” mögé elhívni a világ élvonalbeli kutatóit.

Alig hinnénk – ha nem lettünk volna szemtanúi –, hogy Marx György érdeklődése milyen széles körű volt. Persze, minden csillagász-szimpatizánst tűzbe hozott az űrutazás gyakorlattá válása (1957). A magyarországi asztronautikai egyesület 1963-ban lett a Nemzetközi Asztronautikai Federáció tagja, ezután

nem sokkal Marx Györgyöt is beválasztották a *Kármán Tódor* alapította Nemzetközi Asztronautikai Akadémia tagjai sorába – egy sor elvi asztronautikai tárgyú cikke megjelenése után.

Marx György hihetetlenül tág spektrumú működése – ami még munkatársait is meglepheti, de elég, ha lelkiismeretesen átnézik a *Fizikai Szemle* 53 (2003) első számában kiadott *Marx György publikációi* című gyűjteményt – fő irányát tekintve mégis a hazai köznevelés, szakmai nevelés, modernizálás, a haza előkészítése a jövő feladataira. Mint az ELFT-nek újjáalakulása (1950) óta alapító tagja, a *Fizikai Szemle* 1958 óta főszerkesztője, hihetetlen energiával küzdött azért, hogy a „Lap” és az „Egyesület” be tudja tölteni társadalmilag fontos szerepét: a fizika tanárainak állandó mozgósítását és tájékoztatását. Azután, hogy 1976-ban főtitkárrá választotta a Társulat tagsága, megnőtt, megsokszorozódott a taglétszám, a szakmai tevékenység, a szakcsoportok száma.

ATOMOKTÓL A CSILLAGOKIG

SEJTEK ÖNSZERVEZŐDÉSÉNEK FIZIKÁJA

Czirók András
ELTE TTK, Biológiai Fizikai Tanszék

Önszerveződés és kollektív viselkedés

Egy sok alkotóelemből álló rendszert általában legalább két szerveződési szinten vizsgálhatunk. Az alkotóelemek és a köztük fennálló kölcsönhatások alkotják a *mikroszkopikus* szintet. A rendszer egészének viselkedését egy *makroszkopikus* leírással jellemezhetjük, ami a mikroszkopikus leírástól lényegesen különböző fogalmakat használ. Egy klasszikus fizikából vett példával élve, a nemesgázokat a mikroszkopikus szinten jó közelítéssel az atomok között ható van der Waals-kölcsönhatás és a Lennard-Jones-potenciál írja le. Makroszkopikus szinten a gázt termodinamikai állapotjelzőkkel és a köztük fennálló állapot-egyenlettel jellemezzük. A két szint között a statisztikus fizika teremti meg a kapcsolatot. A mikroszkopikus és makroszkopikus leírások együttes alkalmazása – esetleg további szerveződési szintekkel bővítve – számos, nem fizikai rendszer esetén is célravezetőnek bizonyul. Így, különböző fogalmakkal dolgozik a szerves kémia, a biokémia, a sejtbológia és a szövettan. A mikroszkopikus, makroszkopikus jelzőket az alábbiakban ilyen értelemben, két különböző szerveződési szint megkülönböztetésére fogjuk használni.

Általában egy rendszer makroszkopikus viselkedése nem következik egyszerűen az alkotóelemek mikroszkopikus kölcsönhatásainak ismeretéből. A két szerveződési szint kapcsolata, a mikroszkopikus kölcsönhatások következtében megjelenő makroszkopi-

kus viselkedés, az *önszerveződés*, sokszor intenzív kutatás tárgya. *Kollektív viselkedés* alatt általában ennek az általános problémának a következő speciális, egyszerűbb esetét értjük. Ha a rendszert sok hasonló alegység építi fel, akkor az alkotóelemek kollektív viselkedése a köztük ható kölcsönhatások miatt alakul ki, és lényegesen különbözik attól, amit a kölcsön nem ható elemek mutatnának.

Marx György az MTA levelező (1970), majd rendes tagja (1982) volt.

Még oldalakat írhatnánk arról a több mint fél évszázadról, melynek során Marx György munkásságának tanúi lehettünk. Nehezen felülmúlható szakember, szinte valószínűtlenül nagy munkabírású egyéniség volt. Megtiszteltetés számomra, hogy egyik mesteremnek tekinthetem.

Születésének nyolcvanadik évfordulóján emlékezünk Rá.

Az autópályán spontán kialakuló sűrűség-hullámok és tranziens forgalmi dugók jó példák a nem fizikai rendszerben fellépő kollektív viselkedésre. A rendszert mikroszkopikus szinten az egymás után haladó autók alkotják. Dinamikájukat részben fizikai törvények, részben a vezetők preferenciái és reakciói határozzák meg. Makroszkopikus szinten a rendszert hidrodinamikai változókkal, azaz sűrűség- és sebesség-térrel írhatjuk le. A spontán forgalmi dugók nagy sűrűség esetén alakulnak ki – egyfajta instabilitásként – az autók közötti kölcsönhatások „melléktermékeként”. Nyilvánvaló, hogy a bedugult állapot lényegesen különbözik a vezetők (mikroszkopikus szintű) preferenciáitól.

A fizikán kívüli önszervező jelenségek tanulmányozása azonban több ponton különbözik a fizikában megjelenő kollektív jelenségek vizsgálatától. A fizikai rendszereknél általában már jól ismerjük a kölcsönható egységeket – a mikroszkopikus szintet – és így elegendő csak a speciális, kollektív makroszkopikus jelenséget vizsgálni. Ezzel szemben a biológiában általában