

tás elméletét, amiben az elektromágneses tér új arcú-lata jelenik meg: a vektorpotenciál négyes vektortér formájában, a térerősségek tenzortér alakjában. S harcokkal teli bő évtized után az is kiderül, hogy a gravitáció sem (Galilei-invariáns) skalártér, egyetlen skalár gravitációs potenciállal, hanem (négyes) tenzortér, a négy dimenziós Riemann-térben.

S gondoljunk bele, hogy milyen messzire ható szerepet játszott ebben a fejlődésben Max Planck „parányi” felfedezése: az $E = mc^2$ megállapítása az elektrodinamikában!

Ezért aztán egyáltalán nem véletlen, hogy Albert Einstein (5. ábra) korszakalkotó cikke [4], a *Mozgó testek elektrodinamikája* – ami köztudottan a speciális relativitáselmélet hivatalos nyitányává vált – éppen a Maxwell-egyenletekkel kezdődik [1]. Einsteinnek az a cikke [5], amiben az $E = mc^2$ állítást megfogalmazta az elektrodinamikában, hosszabb kutatómunkára serkentette Max Planckot az állítás általánosításának bizonyítására.

Irodalom

1. J. C. Maxwell: *Treatise on Electricity and Magnetism I., II.* Clarendon Press, Oxford, 1873.
2. Zemplén Győző: *Az elektromosság és gyakorlati alkalmazásai.* (A Természettudományi Társulat könyvsorozatának 82. kötete, Budapest (1910) 884.
3. Novobátzky Károly, Neugebauer Tibor: *Elektrodinamika és optika.* Egyetemi tankönyvkiadó, Budapest, 1952.
Nagy Károly: *Elektrodinamika.* Tankönyvkiadó, Budapest, 1967.
Hevesi Imre: *Elektromosságtan.* Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1998.
Litz József: *Elektromosságtan és mágnességtan.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1998. (Ez a könyv tartalmaz utalást az $E = mc^2$ törvényre.)
Litz József: *Fizika II. – Termodinamika és molekuláris fizika – Elektromosság és mágnesség.* Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2005.
4. Albert Einstein: Elektrodinamik bewegter Körper. *Annalen der Physik* 4/18 (1905) 891–921. – magyarul: A. E.: *Mozgó testek elektrodinamikája, válogatott tanulmányok.* Gondolat Kiadó, Budapest, (1971) 55–73. – A. E.: Válogatott írásai. *Principia Philosophiae Naturalis* 4. Typotex Kiadó, Budapest (2005) 81–103.
5. Albert Einstein: Relativitätsprinzip geforderte Trägheit der Energie. *Annalen der Physik* 4/23 (1907) 371–384.

A FIZIKA TANÍTÁSA

»ILYEN A FIZIKA – AZ EMBER MEGFIGYEL ÉS TANUL«

A romániai Nagyváradon *Bartos-Elekes István* fizikatanár minden év őszen nemzetközi fizikaversenyt rendez. Minden gimnazista részt vehet rajta. Németországból is szívesen fogadnak diákokat.

Nagyváradon az Ady Endre Gimnázium nehéz, fából készült bejárati ajtói nyikorognak. Az embernek erő kell a kinyitásukhoz. Ezeket az ajtókat Bartos István már számtalanszor kinyitotta. Több mint 20 évig tevékenykedett ebben az iskolában, mint fizikatanár. A 244 éves épület a városközpontban van, az állami színház mögött. Közvetlen közelében fekszik a sétálónegyed, kellemes kávézókkal és kis üzletekkel.

A gimnázium és a fizika a nyugdíjban sem ereszti el Bartos Istvánt. Még mindig kapcsolatban van az iskolával. Az aulában még mindig köszönti őt *Ady Endre* mellszobra, azé a költőé, aki Magyarországon és a jelentős magyar lakossággal bíró Nagyváradon is hírességnek számít, és aki az intézmény névadója.

A München melletti Max Planck Kvantumoptikai Intézet *Photonworld* internetes folyóiratában megjelent egy beszámoló a Schwartz-versenyről és a *Bartos-Elekes István* által létrehozott Fizikumról (<https://www.photonworld.de/nc/en/magazin/artikel/so-ist-physik-man-beobachtet-und-lernt/aseite/1.html>). A szokásos német-angol változat mellett lefordították magyarra is (<https://www.photonworld.de/nc/en/magazine/article/ilyen-a-fizika-az-ember-megfigyel-es-tanul/aseite/1.html>). Ezt az írást közöljük, bemutatva Bartos-Elekes István majd negyedszázados munkájának eredményét.

Bartos Istvánnak jó kedve van. Előző nap itt zajlott le az általa sikeresen szervezett fizikaverseny. Több mint 50 diák jött el, hogy szembenézzen azokkal a feladatokkal, amelyeken Bartos István előtte 3 hónapig dolgozott. Még ugyanazon az estén – a meghívott neves tudósok előadásaival tarkítva – megtörtént a győztesek kihirdetése. Ebben az évben Bartos István egy új vendéget is köszöntött, *Krausz Ferenc* professzort, Münchenből. Az ultrarövid időskálán lezajló folyamatokkal foglalkozó fizikus bemutatta a diákoknak és a tanároknak az attoszekundumos fizikát. Azt a kutatási területet, ahol a tudósok a lézertechnológia segítségével bepillantást nyernek a mikrokozmosz mélységeibe és felderítik az elektronok viselkedését.

Most, a verseny utáni napon Krausz és a vendéglátója a gimnázium patinás fizikatermében meghitten üldögélnek. Itt tanított Bartos István, itt érzi jól magát. A faburkolattal ellátott falakon stroboszkópos technikával készült fényképek lógnak. Felettük egy régi, képcsöves monitor trónol, ez a számítógép-vezérelt iskolacsengő, még 1991-ből. A bejárati ajtó mellett a gravitációs gyorsulás meghatározására szolgáló, maszszív kísérleti szerkezet függ. És Bartos István gyorsan mesélni kezd.

„Ebben az évben 26. alkalommal rendeztük meg ezt a fizikaversenyt” – mondja büszkén. – „Már voltak itt versenyzők Albániából, Moldáviából és természetesen Magyarországról.” Szívesen köszöntene egyszer részt-



ben egy parabolához hasonló görbét adnak. Itt van a baj! A görbe csak hasonlít a parabolához, a feladat e kicsi eltérés okának a kiderítése. „Ennél a kísérletnél a cél, leírni, hogy mit tanulhat belőle az ember. A számolás itt nem fontos” – mondja Bartos István. – „Így működik a fizika, az ember megfigyel és tanul.”

Bartos István szenvedélye minden, aminek köze van az elektronikához és a fizikához.

vevőket Németországból is. „Mindenkint szívesen látunk” – közli. – „Akkor természetesen németre is lefordítjuk a feladatokat” – ajánlja fel spontán. Biztos, hogy nagy élmény a részvétel. Mindenki a gimnáziumban alszik, a verseny egy napig tart, utána van ideje az embernek felderíteni Nagyváradot. Kellemes város, ahol sok sarkon úgy tűnik, mintha megállt volna az idő. Fantáziadús kávézók, sok szecessziós épület, éppen úgy, mint szocialista építészeti stílus és ehhez tágas parkok. Közben több évtizedes, színes villamosok közlekednek, amelyek egykor az NDK-ban voltak úton.

A fizikaverseny feladatait a 10–12. iskolai évfolyamokhoz igazították, emellett van egy külön kategória az egyetemisták számára is. Mindegyikben külön értékelnek és választanak győztest. Van egy elméleti és egy kísérleti rész. A „kísérlet” végsőnél Bartos István mozgásba lendül és otthagyja székét, még egyszer gyorsan felépíti a tegnapi elrendezést. Egy ferde síkon lecsúsztat egy fadarabot. A stroboszkóp elektronikája az első villanáskor kikapcsolja az elektromágnes áramát, az elengedi az addig visszatartott fadarabot, és negyedmásodpercenként villant egyet. A fadarab lefelé csúszó fázisában stroboszkópos technikával egyetlen kép készül, rajta a fadarab egymás utáni helyzeteivel. A villanáskori pozíciók az időpontok függvényé-

Tizenéves kora óta így van ez. Doktori disszertációja is az elektronikán alapszik. Sok diákgenerációnak átadta már ezt a tudást. A kommunizmus legmélyebb időszakában is minden alkalmat megragadott, hogy fizikát tanítson. „Amikor osztályfőnök voltam, hetente egyszer reggel 7 órakor politikai képzést kellett tartanom” – meséli. – „Akkor én mindig fizikát oktattam” – nevet huncutul. Szerencsére soha egy diákja sem köpte be. Pont ellenkezőleg: még ma is sok akkori védencével tartja a kapcsolatot. És ők segítenek neki a versenyek szervezésében. Mindezt a fizika iránti tiszteletből és szenvedélyből teszik.

Most az a cél, hogy a versenyek jövőjét biztosítsák. „A 30. évfordulóra szeretném még folytatni” – mondja Bartos István. – „Akkor 80 éves leszek, onnantól a fiatalokon a sor.” Támogató nélkül nem fog működni. Krausz Ferenc és sokan mások lelkesednek az ötletért és ígérték, hogy segítenek.

A legvégén Bartos István még hagyta magát megpuhítani, hogy adjon egy tippet arra a kérdésre, hogy milyen feladatok lesznek a jövő évben. „Nagyrészt az optikáról és az elektronikáról lesz szó” – árulja el. Akkor egy túlméretezett kulcsot vesz a kezébe és gondosan bezárja egykori munkássága színhelyének ajtóit.

Thorsten Naeser

EGY FEKETE DOBOZ SZERKEZETÉNEK MEGFEJTÉSE

Laborgyakorlat és versenyfeladat a nagyváradai Ady Endre Líceumban

Bartos-Elekes István
Nagyvárad, Románia

Móttó: Az egyszerű eszközök is alkalmasak a mély értelmű diákkísérletekre.

A nagyváradai Schwartz Emlékverseny

A verseny¹ – mint sok más verseny – lényegében egy feladatmegoldó próbából áll, de a kísérletező tanár gondolkodásmódját tükröző feladatok és az egyete-

mi tanárok, kutatók előadásai miatt, különbözik a többiektől. 1997-ben bevezettem a kísérleti adatok feldolgozási versenyét. A résztvevők egy kísérletet látnak, amely hasonlít az iskolában esetleg elvégzett kísérlethez, de eredményeiben mégis különbözik attól. Az egyszerű modelleken alapuló elméletek más eredményekre vezetnek, a látottak és a mértek

¹ <http://lady.rdsor.ro/~schwartz>