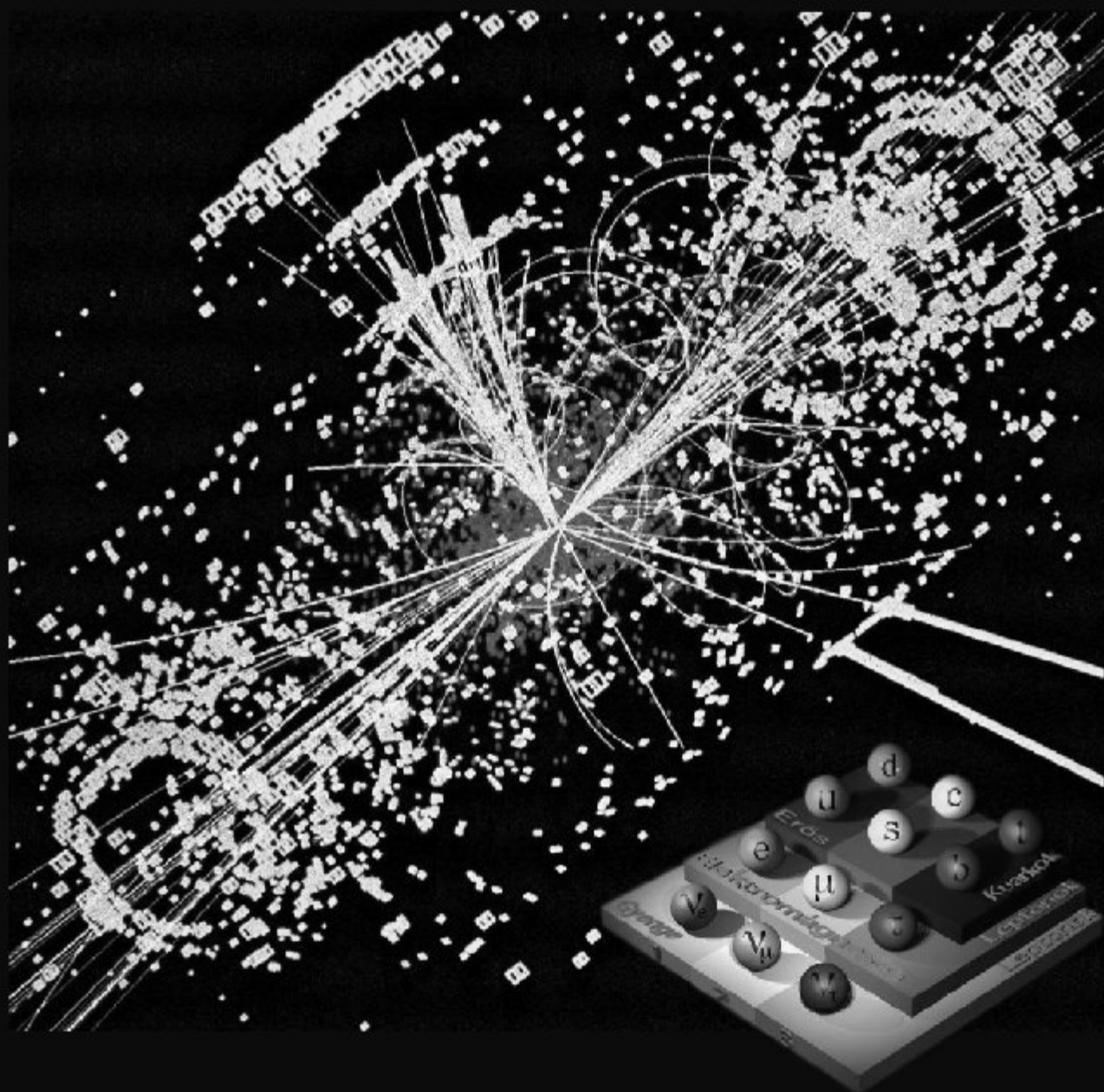


# fizikai szemle



2005/8

A Magyar Tudományos Akadémia  
Fizikai Tudományok Osztálya,  
az Eötvös Loránd Fizikai Társulat,  
a Magyar Biofizikai Társaság,  
a Magyar Nukleáris Társaság és  
az Oktatási Minisztérium  
folyóirata

Főszerkesztő:  
**Berényi Dénes**

Szerkesztőbizottság:  
**Barlai Katalin (Csillagászat),  
Faigel Gyula,  
Gnädig Péter (Négyszögletes kerék),  
Gyulai József,  
Horváth Dezső (Mag- és részecskefizika),  
Jéki László, Kanyár Béla (Sugárvédelem),  
Németh Judit, Ormos Pál (Biofizika),  
Papp Katalin,  
Sükösd Csaba (Vélemények),  
Szőkefalvi-Nagy Zoltán (Biofizika),  
Tóth Eszter,  
Turiné Frank Zsuzsa (Megemlékezések),  
Ujvári Sándor (A fizika tanítása)**

Szerkesztő:  
**Hock Gábor**

Műszaki szerkesztő:  
**Kármán Tamás**

A lap e-postacíme:  
**fizszem.elft@mtesz.hu**  
A folyóiratba szánt írásokat erre a címre kérjük.

A címlapon:

**A részecskék és kölcsönhatások  
kapcsolatát szemléltető ábra a CERN  
saját kezűleg honlapról (ld. Horváth  
Árpád cikkét a 261. oldalon).**

## TARTALOM

<i>Horváth Árpád</i> : Lássuk a részecskéket!	261
<i>P.A. Horváthy</i> : Bolygómozgás és geometria II.: Feynman „elveszett előadása”	264
<i>Radnóti Katalin</i> : A fizika tantárgy helyzete egy vizsgálat tükrében – 2	268
<b>MEGEMLEKEZÉSEK</b>	
Koch József, 1931–2005 ( <i>Fenyves Ervin</i> )	274
<i>Király Péter</i> : Jánossy Lajos, a fizikus	274
Emléktáblát avattunk ( <i>Rósa Géza</i> )	276
<b>INTÉZETEINK – TANSZÉKEINK</b>	
Bemutakozik az ELTE Biológiai Fizika Tanszéke	276
<b>A FIZIKA TANÍTÁSA</b>	
<i>Csákány Anitálné, Jubász Nándor, Ősz György, Vida József</i> : 15 éves az Öveges József Fizikaverseny	282
<b>TÁRSULATI ÉLET</b>	
Az ELFT 2005. évi Tisztújító Küldöttközgyűlése	288
Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Közhasznúsági jelentése a 2004. évről	289
<b>MINDENTUDÁS AZ ISKOLÁBAN</b>	
Fényképezés film nélkül ( <i>Ujvári Sándor</i> )	292
<b>HÍREK – ESEMÉNYEK</b>	
Részecskefizikai diákműhely ( <i>Horváth Árpád</i> )	294
Megállapodás az ITER felépítéséről ( <i>Jéki László</i> )	296
<b>VÉLEMÉNYEK</b>	
Mit tanultam a Volta-pisztoly kapcsán? ( <i>Török István</i> )	296
<b>FIZIKUSNAPTÁR</b>	296
<i>Á. Horváth</i> : Let's see those particles!	
<i>P.A. Horváthy</i> : Planetary motion and geometry II: Feynman's "lost lecture"	
<i>K. Radnóti</i> : Overview of present-day physics teaching and the need for its further development – 2	
<b>COMMEMORATIONS</b>	
J. Koch, 1931–2005 ( <i>E. Fenyves</i> )	
<i>P. Király</i> : L. Jánossy, physicist	
Remembering K. Varga ( <i>G. Rósa</i> )	
<b>RESEARCH INSTITUTES, EDUCATIONAL DEPARTMENTS</b>	
Department of Biological Physics at Eötvös University, Budapest	
<b>TEACHING PHYSICS</b>	
<i>J. Lányi-Csákány, N. Jubász, G. Ősz, J. Vida</i> : 15 years of "Öveges József" Physics Competitions	
<b>NEWS OF THE PHYSICAL SOCIETY</b>	
<b>SCIENCE IN BITS FOR THE SCHOOL</b>	
Photography without films ( <i>S. Ujvári</i> )	
<b>EVENTS</b>	
<b>OPINIONS</b>	
On youthful initiative ( <i>I. Török</i> )	
<b>PHYSICISTS' CALENDAR</b>	
<i>Á. Horváth</i> : Was für Teilchen gibt es da zu sehen?	
<i>P.A. Horváthy</i> : Planetenbewegung und Geometrie II: Feynmans „verlorene Vorlesung“	
<i>K. Radnóti</i> : Lagebericht und Zielsetzungen des Physikunterrichts – 2	
<b>ZUR ERINNERUNG</b>	
J. Koch, 1931–2005 ( <i>E. Fenyves</i> )	
<i>P. Király</i> : Der Physiker L. Jánossy	
Zum Andenken an K. Varga ( <i>G. Rósa</i> )	
<b>FORSCHUNGSINSTITUTE, LEHRSTÜHLE</b>	
Der Lehrstuhl für Biologische Physik der Eötvös-Universität, Budapest	
<b>PHYSIKUNTERRICHT</b>	
<i>J. Lányi-Csákány, N. Jubász, G. Ősz, J. Vida</i> : 15 Jahre „Öveges József“ Physik-Wettbewerbe	
<b>AUS DEM GESELLSCHAFTSLEBEN</b>	
<b>WISSENSWERTES FÜR DIE SCHULE</b>	
Fotografie ohne Filme ( <i>S. Ujvári</i> )	
<b>EREIGNISSE</b>	
<b>MEINUNGSÄUSSERUNGEN</b>	
Jugendliche Tatenfreudigkeit ( <i>I. Török</i> )	
<b>PHYSIKERKALENDER</b>	
<i>А. Хорват</i> : Осмотр «новых» частиц	
<i>П.А. Хорват</i> : Планетарное движение и геометрия II: «Потерянный доклад» Феймана	
<i>К. Раднóти</i> : Обучение физике: обзор ситуации и нужд в дальнейшем развитии – 2	
<b>НА ПАМЯТЬ</b>	
И. Кох, 1931–2005 ( <i>Э. Феньвеш</i> )	
<i>П. Ки́раль</i> : Физик Л. Яноши	
Памяти К. Варга ( <i>Г. Ро́са</i> )	
<b>НАУЧНЫЕ УЧРЕЖДЕНИЯ, КАФЕДРЫ</b>	
Кафедра Биологической Физики Университета им. Р. Этвеша в Будапеште	
<b>ОБУЧЕНИЕ ФИЗИКЕ</b>	
<i>Ю. Лани-Чакань, Н. Югас, Г. Эс, Й. Вида</i> : 15 лет Конкурсам по физике им. Й. Эвегеша	
<b>ИЗ ЖИЗНИ ФИЗИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА</b>	
<b>НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ ДЛЯ ШКОЛ</b>	
Фотография без пленок ( <i>Ш. Уйварй</i> )	
<b>ЛУЧНЫЕ МНЕНИЯ</b>	
Активность юности ( <i>И. Тэрэк</i> )	
<b>КАЛЕНДАР ФИЗИКОВ</b>	

# Fizikai Szemle

## MAGYAR FIZIKAI FOLYÓIRAT

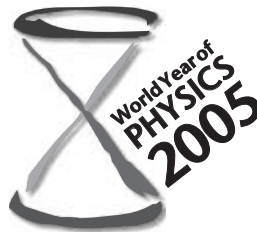
A Fizikai Szemle az Akadémia által 1862-ben elindított Matematikai és Természettudományi Értesítő és az 1891-ben Eötvös Loránd által alapított Matematikai és Physikai Lapok utóda és folytatása

LV. évfolyam

8. szám

2005. augusztus

NEM ÉLHETÜNK



FIZIKA NÉLKÜL



## LÁSSUK A RÉSZECSKÉKET!

Horváth Árpád  
Budapesti Műszaki Főiskola  
Számítógéptechnikai Intézet

A részecskefizika azon érdekes részét képezi a fizikának, melyben gyakran hallhatunk újabb és újabb, gyakran meglepő eredményekről, így nem véletlen, hogy a Nobel-díjak közül sok erről a területről kerül ki. Alaposabb tárgyalása során előkerülhetnek a XX. századi fizika eredményei: a tömeg–energia ekvivalencia, a relativisztikus tömegnövekedés, de az Ősrobbanás elmélete is. A részecskefizika Standard Modellje rendkívüli pontossággal írja le a részecskék világát, maga a modell viszont bonyolult matematikai hátteret feltételez.

Ahhoz, hogy a diákokhoz közel hozzuk a részecskék világát, segíthet, ha megmutatjuk nekik, hogyan történik a részecskék vizsgálata. Erre egyszerű lehetőség az immár magyarul is elérhető *CERN sajtó kezűleg* honlap, melynek révén vázlatos ismereteket kaphatnak a részecskék világról, beleköstölhetnek a CERN-nek, ennek a nagy európai mag- és részecskefizikai kutatóközpontnak a Nagy Elektron–Pozitron Ütköztető Gyűrűjén, a LEP-en dolgozó tudósok munkájába, és megmérhetik a részecskék világát leíró *Standard Modell* egyik alapvető állandóját, az erős kölcsönhatás csatolását, valamint következtethetnek a neutrínófajták, azaz a részecskecsaládok számára is. További ismeretek szerzésére pedig felhasználhatják az egyre bővülő nyomtatott és internetes irodalmat, melynek felkutatásához a honlap szintén segítséget nyújt. Jelen írásban az alapfogalmak tisztázása után megismerkedünk a *CERN sajtó kezűleg* honlappal.

A fizika világevére keretében tavasszal a legtöbb CERN tagországban – így Magyarországon is három helyszínen – méréseket végeztek az alább ismertetett honlap és program alapján. Ez utóbbiról bővebben a *Részecskefizikai diákműhely* című cikkben (ld. 294. o.) van szó.

## Az alapvető kölcsönhatások és a Standard Modell

Négyféle alapvető kölcsönhatást ismerünk: az erős, az elektromágneses, a gyenge és a gravitációs erőt (*1. táblázat*). Ezek az elemi részek között hatnak közvetítő részecskék kicserélésével. Az elemi részek Standard Modellje szerint összesen 12 féle elemi (tovább nem bontható) részecske – 6 lepton és 6 kvark – van, továbbá minden részecskének létezik az antirészecskéje is. A Standard Modellről a *Fizikai Szemle* 2003. áprilisi számában és a *Természet Világa* 2000-es *Mikrovilág* című különszámában is részletesen volt szó, ezért itt csak a továbbiakhoz szükséges elemeit emelem ki.

A *2. táblázat*ban az elemi részecskéket három családba soroltuk. A felső két sorban találhatóak a kvarkok, az alsó kettőben a leptonok. Az egyes sorokban jobbra haladva egyre nehezebb részecskék találhatóak. A hat kvark közül a legkönnyebb kettő – az *u* és a *d* – gyakori a természetben, mert ezek építik fel a protont és a neutron. Kvarkok szabadon nem léteznek, kötött állapotaikat hadronoknak nevezzük. A leptonokhoz tartozik az elekt-

1. táblázat		
Az alapvető kölcsönhatások, és közvetítő részecskék		
kölcsönhatás	közvetítő részecske	közv. részecske tömege (GeV/c <sup>2</sup> )
erős	gluonok	0
elektromágneses	foton	0
gyenge	W <sup>+</sup> , W <sup>-</sup> , Z <sup>0</sup>	80,4, 80,4, 91,2
gravitáció	graviton	0

2. táblázat

## Az elemi részecskék három családjá

1.	2.	3.
u, d	c, s	t, b
e, $\nu_e$	$\mu, \nu_\mu$	$\tau, \nu_\tau$

ron és az elektron két nehezebb társa: a müon ( $\mu$ ) és a tau-részecske ( $\tau$ ), valamint a háromféle neutrínó.

Az erős kölcsönhatás csak a kvarkokra és a belőlük felépülő hadronokra hat, és azt a gluonok közvetítik (angolul *glue* = ragasztó). A kölcsönhatás erősségét egy számmal jellemezzük: az *erős kölcsönhatás csatolásával*. (Gyakran ezt csatolási állandónak nevezik, de ez erősen függ a kölcsönható részecskék energiájától, ezért mi a *csatolás* elnevezést használjuk.)

1983-ban a CERN proton–antiproton ütköztető gyűrűjében fedezték fel a gyenge kölcsönhatás közvetítő részecskéit, a  $W^\pm$ - és  $Z^0$ -bozonokat, amiért *Carlo Rubbia* olasz és *Simon van der Meer* holland fizikus 1984-ben fizikai Nobel-díjat kapott. A  $W$ -részecskék tömege  $80,4 \text{ GeV}/c^2$  (80,4 milliárd elektronvolt energia/fénysebesség-négyzet,  $E = mc^2$  alapján), a  $Z$ -részecskéé  $91,2 \text{ GeV}/c^2$ , annyi, mint a 98-as tömegszámú technéciumatom tömege. (Egy nukleon tömege nagyjából  $1 \text{ GeV}/c^2$ .)

Még a felfedezés előtt rájöttek a kutatók, hogy a modell csak akkor írja le helyesen a valóságot, ha az elektromágneses és a gyenge kölcsönhatást egy kölcsönhatás – az úgynevezett elektrogyenge kölcsönhatás – két változatának tekintjük. A gyenge kölcsönhatás csak azért megy végbe ritkábban, és azért kisebb a hatótávolsága, mert a közvetítő részecskéknek tömege van, méghozzá elég nagy. A  $Z$ - és  $W$ -részecskék felfedezése azért is nagy siker volt, mert ezeknek a részecskéknek a tömege egész pontosan az elektrogyenge kölcsönhatás elmélete által jósolt érték volt.

## A Nagy Elektron–Pozitron Ütközőgyűrű és a jövő ütköztetői

A *Nagy Elektron–Pozitron Ütközőgyűrű* (*Large Electron–Positron Collider*, LEP) a CERN legfőbb gyorsítója volt 1989-től 2000-ig. Egymással szemben gyorsított elektron- és pozitronnyalábokat. Ezek energiáit kezdetben úgy állították be, hogy a gyenge kölcsönhatást közvetítő  $Z^0$ -bozon tömegének megfelelő összenergiával,  $91,2 \text{ GeV}$ -vel rendelkezzen az ütköző elektron és pozitron. Ezen az energián úgynevezett rezonancia jön létre, jelentősen megnövekedik a  $Z^0$  keletkezésének valószínűsége. Ennek a bomlástermékeit figyelhetjük meg a LEP detektorokban. Később az energiát folyamatosan növelték, így lehetővé vált a  $W$ -pár ( $W^+$  és  $W^-$ ,  $161 \text{ GeV}$ ), majd a  $Z^0$ -pár keltése ( $184 \text{ GeV}$ ). Ezek tanulmányozása már nehezebb, mint az egy- $Z$ -eseményeké.

A LEP-ben elektron- és pozitronnyalábok keringenek egymással szemben ugyanabban a csőben, kicsit eltérő pályán. A LEP gyorsító négy pontján található egy-egy

detektor, ahol az egymással szemben keringő elektron- és pozitronnyalábok pályája metszi egymást. Itt van esély rá, hogy elektron és pozitron ütközzék.

Érdeemes megemlíteni, hogy töltött részecskék körkörös gyorsításakor elektromágneses sugárzás, szinkrotronsugárzás lép fel. Azonos energián, kisebb tömegű részecskék esetén ez sokkal nagyobb veszteséget okoz (a veszteségarány a tömegarány negyedik hatványával fordítottan arányos). A LEP-en elektron gyorsítása esetén körönként  $1 \text{ GeV}$  veszett el ilyen módon. Sokkal nagyobb energiák érhetőek el protonok ütköztetésével. Az elektron–pozitron ütközés viszont sokkal tisztább folyamat, mint a hadronoké (protoné és antiprotoné), ugyanis a protonban három kvark mellett ott vannak az őket összetartó gluonok, valamint a rövid időtartamokra megjelenő (virtuális) kvark–antikvark párok, az elektron (pozitron) pedig elemi részecske, nem összetett. Emiatt a hadronütközések elemzése sokkal nehezebb, méréskor általában pontatlanabb értékeket kapunk. A LEP-nél lényegesen nagyobb energiájú körkörös elektrongyorsító építése gyakorlatilag lehetetlen a nagy energiaveszteségek miatt. A nagyobb energiák eléréséhez óriási lineáris gyorsítót kell építeni, amely nemzetközi összefogással lehetséges.

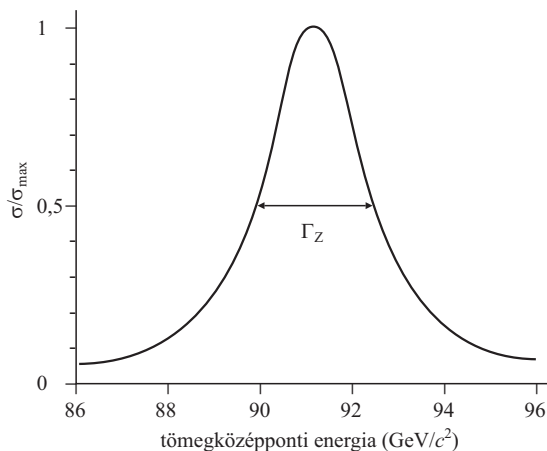
Jelenleg a *Hadronütköztető Gyűrű* (*Large Hadron Collider*, LHC) épül a LEP alagútjában, amely protonokat ütköztet majd protonokkal  $7 \text{ TeV} = 7000 \text{ GeV}$  energiával protononként.

Az ütközés során keletkező részecskék észlelésére szolgáló detektorok több rétegből állnak. A belső rétegek vizsgálják a töltött részecskék pályáját. Bennük ismert nagyságú mágneses teret hoznak létre, amelyben az elektromos töltéssel rendelkező mozgó részecskékre Lorentz-féle erő hat, melynek hatására a részecskék pályája eltér az egyenestől. A pálya görbületéből megállapítható az itt áthaladó részecskék lendülete. Ezen kívül található két réteg, amely a részecskék összenergiáját hivatott mérni. Az elektromágneses kaloriméter az elektronokét, pozitronokét és fotonokét, a hadronkaloriméter a kvarkokból felépülő hadronokét. A legkülső réteg fogja fel a müonokat. A keletkezett neutrínók nem hagynak nyomot sehol, rájuk a hiányzó lendületből és energiából következtethetünk.

## Az eseménytípusok és az erős csatolás meghatározása

A *CERN saját kezűleg* honlap a *Hands on CERN* honlap angol változatának magyar fordítása. A magyar fordítás létrejötté óta az eredeti honlap jelentősen frissült és bővült, több hasznos ábrával és animációval gazdagodott.

A honlap központi része az a JAVA program, amellyel a LEP eseményeit tudjuk vizsgálni: forgatni, nagyítani, berajzolni az egyes detektorrétegek helyét. A vizsgált események a LEP-nek a DELPHI nevű detektorából származnak. Az ütközésekben a pozitron és az elektron energiája külön-külön  $45,6 \text{ GeV}$ , így összenergiájuk megegyezik a  $Z$ -bozon nyugalmi energiájával,  $91,2 \text{ GeV}$ -vel, emiatt nagy valószínűséggel ez a részecske keletkezik, amely azonban szinte azonnal tovább bomlik. Négyféle bomlás lehetséges. Keletkezhet ismét elektron–pozitron pár, mü-



1. ábra. A Z-bozon keletkezésének valószínűsége az energia függvényében az itt ábrázolt függvénnyel arányos. A függvény félértékszélességét nevezik rezonanciaszélességnek ( $\Gamma_Z$ ). A rezonanciaszélesség annál nagyobb, mennél többféle bomlási lehetőség van, és fordítottan arányos a részecske élettartamával.

on és antimüon, tau-részecske és antitau-részecske, vagy keletkezhet egy kvark-antikvark pár.

Annak a valószínűsége, hogy Z-bozon keletkezik, a fenti energiánál a legnagyobb, de más energiáknál sem nulla. Az energia szerinti valószínűség a Breit-Wigner-féle rezonanciaképlet segítségével határozható meg, amelynek a grafikonja az 1. ábrán látható.

Az eseménynézegetőben lényegében ugyanazt az ábrát látjuk, mint a CERN-ben dolgozó fizikusok. Lehetőség van az egyes detektorrétegek határainak megjelenítésére, mellyel könnyebben meg tudjuk határozni a részecskenyom elhelyezkedését, és ezzel a részecsketípust.

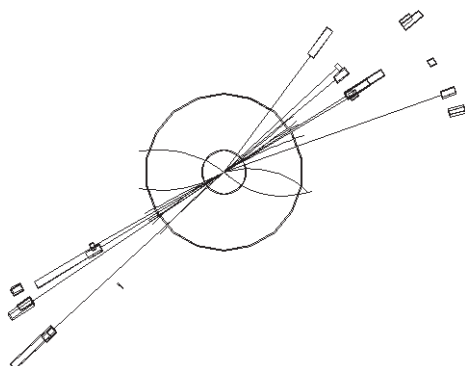
Hogyan tudjuk megkülönböztetni a különböző bomlási módokat? Az egyes részecsketípusok a detektor különböző rétegeiben különféle nyomokat hagynak. A lepton-eseményeket következőképpen lehet felismerni:

**elektron-események:** két nyom, amely az elektromágneses kaloriméterben (EMCal) végződik;

**müon-események:** két nyom, amely a müondetektorban (MuDet) végződik;

**$\tau$ -események:** 2, 4 vagy 6 töltött részecske-nyom.

2. ábra. Egy kétdzsetes esemény. A honlapon a két dzsetet két külön szín jelöli, itt a fekete-fehér képen más-más sötétségű a kettő. A sötét körök a részecskepálya vizsgálatát végző belső detektorréteg körvonalaikat mutatják. Jól látszik, hogy a töltött részecskék nyoma itt elhajlik a mágneses tér miatt. A külső részen levő hasábok nagysága a kaloriméterekben leadott energia nagyságával arányos. A bal alsó kereszt egy müon nyoma a müonkamrában.



A kvarkesemények során, mindkét kvarkból rengeteg hadron jön létre, a detektorban úgynevezett dzsetet (angolul *jet*) látunk: sok hadron nyomát nagyjából egy irányban (nevezhetnénk hadronpázmának is). Leggyakrabban két dzset jön létre, ekkor ezek ellentétes irányban haladnak, hiszen a lendület eredője nulla. Egy ilyen esemény fekete-fehér képe látható az 2. ábrán.

Kicsit ritkábban előfordul háromdzsetes esemény is. Létezése úgy magyarázható, hogy az egyik kvark egy nagy energiájú gluont bocsát ki, és ez hozza létre a harmadik dzsetet. A háromdzsetes események aránya tehát jellemzi az erős kölcsönhatás csatolását. A csatolás meghatározásához meg kell számolnunk a két- és háromdzsetes eseményeket ( $N_{3\text{-dzset}}$ ,  $N_{2\text{-dzset}}$ ), ami egyszerű, hiszen a kiértékelő programok szoftverei az úgynevezett dzsetkereső algoritmusokkal megtalálják az egyes dzseteket, és a program különböző színekkel jelölik azokat. A program egy paramétere, a felbontási paraméter jellemzi azt, hogy „milyen távol” lévő nyomokat tekintsen a program ugyanahhoz a dzsethez tartozó nyomnak. Minél nagyobb ennek a paraméternek az értéke, annál nagyobb a valószínűsége, hogy a program közeli dzseteket azonosnak vesz, például egy háromdzsetes eseményt kétdzsetesnek vél. Ez azonban szimulációval pontosan figyelembe vehető. A csatolási állandó értéke

$$\alpha_s = k \frac{N_{3\text{-dzset}}}{N_{2\text{-dzset}}},$$

ahol a  $k$  értéke függ az előbb említett felbontási paramétertől, annak függvényében egy grafikonról leolvasható.

Mivel véges számú eseményünk van, ezért az eredményt statisztikai hiba is terheli. A teljes hiba a következő módon számolható:

$$\frac{\Delta \alpha_s}{\alpha_s} = 0,1 + \frac{1}{\sqrt{N_{3\text{-dzset}}}} + \frac{1}{\sqrt{N_{2\text{-dzset}}}}.$$

A 0,1 a  $k$  hibájából származó tag. Már akár 100 esemény esetén is elfogadható az eredmény hibája. Az eseménynézegetőben összesen 1000 Z-eseményt vizsgálhatunk meg.

## A részecskecsaládok számának kiszámítása

A mérés során szerzett adatokból meghatározhatjuk a részecskecsaládok számát is. Összesen nagyjából 20 millió eseményből határozták meg a LEP-en, hogy ez az érték  $2,994 \pm 0,012$ . Az ezrelékes relatív pontosság eléréséhez szükséges események száma elég nagy. Száz esemény esetén a hiba nagysága nagyjából 6 körül van, de tíz feletti érték is könnyen előfordulhat, ha a véletlen úgy hozza, hogy nagyon kevés elektron-eseményünk lesz. Ezer esemény esetén másfél körül, tízezer esemény esetén fél körül, százezer esemény esetén 0,17 körül van a hiba nagysága. Ebből jól látszik, hogy igen nagyszámú esemény vizsgálata szükséges.

A méréshez szükséges a Z-bozon tömege és bomlási szélessége ( $\Gamma_Z$ ) is, melyeket a LEP-en az általunk tárgyalt

méréstől függetlenül meghatározták. A Standard Modell szerint az  $x$  ( $x = e, \mu, \tau$ , hadron,  $n =$  nem látható = neutrínó) esemény előfordulásának  $N_x$  várható száma:

$$N_x = N k \Gamma_e \Gamma_x.$$

Itt az  $N$  az összes észlelt látható esemény száma,  $k$  egy állandó, amely függ a  $Z$ -bozon tömegétől és bomlási szélességétől, valamint az ütközés jellemzőitől: attól, hogy mennyi elektron és pozitron jön egymással szemben, mekkora a nyaláb keresztmetszete. Ennek értéke esetünkben  $k = 5,964 \text{ GeV}^{-2}$ . Az  $Nk$  szorzatot továbbiakban  $K$ -val jelölöm. A  $\Gamma_x$  az  $x$  bomláshoz tartozó bomlási szélesség, az összes bomlástípusra összegezve a  $\Gamma_x$ -eket a  $\Gamma_Z$ -t kapjuk.

Az  $N_e$  ismeretében a  $\Gamma_e$  érték kiszámolható, ennek ismeretében pedig a többi  $\Gamma_x$  érték is:

$$\Gamma_e = \sqrt{\frac{N_e}{K}}, \quad \Gamma_x = \frac{N_x}{\Gamma_e K}.$$

Ezek hibája az alábbi képletek szerint kapható:

$$\Delta \Gamma_e = \frac{1}{2\sqrt{K}}, \quad \Delta \Gamma_x = \frac{\Delta N_x}{\Gamma_e K} + \frac{N_x \Delta \Gamma_e}{\Gamma_e^2 K}.$$

Az  $A_x = \Gamma_x / \Gamma_Z$  elágazási arányok, és azok  $\Delta A_x$  hibái ebből kiszámíthatók a  $\Gamma_Z = 2,495 \text{ GeV}$ -vel való osztással. A láthatatlan (neutrínós) események  $A_n$  arányát és annak  $\Delta A_n$  hibáját a következőképp kapjuk:

$$A_n = 1 - (A_e + A_\mu + A_\tau + A_{\text{hadron}}), \\ \Delta A_n = \Delta A_e + \Delta A_\mu + \Delta A_\tau + \Delta A_{\text{hadron}}.$$

A Standard Modell alapján kiszámolható, hogy hány-szor annyi a neutrínók keletkezésének a valószínűsége, mint elektron–pozitron páré. Erre 1,979-et kapunk.

A neutrínótípusok és ezzel a részecskecsaládok száma tehát kiszámolható, ha az összes láthatatlan esemény arányát elosztjuk az egyfajta neutrínó arányával:

$$N_\nu = \frac{A_n}{1,979 A_e}, \quad \Delta N_\nu = \frac{\Delta A_n}{1,979 A_e} + \frac{A_n \Delta A_e}{1,979 A_e^2}.$$

Például ezer eseménynél, ha  $N_e = 45$ ,  $N_\mu = 46$ ,  $N_\tau = 25$ ,  $N_{\text{hadron}} = 884$ , akkor  $N_\nu = 3,284991$ ,  $\Delta N_\nu = 1,547977$  értéket kapunk.

## További megjegyzések a honlapról

A mérések és a hibaszámítás részletei a honlapon megtalálhatóak a mérés menüpontban. Emellett a honlapon szerepel a mérés megértéséhez fontos összes ismeret leírása: az elméleti háttér (részecskék, kölcsönhatások), a gyorsítók működése, továbbá a detektorok felépítése és működése. Számos ábra segíti a megértést.

A magyarra fordított honlap az eredetinek nem egyszerű fordítása. A magyar változat tartalmazza az összes Nobel-díjas fizikust, akinek a részecskefizika elméleti vagy kísérleti ágához komolyabb köze van, valamint található benne egy kis alapfogalom-gyűjtemény is.

Jelentősen eltér az angolótól az irodalom- és honlapjegyzék is. Több magyar nyelvű irodalom található benne, mely hasznos olvasmány lehet a középiskolások és tanáraik számára is. Az egyes részecskefizikai kutatóintézetek magyar nyelvű leírását a *Wikipédia* nevű internetes lexikonban gyűjtöttem össze. Részletes leírás található benne a CERN-ről, a LEP és LHC gyorsítókról, valamint a témánktól távolabb eső neutrínófizikáról is. A *Wikipédia* egyik előnye egyben hátrány is lehet: bárki, akinek internetelérése van, szerkesztheti. A részecskefizikához kapcsolódó cikkeket rendszeresen figyelem, bővíttem. A bővítéshez szívesen veszek minden segítséget.

## Hasznos honlapok

*CERN saját kezűleg* honlap:

<http://www.szgti.bmf.hu/fizika/cern-sajatkazuleg>

*Hands on CERN* honlap:

<http://hands-on-cern.physto.se>

A *Wikipédia* CERN szócikke:

<http://hu.wikipedia.org/wiki/CERN>

# BOLYGÓMOZGÁS ÉS GEOMETRIA II.: FEYNMAN

## »ELVESZETT ELŐADÁSA«

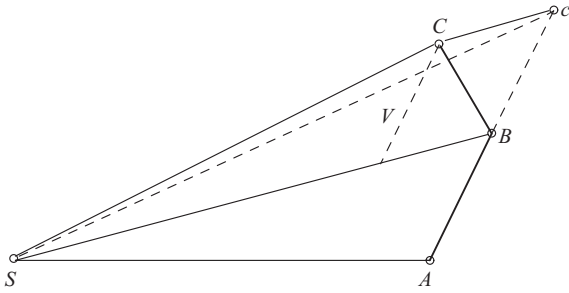
P.A. Horváthy

Laboratoire de Mathématiques et de Physique Théorique  
Université de Tours, Franciaország

## Feynman „elveszett előadása”

A közelmúlt feltűnést keltő eseménye volt Feynman 1964-es előadásának publikálása [1]. Ebben a Nobel-díjas fizikus részben *Newton Principiáit* követve, részben – ahol azt nem érti – saját feje után, elemi geometriai módszerekkel vezet le a bolygómozgás törvényeit.

Fejtegetése helyenként intuitív és nem teljesen kidolgozott; talán ezért is maradt ki Feynman híres tankönyvsorozatából. Az előadást sokáig elveszettnek hitték; csak Feynman hagyatékának rendezése során bukkant elő pár kézzel firkantott feljegyzés. Gondolatmenete jó kiegészítés *Maxwell* előző cikkünkben [2] bemutatott geometriai közelítéseéhez.



1. ábra. A területi sebesség törvényének geometriai levezetése. Az ábrát – akárcsak Feynman – Newton *Principiájából* másoltuk.

## A területi sebesség törvénye

Feynman először *Kepler II. törvényét* látja be: *a Naptól a bolygóhoz vont rádiusvektor egyenlő időkhöz egyenlő területeket sűrol.* A bizonyítást Newton *Principiájából* másolja. Osszuk a teljes keringési időt  $N$  egyenlő részre:

$$\Delta T = \frac{T}{N}.$$

Legyen a Nap az  $S$  pontban, és legyen a bolygó egy adott pillanatbeli helyzete  $A$  (1. ábra).

Newton úgy képzei, hogy a mozgás szakaszosan, „fűrészfogszerűen” történik: a bolygó először pillanatnyi sebességének megfelelően egyenes vonalú, egyenletes mozgást végez, és  $\Delta T$  idő múlva a  $B$  pontba jut. Ezután, „ha csak rajta múlna” (azaz, ha a bolygóra nem hatna a tömegvonzás), akkor az egy további időegység alatt Newton I. törvénye értelmében az  $AB$  egyenes  $c$ -vel jelölt meghosszabbításába érne. Mivel a sebesség egyenletes,  $\overline{Bc} = \overline{AB}$ . De a Nap vonzása ettől eltéríti, és Newton II. törvénye értelmében a bolygót a *Nap irányában* „berántja”. Newton úgy képzei, hogy ez pillanatszerűen, a  $B$  pontban történik. A második időegység végén tehát a valóságos pozíció  $C$ , mely az eredeti irányú  $\overline{Bc}$  tehetetlenségi és a Nap felé irányuló  $\overline{B'V}$  mozgások parallelogrammaszabály szerinti eredője.

Az  $SAB$  és  $SBC$  háromszögek területe egyenlő, hiszen a két háromszög alapja egyforma hosszú,  $\overline{AB} = \overline{Bc}$ , és magasságuk is azonos. De az  $SBC$  területe ugyanakkora, mint a bolygó által valójában követett  $SBC$ -jé, hiszen azok alapja –  $\overline{SB}$  – közös, és magasságuk is egyenlő, hiszen  $Cc$  az  $SB$ -vel párhuzamos.

Mivel a vizsgált mozgás egységnyi idő alatt történt, beláttuk, hogy az azonos  $\Delta T$  idő alatt befutott terület, azaz a *területi sebesség állandó*. A felosztást minden határon túl finomítva megkapjuk a tényleges, sima bolygópályát. Fontos megjegyeznünk, hogy a mozgás mindvégig a kezdeti,  $\overline{AB}$  irányú sebesség és az  $S$  pont által meghatározott síkban történik. A pálya tehát síkgörbe.

A fenti bizonyításban nem volt szükségünk az erő nagyságának ismeretére; elegendő volt azt tudnunk, hogy az a bolygótól a Nap felé irányul. Ezért az állítás tetszőleges centrális erőre igaz. Gondolatmenetünk a szokásos „vektorszorzásos” bizonyítás [3] geometriai megfelelője. Mint közismert, tételünk valójában az *impulzusmomentum* (perdület) *centrális erőterbeli megmaradását* mondja ki [3, 4].

## Kepler III. törvénye és a tömegvonzás

A tömegvonzás inverz-négyzetes törvényét Feynman – továbbra is Newton nyomán – Kepler III. törvényéből származtatja. A bolygópálya speciális esetben lehet kör alakú; vizsgáljuk először ezt az esetet. A mozgás szimmetriáokokból nyilván egyenletes. Legyen a sugár  $a$ . Ekkor *Kepler III. törvénye* azt mondja, hogy *a keringési idő a sugár 3/2 hatványával arányos*:

$$T \propto a^{3/2}. \quad (1)$$

Jelölje a bolygó  $\Delta T = T/N$  időközönként elfoglalt helyzetét újr  $A, B, C, \dots$ , és tekintsük úgy, mintha a mozgás két szomszédos pont között állandó, azonos nagyságú, de változó irányú sebességgel történt volna.

Rajzoljuk most föl a különböző pontoknak megfelelő sebességvektorokat a „sebességsík”  $O$ -val jelölt origójából kiindulva. Azok hossza állandó,  $v_A = v_B = v_C = v$ , csak – a Nap felé mutató „berántások” következtében – irányuk változik. Így a „sebességsíkban” is egy szabályos sokszöget kapunk, melynek csúcsai egy  $v$  sugarú körön fekszenek. A felosztást végtelenül finomítva, a *hodográf*-nak nevezett görbét kapjuk (lásd [2]).

Ha a keringési idő  $T$ , a bolygó (egyenletes) sebessége

$$v = 2\pi \frac{a}{T}.$$

Míg a bolygó a feltételezett körpályát egyszer körbefutja, a sebességvektor egy  $v$  sugarú kört fut be, szintén egyszer. A teljes  $T$  periódusidő folyamán a sebesség változása  $2\pi v$ .  $\Delta T$  idő alatt ezért a sebességvektor változása

$$\Delta v = 2\pi v \frac{\Delta T}{T}.$$

De Newton II. törvénye szerint a sebesség időegységre eső változása – a *gyorsulás* – arányos az erővel:

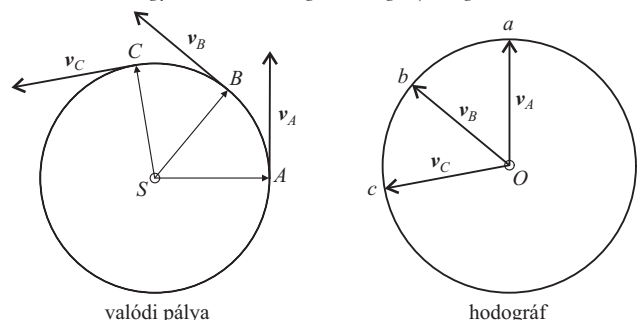
$$F \equiv \text{erő} \propto \frac{\Delta v}{\Delta T} = \frac{2\pi v}{T}.$$

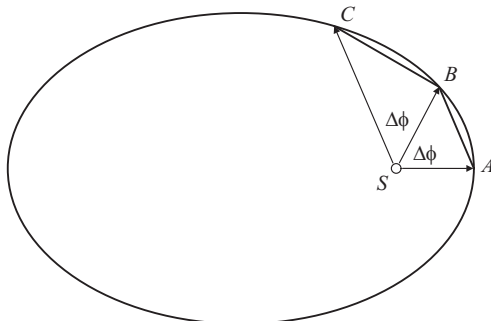
Ide  $v$ -t beírva:

$$F \propto \frac{a}{T^2}. \quad (2)$$

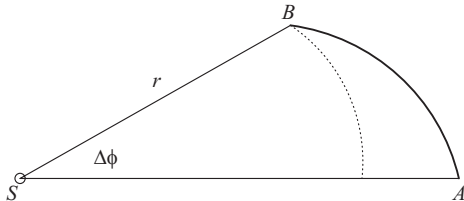
Innen a keringési időt (1) szerint kiküszöbölve, Newton tömegvonzási képletét kapjuk:

2. ábra. Az egyenletes körmozgás hodográfja origó centrumú kör.





3. ábra. Szögparaméteres sokszög



4. ábra. Az infinitezimális háromszög területe a távolság négyzetével arányos.

$$F \propto \frac{1}{a^2}. \quad (3)$$

Az erő az előzőek szerint a Nap irányába mutat, azaz sugárirányú.

Megfordítva, a (3) inverz-négyzetes erőtvényt elfogadva, épp Kepler III. törvényét bizonyítottuk (persze csak körmozgásra).

A fenti érvelés lényege az egyenletes körmozgás gyorsulásának geometriai meghatározása volt. A valódi térbeli trajektóriából a hodográf idő szerinti deriválással származik; az eljárást a hodográfkorre mégegyszer alkalmazva megkapjuk a gyorsulást.

Figyeljük meg azt is, hogy az erőt megadó (2) képlet tetszőleges centrális erőtermbeli egyenletes körmozgásra érvényes. Legyen például a keringési idő a kezdeti feltételektől – azaz a pályától, mint azt már Galilei megfigyelte – független,  $T = \text{const}$ . Ekkor (2) szerint az erő az origótól való távolsággal arányos, azaz harmonikus oszcillátorral van dolgunk.

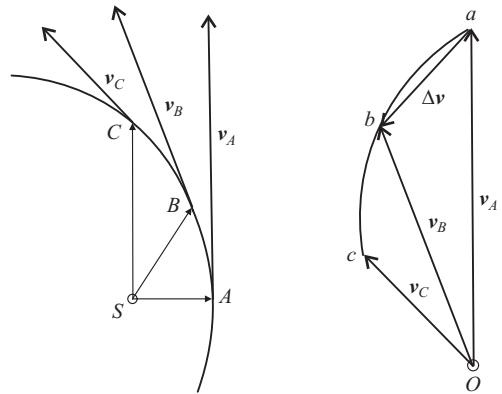
## Az általános bolygópálya

Kepler első törvénye kimondja, hogy: *A bolygók ellipszis-pályákon mozognak, melynek egyik gyújtópontjában a Nap áll.*

Eddig csak nagyon speciális – kör – alakú pályákat vizsgáltunk; mi történik az általános esetben? Ettől a ponttól kezdve Feynman nem követi Newtonot. Míg az utóbbi belátja, hogy az elliptikus mozgás is konzisztens az inverz-négyzetes erőtvénnyel, Feynman első lépésként bebizonyítja a következő tételt:

*Tétel: Tetszőleges bolygópálya esetén a hodográf kör.*

Feynman most nem az időt, hanem a Naptól a bolygóhoz vont rádiuszvektor szögét osztja egyenlő részekre és használja paraméterként.<sup>1</sup> Legyen a Naptól a bolygó pillanatnyi pozíciójához vont rádiuszvektor egy, a Napból



5. ábra. Általános bolygópálya és hodográf

kiinduló referenciaegyeneshez viszonyított szöge  $\phi$ . Legyen  $N$  tetszőleges (nagy) egész szám, legyen  $\Delta\phi = 2\pi/N$ , és tekintsük a pálya  $\phi = 0, \Delta\phi, 2\Delta\phi, \dots$  stb.-vel jellemzett  $A, B, C$  stb. pontjait (3. ábra). Megint úgy képzeljük, hogy a bolygó  $A$ -beli sebességével előbb  $B$ -be megy, amikor is a Nap vonzása „berántja”, majd ezzel a sebességgel  $B$ -ből  $C$ -be megy stb.;  $N$ -et minden határon túl növelve, megkapjuk a valódi pályát.

A két „közeli” rádiuszvektor és a pályáiv alkotta háromszög formájú szeletke területe első rendben ugyanaz, mint az azonos szögű körcikké; a levágott darabka területe másodrendben kicsi:<sup>2</sup>

$$\text{Terület} \equiv \Delta \mathcal{F} = \frac{1}{2} r^2 \Delta\phi. \quad (4)$$

Mivel a  $\Delta\phi$ -ket ugyanakkorának vettük, a szeletkéink területei a Naptól vett távolságaik négyzeteivel arányosak:  $\Delta \mathcal{F} \propto r^2$ .

A bolygó napközelen gyorsabban, naptávolban lassabban mozog; a befutási idők ezért különböznek. A területi sebesség tétele (Kepler II. törvénye) szerint egy-egy szeletke befutási ideje a sűrűlt területtel arányos:  $\Delta T \propto \Delta \mathcal{F}$ . A szeletke befutásához szükséges idő ezért a távolság négyzetével arányos:

$$\Delta T \propto r^2. \quad (5)$$

Tekintsük most a valódi térbeli bolygópályát és a hodográfot egymás mellett (5. ábra).

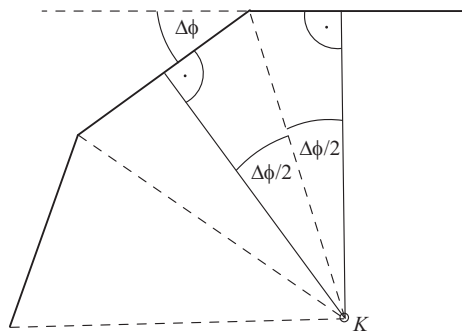
A bolygó az  $A$  ponttól indul  $v_A$  sebességgel; utóbbi a sebességsík  $a$  pontjának felel meg. Miközben a bolygó  $A$ -ból  $B$ -be jut, rádiuszvektorának szöge  $\Delta\phi$ -vel változik. A sebességvektor is megváltozik, mégpedig  $\Delta v$ -vel; eközben a hodográf – a  $v_A$  sebességhez tartozó –  $a$  pontjából a

$$v_B = v_A + \Delta v$$

<sup>1</sup> Analitikus szempontból ez annak felel meg, hogy a mozgás differenciálegyenletét nem az idő, hanem a szögparaméter függvényében integráljuk, lásd [3] 21. fejezet, 95. o.

<sup>2</sup> Ezen alapszik például egy sígkörbe területét polárkoordinátákban kifejező analitikus formula.





6. ábra. Ha egy adott hosszúságú szakaszt az előző végpontjából  $\Delta\phi = 2\pi/N$ -szer elforgatva,  $N$ -szer újra és újra felmérünk, szabályos  $N$ -szöget kapunk.

sebességhez tartozó  $b$  pontjába jutunk. A sebességváltozás *iránya* az erő irányával, azaz a bolygót a Nappal összekötő  $BS$  egyenessel párhuzamos.

Másrészt, Newton II. törvénye szerint, a sebességváltozás nagysága az erő és az eltelt idő szorzatával arányos:

$$\Delta v \propto F \cdot \Delta T \propto \frac{1}{r^2} \cdot r^2 = 1, \quad (6)$$

azaz a *sebességváltozás nagysága minden lépésben ugyanakkora*.

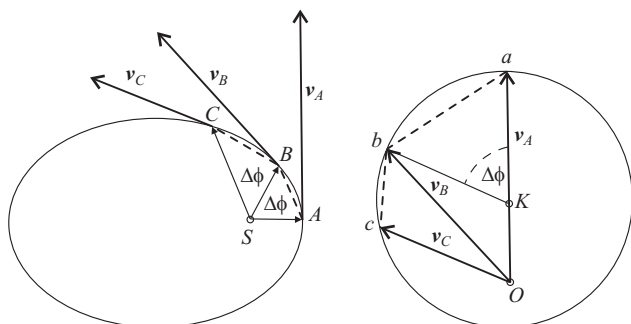
A következő lépésben a bolygó  $B$ -ből  $C$ -be jut, s eközben rádiuszvektorának szöge újra  $\Delta\phi$ -vel változik. De a sebességvektor változása – a gyorsulás – a rádiuszvektorral párhuzamos; ezért a sebességvektor is ugyanezzel a  $\Delta\phi$  szöggel fordul. Így végezetül: *azonos szögek megtétele során a sebességvektor változása állandó*. A hodográfot közelítő sokszögünket tehát úgy kapjuk, hogy egy állandó hosszúságú szakaszt mérünk fel  $N$ -szer újra és újra, minden alkalommal azonos  $\Delta\phi = 2\pi/N$  szöggel elforgatva. Ekkor *szabályos  $N$ -szöget kapunk* (6. ábra).

A bizonyítás abból adódik, hogy két, egymást követő szakasz felezőmerőlegesei  $\Delta\phi = 2\pi/N$  szöget zárnak be, melyet a szakaszok érintkezési pontjaihoz vont egyenes felez; a konstrukció során ugyanazt a „sárkány formájú” négyszöget ismételjük a felezőmerőlegesek  $K$  metszéspontja körül  $\Delta\phi = 2\pi/N$  szöggel elforgatva.  $K$  a sokszög köré írt kör középpontja. Ha a szakasz hossza  $b$ , a kör sugara  $r = b/2 \sin(\Delta\phi/2)$ .  $N$ -nel végtelenhez tartva a sokszög körhöz tart, melynek *centruma  $K$* .

Ezzel tételünket bebizonyítottuk.

A centrum általában *nem* a sebességsík origója; kivétel a körpálya előbb vizsgált esete. Tegyük föl először, hogy

7. ábra. Az általános bolygómozgás hodográfja excentrikus helyzetű kör.



$O$  a körlap belsejében, függőlegesen a  $K$  alatt van. A sebesség a hodográf kör origótól vett legtávolabbi pontjában a legnagyobb; ez a valódi pálya perihéliumpontja. Az átellenes, az origóhoz legközelebb fekvő pontban a sebesség a legkisebb; ez az aféliumpontnak felel meg. Mindkét pont a sebességsík  $OK$  egyenesén fekszik.

Míg a bolygó az  $A$  perihéliumpontból  $B$ -be halad, a hodográf megfelelő pontja a  $K$  centrumú kör origótól legtávolabbi fekvő  $a$  pontjából a  $b$  pontba jut. Az  $aKb$  *központi szög* az  $ASB$  szöggel egyenlő. Ez például úgy látható be, hogy a valódi trajektória szabályos,  $\Delta\phi = 2\pi/N$  szögű felosztását tekintjük; a megfelelő sebességtérbeli, centrumhoz viszonyított körívek egybevágóak, és számuk szintén  $N$ . Ezért központi szögek is ugyanakkorák.

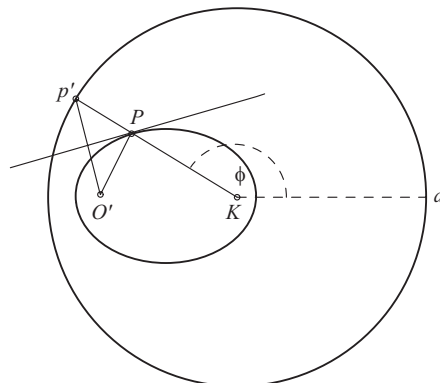
Utolsó feladatunk az *lenne*, hogy a bolygópályát – egy Kepler-ellipszist – a hodográfból rekonstruáljuk. Ez a *pálya* → *hodográf* konstrukció – azaz *deriválás* – műveletének megfordítása, vagyis *integrálás*, s ez Feynman levezetésének kritikus pontja.

Induljunk a hodográf kör legfelső,  $a$  pontjából. Ennek a valódi térbeli trajektória  $A$  perihéliumpontja felel meg. Miközben a hodográf pont  $a$ -ból a kör egy  $p$  pontjába halad, a bolygó a trajektória azon  $P$  pontjába jut, melyre a  $\phi = ASP$  szög az  $aKp$  központi szöggel egyenlő. Másrészt, a  $P$  pontbeli  $v_p$  sebesség épp az  $Op$  vektor. Feladatunk tehát annak a görbének a megkeresése, amelynek  $\phi$  irányú  $P$  pontjában vett érintője  $v_p$ . Erre Feynman előző cikkünk [2] 2. fejezetének – *Egy kis ellipszisgeometria* – konstrukcióját javasolja (8. ábra). Forgassuk el a hodográfot az óramutató járásának irányában  $90^\circ$ -kal. Legyen  $O$  és  $p$  képe  $O'$ , illetve  $p'$ .  $O'p'$  merőleges a  $P$ -beli sebességre, felezőmerőlegese ezért párhuzamos az érintővel. Utóbbi a  $K$ -ből induló,  $\phi$  szögű egyenest a  $P$  pontban metszi. Előző cikkünk [2] 2. fejezetében tárgyaltak szerint az így kapott  $P$  pontok ellipszist írnak le, melynek hodográfja a kör, amelyből kiindultunk.

A fentiekben feltettük, hogy a sebességsík origója a hodográf belsejében fekszik. Mi van, ha a kör külsejében vagy épp a kerületén van? Belátható, hogy ekkor szórt mozgásokat kapunk, nevezetesen külső pont esetén hipربولát, körön fekvő origó esetén pedig parabolát [5].

Foglaljuk össze röviden az eddigieket. Feynman – Newton *Principiá*ját követve – először a területi sebesség tételét vezeti le a dinamika alapelveiből, majd belátja, hogy körmozgás esetén Kepler III. törvénye azt követeli,

8. ábra. A trajektória rekonstrukciója a hodográfból.



hogy az erő inverz-négyzetes legyen. Az analitikus tárgyalásból tudjuk, hogy ebből már következnie kell Kepler I. törvényének [3, 4].

Feynman a hodográfól kiindulva konstruál egy ellipszist, de eljárásából nem világos, hogy *minden* mozgás szükségképpen elliptikus. A mechanika alaptörvényeivel való konzisztenciát sem ellenőrzi: Feynman Kepler I. törvényét valójában *nem* bizonyítja.

## Diszkusszió

Az Olvasó valószínűleg csalódást érez, hiszen Feynman (se Maxwell [2]) nem bizonyítja Kepler I. törvényét. Valójában Newton se: ő belátja ugyan, hogy megfelelően kis sebesség esetén minden pontból indul egy, a mechanika törvényeivel és az inverz-négyzetes erőtvénnyel konzisztens elliptikus mozgás, de nyitva marad a kérdés, hogy van-e más mozgás. Ez nem véletlen: mai nyelven, egy differenciálegyenletet kell integrálnunk, és a probléma a megoldás egzisztenciájának és unicitásának bizonyítása. Ez csak később, *Johann Bernoullinak* sikerült, haladotabb – analitikus – eszközökkel; ma ez a megszokott út [3].

A geometriai fejtegetések követése nem csekély szellemi erőfeszítést követel. Tudta ezt Feynman is, aki feljegyzéseit eredetileg a következő mondattal kezdte: „Egyszerű dolgok *egyszerű* bizonyítással rendelkeznek.” Aztán a második „egyszerű”-t áthúzta, s helyette beírta: „Egyszerű dolgok *elemi* bizonyítással rendelkeznek.”

Érdeemes-e az analitikus közelítést az itt bemutatott geometriaival helyettesíteni? Feynman válasza: „Szórazótató lehet néha, ünnepnapon hintón utazni; de minden hétköznap ...”

## Köszönetnyilvánítás

A szerző köszönetet mond *Sükösd Csabának* és *Balog Jánosnak* érdeklődésükért és tanácsaikért.

## Irodalom

1. D.L. GOODSTEIN, J.R. GOODSTEIN: *Feynman's lost lecture. The motion of the planets around the Sun* – Vintage, 1997
2. P.A. HORVÁTHY: *Bolygómozgás és geometria I.* – Fiz. Szle. 55 (2005) 48–52
3. BUDÓ ÁGOSTON: *Mechanika* – negyedik kiadás, Tankönyvkiadó, Budapest, 1965
4. L. LANDAU, J. LIFSIC: *Mechanika*
5. P.A. HORVÁTHY: *A Rutherford-féle szórásról* – Fiz. Szle. 54 (2004) 67–69

# A FIZIKA TANTÁRGY HELYZETE EGY VIZSGÁLAT TÜKRÉBEN – 2

Radnóti Katalin  
ELTE TTK Főiskolai Fizika Tanszék

Az Országos Köznevelési Intézet szervezésében lebonyolított tantárgyi obszervációs munkálatok folytatásaként 2003 szeptemberében kérdőíves adatgyűjtést végeztünk 200 különböző típusú (6 és 8 osztályos gimnázium, 4 osztályos gimnázium, szakközépiskola és szakiskola) középiskola bevonásával az ország minden tájáról. Összesen 155 iskola véleménye érkezett vissza. A korábban, 2002-ben történt, általános iskolai tanárok közt készített hasonló jellegű felmérésben 152 kolléga válaszait elemeztük, mely a *Fizikai Szemle* 2003/5-ös számában olvasható. Jelen tanulmányban többször hivatkozunk majd ezen adatgyűjtésünk eredményeire is, illetve összehasonlításokat teszünk.

A megkérdezett iskolák közt 37 olyan iskola van, ahol csak egyetlen fizikatanár tanít, ez 23,9%-a a megkérdezett iskoláknak. A vizsgálatba bevont 13 szakiskola mindegyike ilyen. Budapestről 40 iskola (25,6%) vett részt a felmérésben. A megkérdezett iskolák közül 54-ben van 1–2 olyan kolléga, aki főiskolai végzettségű. Ők főleg vidéken, kisebb településeken tanítanak szak-, illetve szakközépiskolákban. A felmérés során kapott adatokat többféle szempont szerint is elemeztük, mint például iskolatípus, településtípus. Ahol szignifikáns összefüggésekre bukkantunk, ott azt külön jelezzük.

A középiskolai tanárokat is megkérdeztük arról, hogy véleményük szerint vajon mennyire tarthatják fontosnak az ő tantárgyát a szülők és a gyerekek (*1. táblázat*). A

középiskolában tanító fizikatanárok szerint a fizikát a szülők  $2,92 \pm 0,71$ -ra értékelték. Az általános iskolai tanárok szerint a szülők  $3,28 \pm 0,73$ -ra. Vagyis a középiskolai tanulók szülei, a tanárok véleménye szerint, kevésbé tartják fontosnak a fizikát. Az eltérés szignifikáns.

A fizikatanárok szerint a középiskolában tanuló gyerekek  $2,64 \pm 0,73$ re értékelték fizikát. Az általános iskolai kollégák szerint viszont  $3,23 \pm 0,70$ -ra. Sajnos ez is csökkenő tendenciát mutat, a kollégák által becsült szülői véleményekhez hasonlóan, és itt is szignifikáns a különbség. A tanárok véleménye szerint egyetlen olyan gyerek sem létezik, aki „*nagyon fontos*”-nak tartaná a fizikát, vagyis nem szerepelt 5-ös válasz!

Továbbá az is látszik, hogy a tantárgy megítélése a gyerekek becsült véleménye szerint erőteljesebben romlik, mint a szülők becsült véleménye. Ez pedig nem ked-

	általános iskola		középiskola	
	fizika	összes tantárgy	fizika	összes tantárgy
szülő	3,28	3,53	2,92	3,34
gyerek	3,23	3,60	2,64	3,17

2. táblázat	
Néhány vélemény a fizikatanárok szerint szükségesnek ítélt változásokból	
Atomfizika bővítése	5,2%
Csillagászat bővítése	3,9%
Elektromosságban szűkítése	3,2%
El kellene hagyni a merev testek tárgyalását	1,9%
Több gyakorlati vonatkozás kellene	1,9%
Több fizikatörténet kellene	1,9%

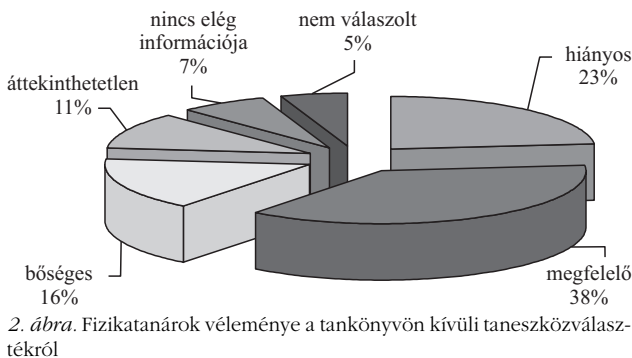
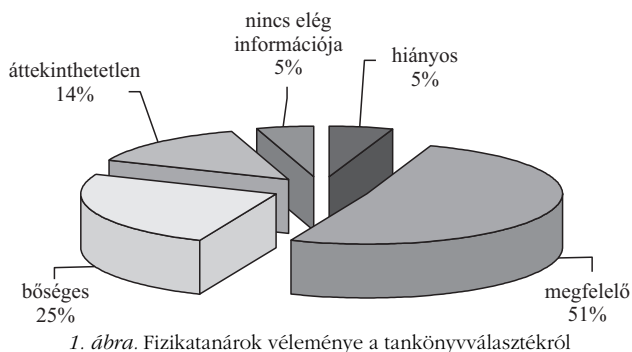
3. táblázat			
A keressztantervi követelmények megjelenése a fizikaórákon			
Keressztantervi követelmény	Lehetőség %-ban	Átlag	Szórás
Tanulás	49	3,63	0,75
Környezeti nevelés	32	3,54	0,81
Kommunikációs kultúra	29	3,17	0,77
Pályaorientáció	34	3,12	0,95
Kapcsolódás Európához és a nagyvilághoz	21	2,84	0,86
Testi, lelki egészség	16	2,52	0,94
Hon- és népismeret	12	2,40	0,99

vező tendenciát jelez előre a tantárgy vonatkozásában. Vagyis *számítani lehet arra, hogy a későbbiekben, a mostani középiskolások gyerekei esetleg még kevésbé fogják kedvelni a fizikát.*

A tantárgyi megítélés minden tantárgy esetében romlik, de eltérések vannak ennek mértékében. A fizika esetében ez drámainak nevezhető.

A fent említett adatok értelmében különösen érdekesek a következő kérdésekre kapott válaszok. Az általános iskolai kérdőívünkhöz hasonlóan a középiskolában tanító kollégákat is megkérdeztük arra vonatkozóan, hogy mennyire elégettek a fizikából tanítandó témakörökkel (2. táblázat). Melyeket kellene szerintük bővíteni, szűkíteni, esetleg teljesen elhagyni, vagy netán újként bevenni az oktatásba. Sajnos a kollégák nem voltak közlékenyek, mindössze harmadrésük foglalkozott egyáltalán a kérdéssel. Ennek minden bizonnyal az lehet az oka, hogy a fizika tantárgy keretei közt tanítandó témakörök, azok tárgyalásának mélysége hosszú évtizedek óta alig változott. Valószínűleg ezért nem is merül fel a kollégákban semmiféle változtatási igény. Így szokták meg, esetleg már őket is így tanították.

Érdeklődtünk a kollégáktól arról is, hogy mennyire tudják érvényesíteni szaktanári munkájukban a NAT közös követelményeiben (keressztantervként) megfogalmazottakat. A 3. táblázat első oszlopában az szerepel, hogy a tanárok szerint a fizika tantárgy mennyire ad lehetőséget a NAT közös követelményeiben megfogalmazott követelmények érvényesítésére! Majd a következő oszlopban az ötfokú skálán az, hogy tanóráikon átlagosan mennyire tudnak élni az első oszlopban jelzett lehetőséggel! A legjobban a környezeti nevelés és a tanu-



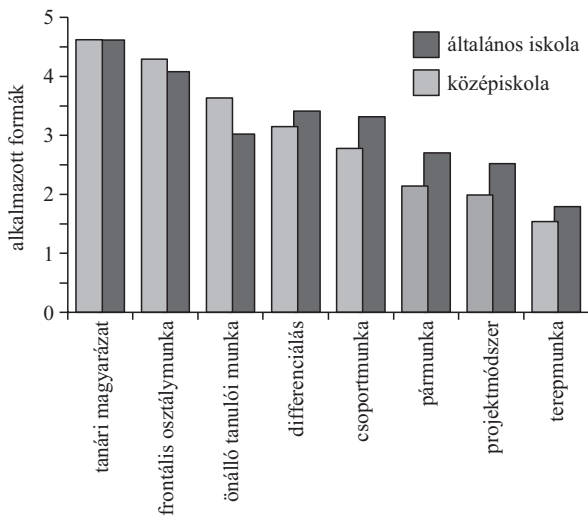
lás témaköre az, amelyben fejleszteni tudnak a fizikatanárok, míg a többi terület nem igazán hangsúlyos a fizikaórákon. A tanároknak csak közel fele válaszolt egyáltalán kérdéseinkre.

Érdeklődtünk a tanároktól a tankönyvválasztékkal kapcsolatban is. A kapott válaszok (1. ábra) alapján azt mondhatjuk, hogy a tanárok jelentős része megfelelőnek, sőt bőségesnek tartja a tankönyvválasztéket. Tehát ilyen jellegű fejlesztésre nem igazából van szükség. Ez hasonló az általános iskolai tanárok véleményéhez. Ott a megkérdezettek mindössze 5%-a tartotta egyik lehetséges fejlesztési területnek a tankönyvválaszték bővítését. Ez azért érdekes, mivel ilyen jellegű fejlesztések történnek a legnagyobb mértékben. A sok tankönyvkiadással is foglalkozó cég fontosnak tartja, hogy lehetőleg minden tantárgyhoz kapcsolódóan külön tankönyvsorozata legyen.

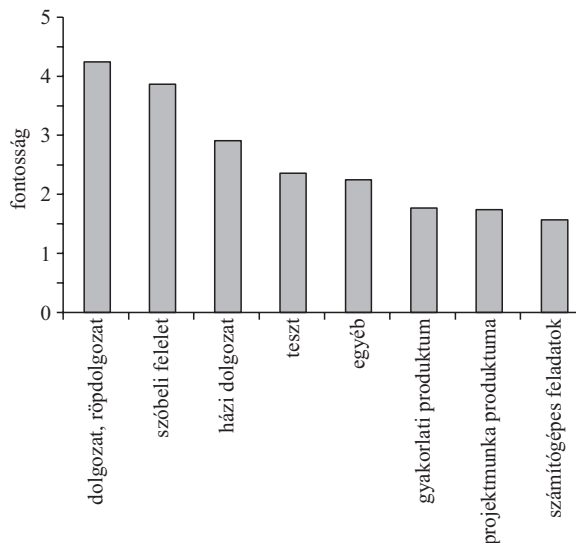
Érdeklődtünk arról is, hogy miként vannak megelégedve a tanárok a tankönyvön kívüli taneszközüválasztékkal, a válaszokat szemlélvén a 2. ábra. Az adatok alapján azt mondhatjuk, hogy a tanárok már közel sem annyira elégedettek, mint a tankönyvek esetében. Az általános iskolai tanároktól megkérdeztük azt is, hogy milyen jellegű taneszközök fejlesztését tartanák fontosnak, melyre 35%-ban azt válaszolták, hogy még több kísérleti eszközre lenne szükségük. Ilyen jellegű problémára a jelen kérdőívre adott válaszok elemzésekor nem bukkantunk.

## Didaktikai, módszertani vonatkozások

Felmérésünkben arról is érdeklődtünk a kollégáktól, hogy milyen gyakran alkalmaznak különböző munkaformákat óráikon. Az eredmények (3. ábra) alapján megállapíthatjuk, hogy a kollégák nagy része igen ritkán alkalmazza a különböző kollektív munkaformákat. A csoportmunkát 81%-uk soha vagy legfeljebb néha alkalmazza.



3. ábra. Tanulásszervezési formák



4. ábra. Fizikatanárok által értékelt tanulói produktumok

Az is látható, hogy a középiskolai tanárok még az általános iskolai kollégáknál is gyakrabban alkalmazzák a frontális óravezetést. Ellenben szignifikánsan többet foglalkoztatják a tanulókat különböző önállóan megoldható feladatokkal.

Kíváncsiak voltunk arra is, hogy a tanárok milyen jellemző tanulói produktumokat értékelnek. A válaszokból (4. ábra) az abszolút hagyományos értékelési formák túlsúlya látszik, a különböző dolgozatok, majd a szóbeli felelet. Az önálló feladatmegoldások, esetleg házi dolgozatok szerepe kisebb, és jelentősen elmaradnak a lehetőségektől a különböző gyakorlati produktumok értékelései. Pedig a fizika esetében lenne rá lehetőség, sőt kifejezetten szükséges is lehet egy-egy gyakorlati téma például kísérleti feldolgozása során. Sok olyan gyerek van, akik esetleg nehezen tudnak szóban vagy írásban megnyilatkozni, de remek gyakorlati érzékük van például kísérletezésnél vagy valamilyen produktum otthoni előállításában. Ne gondoljuk azt, hogy ezekkel a tevékenységekkel nem tanul a gyerek! Sőt, valójában a fizika kifejezetten olyan tudomány, ahol az elméleti megfontolásoknak éppen a gyakorlati vonatkozásokat esetlegesen van jelentősége. Az ilyen, inkább gyakorlati érzékkel, mint verbális képességekkel rendelkező tanulókat ennek elismerésével lehetne motiválni a fizika tanulása iránt. Az iskoláztatás ideje alatti sikerélmények pedig meghatározóak lehetnek az egyén életében abban a vonatkozásban, hogy majd leendő felnőttként is hajlandó-e szükség esetén visszaülni az iskolapadba. A sokszínű értékelési rendszernek, az elsősorban a gyermeki sikerélményt biztosító tanári, elsősorban pozitív, a gyermeki fejlődést elősegítő megnyilvánulásoknak óriási szerepe van az élethosszig tartó tanulásra való felkészítésben, mely a mai iskola egyik fontos feladata.

## A számítógép-, könyvtárhasználat tanulságai

Az általános iskolai kérdőívhez hasonlóan, érdeklődtünk a tanárkollégáktól arról is, hogy milyen mértékben igénylik a tanulóktól a könyvtár és a számítógép használatát. A következő válaszok születtek:

A könyvtár használatát körülbelül annyira kívánják meg a gyerekektől, mint az általános iskolában tanító kollégák:

- Általános iskolai fizikatanárok válasza:  $2,63 \pm 1,05$
- Középiskolai fizikatanárok válasza:  $2,81 \pm 0,71$ .

Az eltérés nem szignifikáns! A többi tantárgy esetében is hasonló a helyzet, kivéve a magyart.

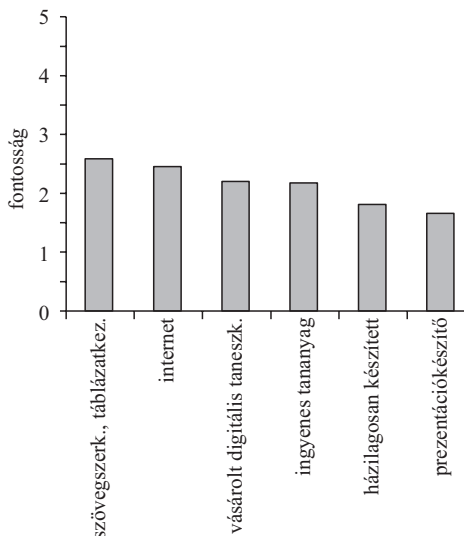
A számítógép használatának kérése a gyerekektől viszont, hipotézisünknek megfelelően, elterjedtebb a középiskolai kollégák között, bár még ez az érték is alacsonynak mondható:

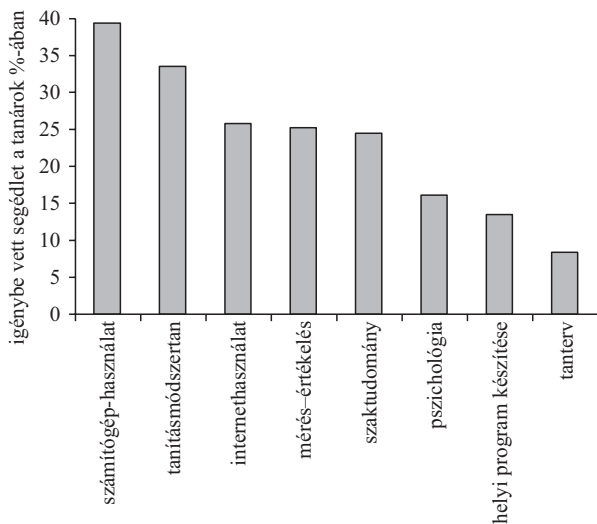
- Általános iskolai fizikatanárok válasza:  $1,91 \pm 1,20$
- Középiskolai fizikatanárok válasza:  $2,64 \pm 0,83$ .

Az eltérés szignifikáns. A gimnáziumoknál kicsit jobb az átlag, ellenben a szakiskolák esetében szignifikánsan gyengébb, mindössze  $1,92 \pm 0,90$ .

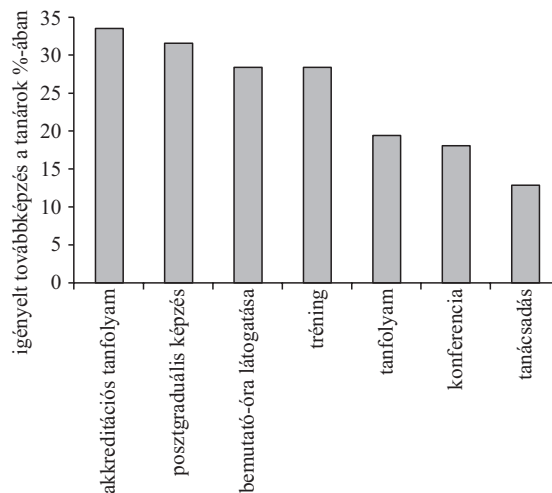
A többi tantárgy esetében is hasonló a helyzet, kivéve az informatika tantárgyat. Ennek minden bizonnyal az is oka lehet, hogy az iskolák a számítógépek jelentős részét az informatika tanteremben helyezik el, ahová csak az

5. ábra. Informatikai eszközök használata





6. ábra. A fizikatanárok továbbképzési igényei



7. ábra. A fizikatanárok által igényelt továbbképzési formák

informatikaórákon járnak be, más tantárgy nem igazán használhatja. A többi szaktanteremben, ha egyáltalán van, nem található számítógép, projektor még kevésbé, mely szükséges lenne ahhoz, hogy különböző bemutató-sokhoz használni lehessen.

Kíváncsiak voltunk a számítógép különböző jellegű alkalmazási gyakoriságára az iskolai munkában. Az eredményeket látva (5. ábra) megállapíthatjuk, hogy a kollégák alig használják ki a számítógép adta lehetőségeket oktatómunkájuk során. Legnagyobb mértékben a különböző szövegszerkesztő programokat használják kollégák. Ezen a téren komoly fejlesztésekre van szükség, hiszen a továbbképzési igényeket firtató kérdésnél sok kolléga jelölte meg a számítógépes ismereteket.

## Továbbképzések

Érdeklődtünk a tanároktól arról is, mely területeken érzik leginkább úgy, hogy továbbképzésre lenne szükségük (6. ábra). Általánosságban elmondható, hogy a tanárok érdeklődnek, nyitottak az újdonságokra, majdnem mindegyik kolléga válaszolt a kérdésre. Különösen jó látni, hogy a számítógép és az Internet használata iránt is ilyen nagy az érdeklődés. Az általános iskolai kollégáknak sajnos csak néhány százaléka (6%) érdeklődött e terület iránt.

Érdeklődtünk a tanárok által igényelt továbbképzési formák iránt is (7. ábra). Érdekes, hogy míg az általános iskolai kollégák igen magas, 45%-ban jelölték meg a bemutató óra látogatását, addig a középiskolai kollégák ezt a lehetőséget csak 28,4%-ban igényelnék. Inkább akkreditált tanfolyamra és posztgraduális képzésre járnának. Érdekes az is, hogy a konferenciát csak 18,1%-ban választották, pedig az évente megrendezésre kerülő Fizikatanári Anketok is akkreditált továbbképzésnek számítanak. Sajnos évek óta valóban csökken ezeknek a konferenciáknak a látogatottsága. Ennek nyilván több oka is van. Valószínűleg nem minden kollégának tudja az iskola kifizetni a rendezvény költségét, illetve esetleg nem akarják a kollégák az amúgy is rövid tavaszi szünet egy részét feláldozni.

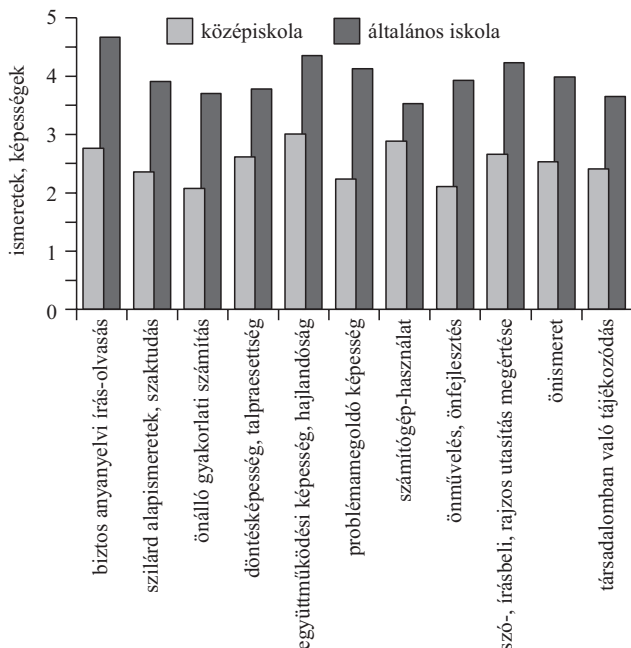
## Alkalmazható tudás kérdése

A következő két kérdéscsoportban a tanárok tanulókkal szemben támasztott elvárásait és a tanulók a kollégák szerint megítélt képességeit vettük szemügyre. Az első kérdésorban azt kértük, hogy osztályozzák mindkét oldalon, hogy azok a gyerekek, akik az adott középiskolában elkezdi a tanulmányait, mennyire rendelkeznek bizonyos ismeretekkel és képességekkel, illetve hogy a kolléga szerint mennyire volna fontos, hogy rendelkezzenek ezekkel! Amint az a 8. ábrán látható, óriási különbség van a tanárok „vágyálmai” és a valóság között.

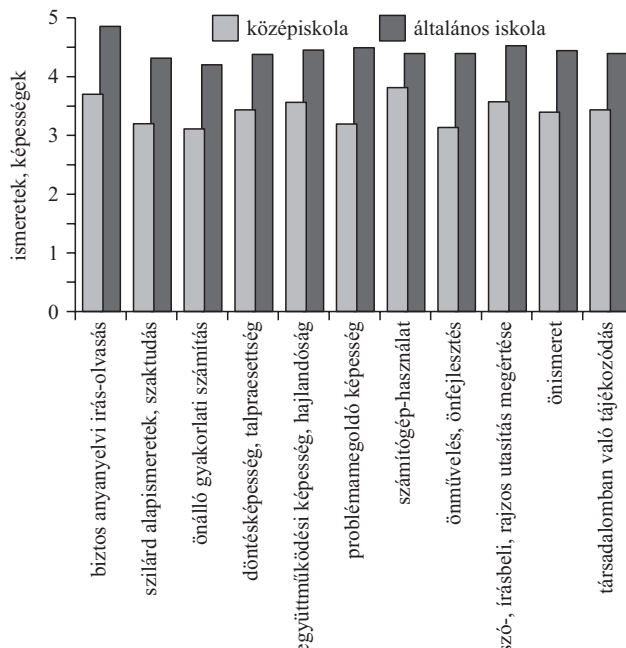
A második kérdésorban ugyanazok az ismeretek és képességek szerepelnek, de a kollégáknak most azt kellett megítélnie, hogy mennyire rendelkeznek ezekkel az iskolájukat befejező gyerekek. A 9. ábrát megnézve megállapíthatjuk, hogy a helyzet nem reménytelen. Hiszen mindegyik esetben közel egy egységgel jobban ítélik meg a kollégák az intézményüket éppen elhagyó gyerekek ismereteit, képességeit. Kivétel az együttműködési képesség esete, ahol csak fél egység a növekedés. Minden esetben szignifikánsak a különbségek. Persze nem lettek olyanok, amilyenek szeretnék őket látni, de a fejlődés akkor is számottevő. És ennek örülni kell!

Az eddigiekben a kérdőív azon részét elemeztük, mely kérdések azonosak voltak minden tanár számára, szakjától függetlenül. A kérdőíven azonban szerepeltek olyan kérdések is, melyeket csak és kizárólag fizikatanároknak tettünk fel. Ugyanazokat a kérdéseket használtuk az összehasonlíthatóság miatt, mint az általános iskolai felmérésben. A következőkben e kérdésekre adott válaszok elemzése olvasható. Az előzőektől eltérően itt nem 5, hanem 10 fokozatú skálán kellett válaszolni. A következő három kérdésorra adott válaszokat tanulmányozva azt lehet mondani, hogy azzal a válaszlehetőséggel, amellyel a tanárok szinte teljes mértékben egyetértenek, elég magas értékeket írtak be: 8, 9, illetve 10. Amennyiben kevéssé, akkor 5, 6. Az 5 alatti értékek esetében gyakorlatilag nem úgy gondolják, ahogyan azt a válaszlehetőséget megfogalmaztuk.

Arra voltunk kíváncsiak, hogy a tanulók mely területekről hoznak magukkal a fizika tantárgy tanulása során



8. ábra. Tanári elvárások és az iskolába belépő gyermek



9. ábra. Tanári elvárások és az iskolát elhagyó gyermek

felhasználható ismereteket. Ez azért fontos, mivel az oktatás során tudomásul kell vennünk azt a tényt, hogy a gyerekek nem csak az iskolában tanulnak. Ellenben jó, sőt kifejezetten fontos, ha a máshonnan származó ismereteket a megfelelő helyen az iskola beépíti, felhasználja, sőt sok esetben pontosítja, rendszerbe foglalja a gyerekek számára. A válaszokra kapott értékek viszont nem tűnnek túl biztatóknak (10. ábra), melyek általában alacsonyabbak az általános iskolai tanárok válaszáinál is. Az eltérések szignifikánsak, kivéve az újság, folyóirat és a mozi, videó esetét, mely mindkét esetben nagyon alacsonynak mondható.

A 6 és 8 osztályos gimnáziumok esetében a technika és informatika tantárgyban tanult ismereteket szignifikánsan alacsonyabb mértékben alkalmazzák az oktatómunka során,  $4,70 \pm 1,73$ . Az újságok, folyóiratok adta lehetőségeket pedig a szakiskolai kollégák használják ki szignifikánsan alacsonyabb mértékben,  $3,31 \pm 2,36$ .

Különböző tevékenységek fontosságáról feltett kérdéseinkre kapott válaszok alapján öröndetes látni (11. ábra), hogy a kollégák mennyire fontosnak tartják általánosságban az általunk felsorolt szempontokat, bár itt is elmondható, hogy általában alacsonyabb átlagok születtek, mint az általános iskolai tanárok esetében. Komoly, szignifikáns eltérés van a tanulmányi versenyekre való felkészítés fontosságának megítélésében. Ezt a feladatot a középiskolában tanító kollégák nem tartják igazán fontos feladatnak! Kivéve a 6 és 8 osztályos gimnáziumban tanító kollégákat. Az ő átlaguk  $6,96 \pm 1,71$ , mely szignifikánsan nagyobb az átlaghoz viszonyítva. Kicsit alacsonyabb az átlag az általános iskolai kollégákhoz képest, de ez az eltérés nem szignifikáns különbség. Azt gondoltuk, hogy annak ellenére, hogy tudjuk, hogy a fizika tantárggyal, annak megítélésével komoly problémák vannak, de a tehetség gondozás területe rendben van. Ez komoly probléma, mely eddig nem igazán látszott ilyen nagynak. Pedig az országban kifejezetten sok különböző helyi és országos

verseny van. De úgy látszik, hogy a tanárok energiájából nem igazából telik az ezekre való felkészítésre.

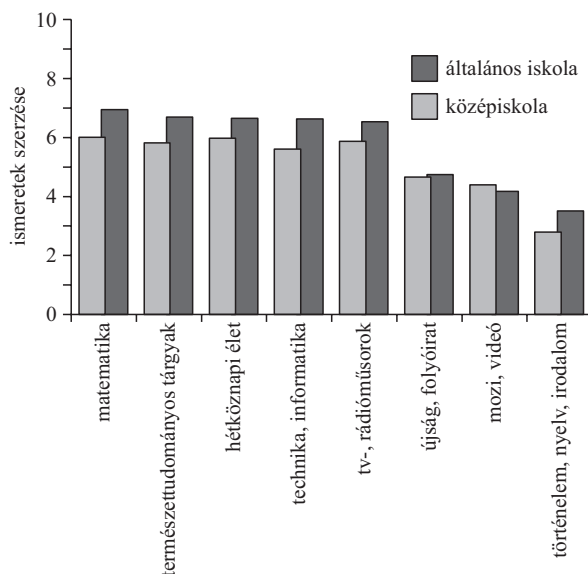
Szignifikáns eltérés van a tanulói kísérletezés fontosságának megítélésében is. A középiskolai kollégák szerint ez nem olyan fontos.

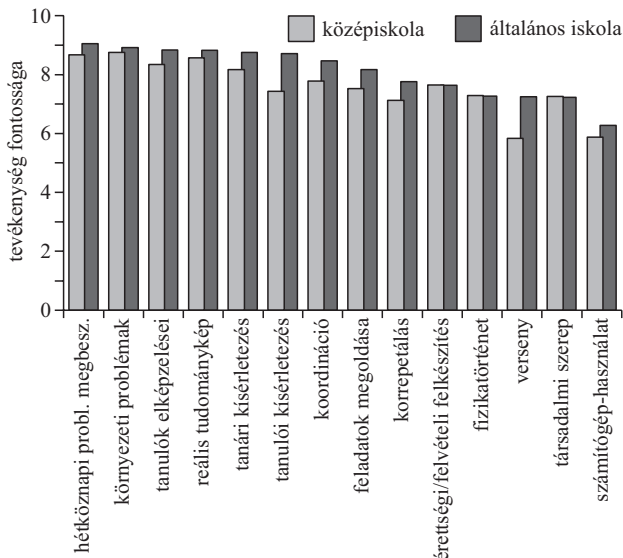
A számítógép használata ebben az esetben is kiugróan alacsony értéket mutat, mely az általános iskolai kollégák véleményével gyakorlatilag azonos, nincs szignifikáns különbség a megítélésben.

A feladatok megoldását érdekes módon az általános iskolai kollégák szignifikánsan fontosabbnak tartják. A fizika és a többi tantárgy koordinációja is az általános iskolai tanároknál tűnik fontosabbnak.

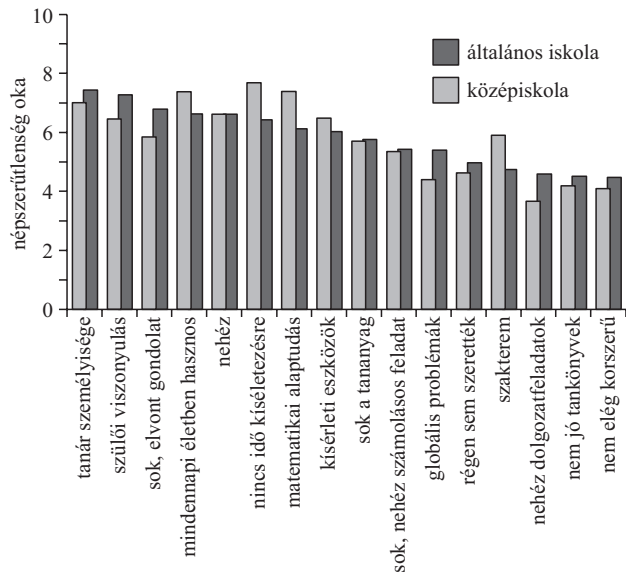
A többi esetben nincs szignifikáns eltérés az általános iskolai és a középiskolai kollégák véleményében.

10. ábra. A tanulók máshonnan szerzett ismereteinek felhasználása





11. ábra. Különböző tevékenységek fontossága



12. ábra. A népszerűtlenség lehetséges okai

„A népszerűtlenség lehetséges okai” kérdésünkben azt firtattuk, hogy az általunk felsorolt lehetőségek közül melyiket milyen mértékben teszik felelőssé a tanárok a fizika tantárgy népszerűtlenségéért. Az előző két kérdésben adott értékek alapján azt lehet mondani, hogy nem értenek maradéktalanul egyet a felsorolt okokkal (12. ábra). A közös rész hasonló jellegű kérdésére 47,7%-ban azt válaszolták a tanárok, hogy a legnagyobb probléma az időhiány. Ellenben ebben az esetben nem tartják soknak a tananyagot (5,70±3,06), bár elég nagy a válaszok szórása. Általánosságban is elmondható, hogy e kérdés megítélésében a legkevésbé egységes a tanárok véleménye, hiszen itt a legnagyobbak a szórásértékek.

Sokan gondolják azt, hogy fontos a tanár személyisége, a szülők viszonyulása a tantárgyhoz. Ellenben nem igazán gondolják azt, hogy a fizika valójában nehéz tantárgy (6,61±2,62) az általános iskolai tanárokkal egyetértésben.

Abban sem értenek velem egyet a kollégák, hogy a fizika sok elvont gondolatot tartalmaz (5,84±2,62), sőt szignifikánsan alacsonyabb válaszok születtek, mint az általános iskolai tanárok esetében. Azt sem gondolják, hogy sok a nehéz számolásos feladat, és legkevésbé sem gondolják, hogy nehéz jó jegyeket szerezni (3,67±2,19), mely szintén szignifikánsan alacsonyabb érték az általános iskolai kollégáknál. Ebben a kérdésben a kollégák 20%-a egyáltalán nem ért velem egyet, mivel az 1-est jelölte meg.

Szignifikánsan magasabb értékek születtek viszont a kísérletezés lehetőségeivel kapcsolatban, a gyerekek matematikai alaptudásának megítélésében, a mindennapi életben való használhatóság tekintetében.

A tanárok válaszait elemezve az látható, hogy szerintük a fizika tantárgy így jó, ahogy van. A már korábban elemzett, azt a dolgot firtató kérdésre, hogy mit változtatnának, nem sokan válaszoltak. Azzal az állítással, hogy a fizika tantárgy nem eléggé korszerű, a kollégák egyötöde egyáltalán nem ért egyet, mivel az egyest jelölték meg. A kísérletezéshez szükséges feltételeket sem ítélik igazából túl rossznak, bár itt is elég nagy a szórás. A szakiskolában tanító kollégák helyzete viszont szignifikánsan rosszabbnak mondható ezen a téren 8,00±3,38.

Az utolsó kérdés az volt, hogy milyen változtatást javasolnánk a tanárok az elkövetkezendő időben. Mindössze 83 fő válaszolt a 155 megkérdezettből, melyek közül a legfontosabbak a következők: 22%-uk emelné az óraszámot és 8,3%-uk jobb felszerelésre tartana igényt.



Összefoglalva az eredményeket a kérdőíves adatfelvétel utáni elemzés alapján megállapítható, hogy a tanárok jelentős része frontális módon tanít. A különböző kollektív munkaformákat csak ritkán alkalmazzák a kollégák.

Alacsony szintű a számítógép bármilyen célú használata a fizikaórákon, de a kollégák nagy részének igénye van arra, hogy ezt az eszközt jobban bevonja az oktatási folyamatba, illetve továbbképezze magát az általános iskolai tanárokkal ellentétben.

Az előzetes várakozásoknak megfelelően sokan hivatkoznak az időhiányra, amit sajnos valós problémaként kell kezelni, hiszen a tantárgy sok tanórát veszített a NAT és kerettanterv bevezetése következményeképpen, ami komoly veszteség a tantárgy számára.

Szerkesztőség: 1027 Budapest, II. Fő utca 68. Eötvös Loránd Fizikai Társulat. Telefon/fax: (1) 201-8682

A Társulat Internet honlapja <http://www.elft.hu>, e-postacíme: mail.elft@mtsz.hu

Kiadja az Eötvös Loránd Fizikai Társulat, felelős: Berényi Dénes főszerkesztő.

Kéziratokat nem örzünk meg és nem küldünk vissza. A szerzőknek tiszteletpéldányt küldünk.

Nyomdai előkészítés: Kármán Tamás, nyomdai munkálatok: OOK-PRESS Kft., felelős vezető: Szathmáry Attila ügyvezető igazgató.

Terjeszti az Eötvös Loránd Fizikai Társulat, előfizethető a Társulatnál vagy postautalványon a 10200830-32310274-00000000 számú egyszámlán.

Megjelenik havonta, egyes szám ára: 600.- Ft + postaköltség.

HU ISSN 0015-3257

## KOCH JÓZSEF

1931–2005

*Koch József* halálhíre villámcsapásként érte a magyar kozmikus sugárzási kutatócsoport tagjait és mindazokat a fizikusokat, akik ismertek, szerették és tisztelték őt.

Jóska 1931-ben született Budapesten. Gimnáziumi tanulmányait az újpesti Könyves Kálmán Gimnáziumban, egyetemi tanulmányait az Eötvös Loránd Tudományegyetem fizika szakán végezte, ahol 1953-ban diplomázott. Kutatómunkáját az MTA Központi Fizikai Kutató Intézetében kezdte, és ott is fejezte be. Először a KFKI Kozmikus Sugárzási Laboratóriumában dolgozott, ahol *Jánossy Lajos* professzor vezetése alatt főleg metodikai és műszerépítési munkát végzett. Később az Elektronikus Kutató Csoportnál, majd az Elektronikus Főosztályon végzett hasonló jellegű kutatásokat, azután ismét a Kozmikus Sugárzási Osztályon és a Nagyenergiájú Fizikai Főosztályon. A KFKI-n belül később alakult Rézecske- és Magfizikai Kutató Intézet volt Jóska utolsó munkahelye. Jelentős nemzetközi elismerést nyert, széles körű kutatásai a GM-csövek és az ezekhez csatlakozó elektronika vizsgálatán túlmenően főleg a nagyenergiájú fizikai és magfizikai mérések automatizálására, valamint számítógépes vezérlésére irányultak.

Jóska 1958-ban egy hónapot töltött a Brüsszeli Világkiállításon, és 1960 óta gyakran járt kiküldetésen a Szovjetunióban, Bulgáriában, az NDK-ban, az NSZK-ban, Cseh-



szlovákiában, Lengyelországban, Ausztriában, Svájcban, Angliában, Belgiumban és Olaszországban. 18 tudományos cikket publikált magyar és külföldi folyóiratokban, és számos előadást tartott nemzetközi konferenciákon. A KFKI-ban a VEGA program keretében végzett kutatómunkájáért igazgatói kitüntetést kapott, feltalálói munkásságáért a „Kiváló Feltaláló” bronz fokozatát nyerte el az Országos Találmányi Hivataltól. A nyomkamra adatainak feldolgozására szolgáló RIMA mérőrendszer kifejlesztéséért a KFKI Jánossy-díját, az autonóm CAMAC vezérlő család kifejlesztéséért pedig a KFKI Intézeti Díj 1. fokozatát kapta meg.

Koch Jóska sikeres kutatómunkája mellett hivatásos barlangkutató is volt, részt vett számos barlang felfedezésében és feltárásában. Ezek közül híres lett a Jósfafő melletti nagy cseppkőbarlang, amelynek egyik termében ma tüdőbeteg és asztmás gyerekeket kúrálnak.

Koch Jóska 73 éves korában, 2005. január 27-én távozott az élők sorából. Ő nemcsak kiváló tudományos kutató és feltaláló, de jó barát és mindig segítségre kész munkatárs is volt, aki minden kollégájának szeretetét és megbecsülését érdemelte ki. Mindezek öszinte, mély szeretettel emlékeznek meg ennek a kiváló egyéniségnek életéről és sikeres munkájáról, és részvétüket fejezik ki a gyászoló Koch családnak.

*Fenyves Ervin*

## JÁNOSSY LAJOS, A FIZIKUS

*Jánossy Lajos* számomra elsősorban mindig fizikus volt – nem kísérleti és nem elméleti fizikus, hanem egyszerűen fizikus. Diákkoromból emlékszem arra a tréfás meghatározásra, hogy kísérleti, illetve elméleti fizikus az, aki meg tudja mérni, illetve ki tudja számolni, de egyikük sem tudja, mit. Fizikus ezzel szemben az, aki nem biztos, hogy profi módon meg tudja mérni vagy ki tudja számolni, de tudja, mit.

Jánossy professzor bizonyos értelemben élete végéig amatőr maradt. Mindig, de legalábbis végleges hazatérése

után nagyrészt olyan problémákat keresett magának, amelyeket alapvetőnek tartott, de amelyek irodalmában és az adott időpontban általánosan elfogadott értelmezésében nem volt egészen otthon. Mindig tanult (saját megfontolásokból, szemináriumi diszkussziókból, személyes beszélgetésekből és levélbeli eszmecserekből, és csak kisebbrészt könyvekből és folyóiratokból), és mindig új utakat keresett. Kutatásait mindig az érdeklődés és nem a piac motiválta. Ha egy problémát sikerült megoldania, vagy megítélése szerint az elvesztette alapvető fontosság-

**Király Péter**  
MTA KFKI RMKI



gát, akkor többet nem vagy csak alig foglalkozott vele. Így a kozmikus sugárzás másodlagos komponensének kölcsönhatásaival, amely területen Angliában és Írországban rendkívül fontos eredményeket ért el, és aminek nemzetközi hírnevét köszönhetette, hazatérése után megítélesem szerint inkább csak mellékesen és részben pedagógiai céllal foglalkozott. Ez a terület alkalmas volt a részecskefizika mérés technikájának hazai kifejlesztésére és a fiatal munkatársak kutatási módszerekbe való bevezetésére, de régi, alapvető jelentőségét már nagyrészt elvesztette, hiszen a müon és az erős kölcsönhatást közvetítő, Yukawa által megjósolt pi-mezon külön-külön létezése tisztázódott, és a kölcsönhatások vizsgálatában egyre inkább a gyorsítók váltak dominánssá. Amikor az ötvenes években ez a fordulat bekövetkezett, a KFKI-ban már jól képzett munkatársak álltak készen mind a kölcsönhatások gyorsító vizsgálatának folytatására, mind a kozmikus sugárzás más jellemzőinek, például az elsődleges komponens anizotropiájának vizsgálatára. Jánossyt ekkor már inkább az elektromágneses sugárzás és a foton témaköre, a kvantumfizika és a relativitáselmélet alapvető kérdései, valamint a mérésiértékelés általános problémaköre foglalkoztatta.

En első alkalommal már a hatvanas évek elején, az egyetemen tartott valószínűség-számítási előadásai során kerültem vele kapcsolatba. Szokatlanok és számomra igen gondolatébresztőek, de sokak számára nehezen követhetőek voltak előadásai. Utólag megítélve benyomásaim nagyon hasonlítottak ahhoz, amit maga Jánossy ír le *Schrödingerrel* kapcsolatban, akinek előadásait a 30-as évek elején Berlinben hallgatta: „Első személyes benyomásom mindig élénken emlékezetemben marad. Beléptem a berlini egyetem egyik nagy előadótermébe, hogy meghallgassam előadását. Ekkoriban Berlinben a professzorok, sőt a tanársegédek is igen gondosan öltöztek. Belépett egy kis, vidékiesen öltözött emberke, és elkezdte előadását hevesen gesztikulálva, erős bécsi kiejtéssel. Bevallom, első reakcióm a nevetési inger volt. De hamar Schrödinger varázsa alá kerültem, és megéreztam az általa közölt gondolatok mélységét. Miközben előadott, úgy tűnt, hogy a témával akkor és ott küzd meg.” (*Fizikai Szemle* 37/4 (1987) 122. old.)

Kapcsolatunk egy diákköri munka során kezdett munkakapcsolattá válni. A kozmikus sugárzás és általában minden részecskefizikai mérés során a beütésszámok jó közelítéssel Poisson-eloszlást követnek; ilyen mérések tervezésére (azaz a mérések számának és bizonyos más paramétereinek adott teljes mérési idő melletti optimalizálására) vonatkozó feladatot kaptam Jánossy professzortól, amelyet bizonyos részesetekre sikerült némi matematikai segítséggel megoldanom, általánosabb (bár még mindig nem teljesen általános) megoldását azonban csak jóval később sikerült megadnunk. Amikor a KFKI Matematikai Főosztályára, majd később Jánossy saját elméleti csoportjába kerültem, sok általa irányított munkában vettem részt. Megismertem gyors (gyakran a munkatársak számára túl gyors és nehezen követhető) gondolkodását és széles látókörét, de bizonyos területeken csőlítását is. Emellett – támogatásával, de lényegében tőle függetlenül – részt vettem sok kozmikus sugárzási munkában, ame-

lyek során kapcsolatba kerültem számos külföldi munkatársával, akikkel hazatérte előtt dolgozott, és eljutottam azokba az intézetekbe, ahol tevékenykedett.

Jártam Berlinben és Potsdamban, ahol *Werner Kolbörster* irányításával első tudományos eredményei születtek, a londoni Birkbeck Kollégiumban, ahol Németországból távozva 1936-tól 38-ig dolgozott, Manchesterben, ahol ezt követően a háború alatt, majd egészen 1947-ig tevékenykedett, és ahol talán legnagyobb tudományos eredményeit érte el *George Rochesterrel* együtt a kozmikus sugárzás áthatoló záporainak vizsgálatával (ez utóbbiakról és a manchesteri kozmikus sugárzási iskola tevékenységéről Rochester professzor halála után, a *Fizikai Szemle* 52/6 (2002) számában emlékeztem meg). Jártam Dublinban is, ahol a Schrödinger és *Heitler* vezette intézet újonnan alapított kozmikus sugárzási részlegét vezette alig 35 évesen, „senior professor”-ként. Volt munkatársai mindenhol szívesen emlékeztek vissza a közös munkákra, és mindenhol kiemelték sokoldalú érdeklődését és tájékozottságát, valamint rendkívül invenciózus problémamegoldó készségét. Néhány éve egy Nottinghamban rendezett konferencián vettem részt, melynek társelnöke, *A.L. Hodson* visszaemlékezést tartott a régi manchesteri tanszékről, melyet a Nobel-díjas *Patrick Blackett* vezetett, és előadásában külön kiemelte Jánossy Lajos szerepét, csodálkozásának adva hangot, hogy pont róla az egyetem egyetlen épületét sem nevezték el.

Jánossy Lajos ellentmondásos személyiség volt egy ellentmondásos korban. Magyarországról gyermekkorában került Bécsbe, majd egyetemi tanulmányokra Berlinbe, ahol korai tudományos karrierje is kezdődött. A hitleri Németországból távozott a háború előtti Angliába, ahol aztán a háború idején az „ellenséges idegeneket” nem mindenki látta szívesen. Eközben édesanyja és nevelőapja, *Lukács György* a Szovjetunióban keresett menedéket. A háború után Manchesterben úgy érezte, hogy a háború alatt elért, valóban úttörő jellegű tudományos eredményeit nem értékeli érdemeinek megfelelően, és az előléptetéseknel előnyben részesítik vele szemben azokat a kollégáit, akik háborús igényekhez kapcsolódó munkákat (pl. radarfejlesztést) végeztek. Ekkor fogadta el Heitler és Schrödinger meghívását Dublinba, ahol a háború elején alapított Institute for Advanced Studies új, kozmikus sugárzási részlegének alapjait kellett leraknia. Majd 1950-ben, talán édesanyja hívását követve és az írországi bürokratikus ügyintézésből is kiábrándulva, hazatelepült, belekerülve az itthoni torzult tudományos és politikai életbe. Itthon jelentősen hozzájárult a KFKI megalapításához és a kutatás világszínvonalhoz való felzárkóztatásának beindításához, miközben nyilván sok kompromisszumot is kötnie kellett, amelyekről részleteket ma sem tudunk. Itthon vezetőként, oktatóként, politikusként és tudósként egyaránt helyt kellett állnia, és valószínűleg még ma sem vállalkozna senki arra, hogy valamennyi tevékenységéről objektív, kiegyensúlyozott összefoglaló értékelést adjon. Mindenki csak személyes tapasztalatait és élményei alapján tud róla, illetve egyéniségének és tevékenységének egy-egy oldaláról véleményt kialakítani. Számomra mindig „a fizikus” marad.

# EMLÉKTÁBLÁT AVATTUNK

Varga Károly fizikus sok alkalommal dolgozott erőművünkben. Szakterülete a csak víz alatt kezelhető, erősen sugárzó anyagok (döntően a besugárzott fűtőelemkötegek) vizuális megfigyelése és értékelése volt. Az általa kidolgozott eszköz a periszkóp elvét alkalmazta a speciális körülményekre. A szakmai zsargonban „kukucska” névre hallgató eszközzel NAÜ-szakértőként dolgozott például Egyiptomban, közreműködött a greifswaldi enyhén kiégett kazeták átvétel előtti vizsgálatában.

Varga Károly a munkáját nagyon komolyan vette, de az élet többi területén szerette a viccelődést, derűs egyénisége a többieket is gyakran jókedvre bírta. A fiatalabak Charlie bácsinak, mi régebbiek csak Charlie-nak szólítottuk. 78 éves korában, 2002-ben hunyt el.

Varga Károly a kiskunhalasi Szilády Áron Református Gimnáziumban érettségizett. Osztálytársaival nem szakadt meg a kapcsolata, tagja volt a Gimnázium Öregdiákjai Baráti Körének. Az öregdiákok, bírva a család és a gimnázium egyetértését, elhatározták, hogy emléktáblával örökítik meg Varga Károly emlékét. Ehhez a PA Rt. anyagi és erkölcsi támogatását is kérték.

Az emléktábla avatására 2005. május 7-én került sor. Az összegyűltek (családtagok, diáktársak, kollégák és tisztelők) előtt négy emlékbeszéd hangzott el, köztük a



család felkérése alapján *Németh Gábertől*, aki a PA Rt. karbantartási igazgatójaként dolgozott együtt néhány évig Varga Károllyal. A gimnázium igazgatónöje fogadalmat tett, hogy a táblát meg fogják őrizni. A kis ünnepség végén a jelenlévők a Szózatot énekelték el.

Charlie! Emlékedet immár márványba vésve is őrizzük.

*Rósa Géza*

## INTÉZETEINK – TANSZÉKEINK

# BEMUTATKOZIK AZ ELTE BIOLÓGIAI FIZIKA TANSZÉKE

A Biológiai Fizika Tanszék viszonylag új oktatási és kutatási egység, ezért ismertetésének elején röviden áttekintjük, hogy miért és milyen körülmények között alakult meg. Ebből a célból először is azt tisztázzuk, hogy milyen célkitűzéseket tükröz a tanszék elnevezése.

Mi is az a *biológiai fizika*, és miben más, mint a *biofizika*? A választ azzal kell kezdenünk, hogy a biológia terén napjainkban születő és rendkívüli távlatokat sejtető felfedezések egyre nagyobb érdeklődést váltanak ki az élő rendszerek viselkedésének kutatása iránt. Ezzel egyidejűleg a biológustársadalomban egyre inkább fellepett az igény tudományterületük kvantitatívabbá tételére, azaz arra, hogy az élő rendszerek tulajdonságait lehetőség szerint egzakt, számokban is jól kifejezhető módon írják le, vizsgálják. Erre jó lehetőséget nyújtanak a fizikusok által kifejlesztett mérési technikák, berendezések, számítógépes programok.

A biofizika hagyományos témái és módszerei mellett megjelentek frissebb fizikai eszköztáru megközelítések. A biológiai jelenségeket ilyen új fizikai módszerek segítsé-

gével vizsgáló tudományterület a *biológiai fizika*. Témáiból – a teljesség igénye nélkül – felsorolunk néhányat az általunk legfontosabbnak tekintettek közül. Néhány alkalmazást is megemlítünk zárójelben: káosz, önszervező kritikusság,  $1/f$ -zaj (szívritmusban, tüdő működésében, általában kváziperiodikus jelenségekben stb.); komplex mintázatok képződése (fraktálnövekedés, sejtautomaták); ideghálózatok (tanulás, memória); DNS-szekvenciák analízise; fehérjék felcsavarodása; az evolúció új modelljei (molekuláris szintű, globális); kollektív jelenségek (mozgás, önszervezés, szinkronizáció), molekuláris motorok, biológiai membránok dinamikája.

## A Biológiai Fizika Tanszék története

Az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karán a társ-tudományterületek felé nyitás szellemében, az akkori dékán, *Kiss Ádám* professzor kezdeményezését követően született meg 1997-ben a Fizikus

Tanszékcsoport döntése, hogy Biológiai Fizika Tanszékét hozzanak létre, és ezáltal a biológia és a fizika határterületén folyó kutatásoknak és a hozzájuk kapcsolódó oktatásnak önálló profilú egységet teremtsenek. A döntést támogatta *Marx György* professzor is, annak az Atomfizikai Tanszéknek több évtizeden átívelő sikeres, nagyhatású vezetője, amely az alakuló tanszék tagjait adta. A Tanszék alapítója és mindmáig vezetője *Vicsek Tamás* akadémikus. Az új tanszék szakmai feltételeit az ELTE Atomfizikai Tanszék keretei között a biológiához csatlakozó területeken hosszú évek óta folytatott színvonalas, sokrétű oktatás és kutatás biztosította. A tudományos világban akkortájt többek között az USA-ban (a Rockefeller Intézetben), és Németországban (Drezdában, Jülichben) alakult hasonló csoport, és több amerikai egyetemen is tervezték ilyen jellegű egységek létrehozását. Az új tanszéken egymást kiegészítve találhatók meg a hagyományosabb biofizikai és az újabb irányzatokhoz tartozó témák.

A biofizikával kapcsolatos tevékenység a Marx György akadémikus által vezetett Atomfizikai Tanszéken kezdődött a hetvenes évek végén. A Fizikus Tanszékcsoport akkoriban több speciális oktatás bevezetését határozta el. Ezek közül elsőként a biofizika szakirányt sikerült létrehozni, amely azóta is folyamatosan része a fizikusképzésnek, néhány éve az új specializációs képzés keretében. A nyolcvanas évek elején a tanszék keretein belül önállóan működő Biofizikai Kutatócsoport is létrejött *Papp Elemér* vezetésével. Bár ezen a területen semmilyen múlttal, tapasztalattal, hagyományokkal nem rendelkeztek, mégis hamarosan sikerült érdekes eredményeket elérniük először a fotoszintézis, majd a bakteriorodopszin kutatásában.

1990-ben először mint egyetemi tanár, majd 1992-től mint tanszékvezető, *Vicsek Tamás* bekapcsolódott az Atomfizikai Tanszék munkájába. Akkoriban fraktálnövekedési jelenségekkel foglalkozott, majd tanítványaival az évek során a fraktálképződési morfológiai kutatásokból

A kép a 2004 tavaszi tanszéki „parti” előtt készült.



kiindulva a statisztikus fizika eszközeivel kezdték el vizsgálni az élő rendszerek viselkedését a baktériumoktól az emberig. Az ezeken a területeken folytatott kísérletek, elméleti számítások, illetve számítógépes szimulációs megközelítések jól kiegészítették a korábbi biofizikai témákat, és tekintettel a fenti kutatások jelentős nemzetközi visszhangjára, együttesen megalapozták az önálló Biológiai Fizika Tanszék (továbbiakban Tanszék) 1997-es létrejöttét. Az új oktatási és kutatási profil kialakításában tevékeny szerepet játszott *Rozlosnik Noémi* egyetemi docens, aki időközben egy nagy külföldi kutatócentrum gárdájához csatlakozott.

A Tanszék 1998 őszén az ELTE többi fizikai tanszékéhez hasonlóan az Eötvös korabeli, belvárosi Puskin utcai épületből az egyetem új, lágymányosi tömbjébe költözött át, ahol modern laboratóriumok (a biooptika, a számítógép-vezérelt videomikroszkópia, biotechnológia, fotoszintézis) segítik munkájukat.

## A Biológiai Fizika Tanszék ma

A Tanszék dolgozóinak száma változó, jelenleg, doktoranduszokkal együtt 28 fő. A tanszékvezető-helyettes feladatokrét *Kürti Jenő* látja el. Az MTA kutatóhálózatának részeként, a Tanszéken 2003 óta négy főből álló ELTE-MTA Biológiai Fizika Kutatócsoport is működik *Vicsek Tamás* vezetésével.

A Tanszék oktatói a következők: *Czirók András*, PhD, egyetemi adjunktus; *Derényi Imre*, PhD, egyetemi adjunktus; *Fricsovszky György*, CSc, ny. egyetemi docens; *Fogl László*, tanszéki mérnök; *Haiman Ottó*, tudományos tanácsadó; *Horváth Gábor*, CSc, habilitált egyetemi docens; *Horváth Viktor*, CSc, egyetemi docens; *Koltai János*, egyetemi tanársegéd; *Kürti Jenő*, DSc, tanszékvezető-helyettes, egyetemi tanár; *Meszéna Géza*, CSc, egyetemi docens; *Ormos Pál*, az MTA rendes tagja, részfoglalkozású egyetemi tanár; *Papp Elemér*, CSc, ny. egyetemi docens; *Szabó*

*Bálint*, PhD, egyetemi adjunktus; *Vicsek Tamás*, az MTA rendes tagja, tanszékvezető egyetemi tanár, az ELTE Fizikus Doktori Iskola „Statisztikus fizika, biológiai fizika és kvantumrendszerek fizikája” programjának vezetője; *Závodszy Péter*; az MTA levelező tagja, részfoglalkozású egyetemi tanár.

A Kutatócsoport tagjai: *Farkas Illés*, PhD, tudományos munkatárs, *Palla Gergely*, PhD, tudományos munkatárs, *Botos Krisztina*, részfoglalkozású asszisztens.

Büszkék vagyunk arra, hogy a tanszékünkön végzett fizikusgeneráció nemzetközileg elismert képviselői közül többen is tanszékünk munkatársai (Cz. A., D. I, Sz. B.), illetve kutatócsoportjaink tagjai lettek (F. I.).

## Oktatási tevékenység

A Tanszék elsősorban a szakirányú (Atomok és molekulák fizikája/héjfizika és a Biofizika), valamint a doktori képzésben vesz részt, és jelentős munkát végez a modern fizikai laboratórium működtetésében.

Tanszékünk munkatársai fizikus, biofizikus, biológus, meteorológus, geológus, vegyész, fizikatanár, kiegészítő fizika tanár szakos hallgatóknak tartanak elméleti és kísérleti előadásokat, szemináriumokat és laboratóriumi gyakorlatokat. Az előadásokból és laboratóriumokból néhány a teljesség igénye nélkül. Előadások: biofizika, biológiai rendszerek statisztikus fizikája, fejezetek a biológiai fizikából, makromolekulák, optika, termodinamika, növekedési jelenségek, bevezető előadások fizika területén (nem fizikusoknak), laboratóriumi gyakorlatok: atomok és molekulák fizikája (emelt szintű), modern fizika, molekula- és biofizika.

A fentiek mellett speciális előadásokat és szemináriumokat tartunk főként biológiai fizika témakörben. A tananyagaink nagy része a hallgatók számára elérhető az Interneten is.

Fontos szerepet játszik a Tanszék a *tudományos elitképzésben* is. Átlagosan 6–8 állami ösztöndíjas doktorandusz végzi tanulmányait oktatóink vezetésével, és az *ELTE Fizikus Doktori Iskola „Statisztikus fizika, biológiai fizika és kvantumrendszerek fizikája” programjának* működtetése (adminisztráció, vezetés) is tanszéki feladat.

A Tanszéken az elmúlt évek során számos sikeres (országos szinten nyertes) *TDK-dolgozat* is készült. Kivételes elismerésben részesült Czirók András és Farkas Illés, mert az országos szinten kétszer is elért első helyezésükért elnyerték a nagy presztízsű (az MTA elnöke által ünnepélyesen átadott) *Pro Scientia* díjat. Irányításunkkal közel 40 diplomamunka és 13 PhD doktori értekezés született csak az elmúlt 5 évben.

## Tudományos kutatások a Biológiai Fizika Tanszéken

A Tanszék kutatási tevékenysége központi jelentőségű egyfelől a doktoranduszok képzése, másfelől az elnyerhető pályázati források szempontjából. Kutatásokat folytatunk a klasszikus biofizika és a biológiai fizika területén egyaránt, munkánkban ötvözve a kísérleti és elméleti megközelítést, valamint a számítógépes modellezést. A Tanszéken rendszeresen tartunk kutatószemináriumokat, amelyeken külső előadók és tanszéki munkatársak számolnak be legfrissebb témáikról. A főbb, közelmúltban elért kutatási eredmények összefoglalása:

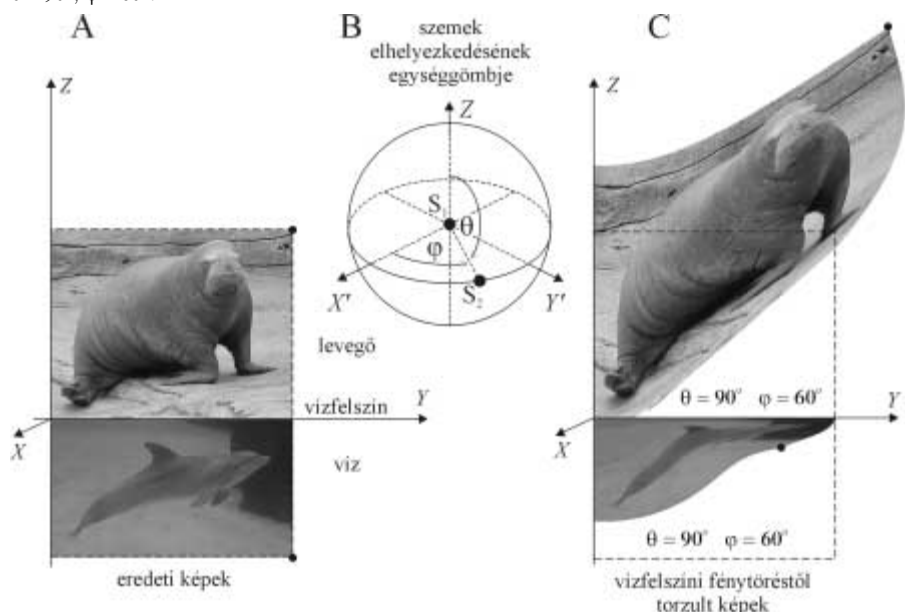
### Bioenergetika

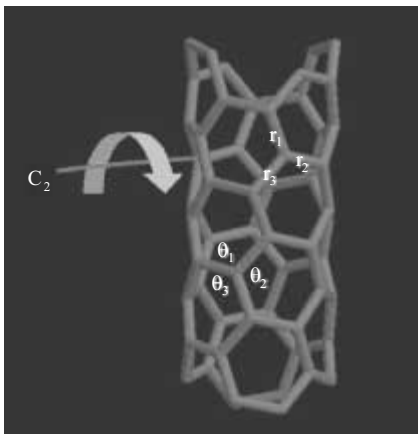
Klasszikus biofizikai kutatásokat tanszékünkön a *bioenergetika* – fényenergiát átalakító biológiai rendszerek vizsgálata – témában folytat Meszéna Géza és Papp Elemér. Többek között új modellt alkottak a bakteriorodopszin fotociklusának kinetikájára a maximum entrópia módszer (MEM) speciális alkalmazása segítségével. A bakteriorodopszin egy érdekes fehérje, amely fény hatására protont tud pumpálni a sejt belsejéből a sejt külső felületére.

### Biooptika és biomechanika

A Horváth Gábor vezette csoport fő kutatási területe *az állatok szemének, látásának és optikai környezetének, valamint a természet polarizációs mintázatainak vizsgálata*, továbbá a képalkotó polarimetria légköri optikai és biológiai alkalmazásait, valamint a mechanika különféle biológiai alkalmazásait foglalja magába. Legfontosabb kutatási eredményeik: 1) Fényt derítettek a kuvaiti kőolajtavak és a budapesti pakurató (valamint más természetes, illetve mesterséges olajkiömlések) azon optikai (fénypolarizációs) sajátosságaira, amelyek magyarázatot adnak arra a furcsa biológiai jelenségre, hogy ezen olajfelületek mágnesként vonzzák magukhoz és pusztítják el a vízirovarokat. 2) Az 1999. augusztus 11-i teljes napfogyatkozásor az egész égbolt polarizációs mintázatának időbeli változását sikerült mérniük több szintartományban. Ezáltal elsőnek tudtak bepillantást nyerni abba, hogy miként alakul az égboltfény polarizációfokának és polarizációs irányának eloszlása térben és időben a teljes napfogyatkozás néhány perce alatt uralkodó szokatlan megvilágítási viszonyok eredményeként. A napfogyatkozás egén több új, polarizálatlan (neutrális) pontot is megfigyeltek, amellyel egyben igazoltak egy korábbi elméleti jóslatot is. 3) Hőlégballonról

1. ábra. Ahogyan egy rozmár lát a partról egy vízbéli delfint, illetve ahogyan őt látja a delfin a vízfelszíni fénytörés következtében. (A) A víz alatti tárgyter egy delfint ábrázoló függőleges kép, míg a levegőbeli tárgyter egy rozmárt mutató függőleges kép. (B) A rozmár, illetve delfin S2 szemének az egységgömbön elfoglalt helye. A delfin, illetve rozmár víz alatt, illetve fölött az egységgömb középpontjában rögzített S1 szemének koordinátái  $X = 0, Y = 0, Z = -2$ , illetve  $Z = +2$ . (C) Az A ábrán látható rozmár és delfin binokuláris képe, mikor a rozmár és a delfin S2 szemének egységgömbön elfoglalt helye  $\theta = 90^\circ, \varphi = 60^\circ$ .





2. ábra. Az utóbbi időben foglalkoztunk úgynevezett kis átmérőjű szén nanocsövek spektroszkópiái és egyéb tulajdonságainak kvantitatív leírásával. Egy ilyen cső sematikus képe látható az ábrán.

4000 m maximális magasságból napkeltekor végzett 180° látószögű képképző polarimetriai mérésekkel elsőnek sikerült megfigyelniük a légkör negyedik polarizálatlan (neutrális) pontját a spektrum vörös, zöld és kék tartományában. 4) Rekonstruálták a több száz millió évvel ezelőtt kihalt háromkaréjos ősrák (trilobiták) szemének optikáját, és az egyik trilobitafaj szemében az állatvilágban egyedülállónak számító kétfókuszú (bifokális) lencsét fedeztek föl. 5) Kísérletileg vizsgálták a vadon élő állatok és az ember csöves végtagsontjainak szerkezetének a biomechanikai optimumtól való eltérését. 6) Feloldották az állatok polarizációlátásának ultraibolya (UV) paradoxonát, vagyis megmagyarázták, hogy miért az UV-tartományban detektálható leghatékonyabban az égbolt polarizációs mintázata, amivel egyben lezártak egy régóta húzódo vitát.

### Biotechnológia

Különbé biotechnológiai megoldások adaptációja, illetve fejlesztése terén is vannak eredményeink. Ezt a tevékenységet Szabó Bálint koordinálja, valamint ide tartozik Ormos Pál és Vicsek Tamás egy nagy NKFP (Nemzeti Kutatási Fejlesztési Pályázat) projektje a nano-biotechnológia témakörében. Sikerült a sejtmagok mozgásának monitorozására alkalmas biochip megvalósítása. A pályázat keretében egy mini-inkubátorcsalád előállítására is sikeresen halad. Kifejlesztett a csoport egy élő sejtek hosszú távú megfigyelését lehetővé tevő fluoreszcens mikroszkópot is, melynek segítségével, sejtbiológusokkal és biokémikusokkal együttműködve sejt szintű kutatásokat végzünk a neurobiológia területén.

### Elméleti evolúciobiológia

Meszéna Géza és csoportja az adaptív dinamika segítségével a *genetikai és ökológiai viszonyok szerepét tanulmányozza a fajképződés menetében*. Ezen a területen alapvető eredményeket értek el. Az elmélet lényege a biológiai evolúció és az általa okozott környezeti változás együttes dinamikájának fixpont-analízissel való kézben tartása. Legfontosabb biológiai alkalmazása a fajkeletkezés elmélete. Munkájuk alapvető iránya a térben, heterogén környezetben zajló evolúciós folyamatok modellezése és a többdimenziós evolúciós állapotter hatáskör

vizsgálata. Legfrissebb eredményük az *ökológiai niche fogalmának általános matematikai megalapozásához kapcsolódik*, amelyet Mats Gyllenberggel és Hans Metzcel együttműködve értek el. A téma fundamentális jellege, valamint a kvantitatív tárgyalásmód lehetősége miatt sikerrel motiválja az ELTE biológus- és fizikushallgatóit doktori tanulmányok végzése irányába.

### Kollektív viselkedés

A tanszéken Vicsek Tamás vezetésével kutatások folynak *kollektív mozgások modellezése és elméleti vizsgálata* terén. Ez a tevékenység határozza meg a tanszéki MTA Kutatócsoport témáit is. A munka doktoranduszok és egyetemi hallgatók bevonásával, valamint számos nemzetközi együttműködés keretében folyik. A kutatások célja olyan jelenségek megértése, amelyek sok, közel hasonló egyed kölcsönhatása során figyelhetők meg. Az egyedek lehetnek élőlények egy ökológiai rendszerben, járművek a közlekedésben, illetve emberek tömegben. Társadalmi és műszaki fejlesztési vonatkozásai szertekezten ez utóbbi területnek kiemelt hangsúlyt szentelnek. Sikerült számítógépes modellezés útján megmagyarázni néhány ismert jelenséget (sorba rendeződés, örvénylés, torlódások és hullámok kialakulása). Céljaik közé tartozik ezen jelenségek részletesebb megértése és az eredmények gyakorlatba való átültetésének elősegítése (például épületek, stadionok, úthálózatok tervezésében). Többek között vizsgálták a vastaps keletkezését, a futballstadionokban jellemző mexikói hullám kialakulását, a tömeg pánik esetén történő viselkedését. Eddigi eredményeik a legrangosabb nemzetközi folyóiratokban (többek között a *Nature*-ben) jelentek meg, és nagy visszhangot kaptak a magyar és nemzetközi médiákban (CNN, BBC, MTV, lásd az alábbi weblapokon). A nagyobb nyilvánosság érdekében interaktív szimulációkat lehetővé tevő weboldalakat hoztak létre a Tanszék szerverén (<http://angel.elte.hu/wave/>, <http://angel.elte.hu/panic/>).

### Nanocsövek

Kürti Jenő és Zólyomi Viktor nemzetközileg elismert eredményeket értek el a *szén nanocsövek elméleti vizsgálata* terén. A kutatás a Georgetown Egyetem (Washington DC) és a Bécsi Tudományegyetem munkatársaival együttműködésben történik. Sűrűségfüggő módszerrel tanulmányozták, hogy a görbületi hatások mennyiben módosítják a kis átmérőjű nanocsövek tulajdonságait a szokásos, 1–1,5 nm átmérőjű csövekkel összehasonlítva. A spektroszkópikus számára fontos eredményeket értek el a szén nanocsövek Raman-spektrumában megfigyelhető, rendezetlenség által indukált, úgynevezett D-sáv pozíciójának a gerjesztő lézer hullámhosszától való függésére, valamint a D-sáv finomszerkezetére vonatkozó számításaikkal. Talán legfontosabb eredményeiket a C<sub>60</sub>-nal töltött egyfalú szén nanocsövek („borsók”) megfelelő hőkezelésével előállított, kettősfalú nanocsöveken végzett Raman-mérések értelmezését segítő számításaikkal érték el. A kombinált kísérleti/elméleti munka eredményeképpen megállapították, hogy a szén nanocső belseje nagymértékben hibamentes, perturbálatlan „reakcióterem” tekinthető. Az úgynevezett lélegző módus (RBM) gondos kísérleti és elméleti analízissel le-

hetővé vált a szén nanocsövek úgynevezett kiralitási vektorának a meghatározása, ami jelentős lépés lehet a nanocsövek jövőbeli, tudatosan célzott előállítására és az alkalmazások szempontjából. Kürti Jenő ezenkívül sűrűségfüggő módon módszerrel végzett számításokkal vizsgálta a szén nanocsövek geometriájában a töltésátvitel miatt bekövetkező változásokat. A munka kapcsolódik az amerikai kollégák „mesterséges izom” programjához.

### *Sejtmembránok, molekuláris motorok*

A molekuláris biológia gyors fejlődése egyre több olyan kérdést vet fel, amelyek túlmutatnak a biológián, és amelyek megválaszolásához a statisztikus fizikának és a lágy anyagok fizikájának az eszköztárára van szükség. Számos ilyen témával foglalkozik Derényi Imre. Ezek között érdemes megemlíteni a molekuláris motorfehérjék modellezését és kollektív viselkedésük tanulmányozását. A modellek alapjául szolgáló „kilincskerék” mechanizmust átültetve a gyakorlatba egy újfajta szeparációs eljárás kifejlesztésén is dolgozik Vicsek Tamással és Ormos Pállal (SZBK) közösen. Különböző fehérjék egymáshoz való adhéziójának és szilárd felületeken történő adszorpciójának kinetikáját modellezve próbálja a fehérjeszerkezet és dinamika közötti összefüggéseket feltárni. Részletes leírását adta a sejteken belüli, sőt úgy tűnik, hogy a sejtek közötti transzportfolyamatokban is fontos szerepet játszó membrán nanocsövek kialakulásának, és tanulmányozza ezek dinamikáját, valamint a fehérjeszegregációban betöltött szerepét.

### *Turbulencia*

Horváth Viktor az elmúlt 5 évben egy új kutatási területet honosított meg Tanszékünkön, a *kétdimenziós turbulencia kísérleti vizsgálatát*. A kétdimenziós turbulencia több szempontból is jelentős, segítségével nemcsak alapvető fontosságú információkhoz lehet jutni a turbulencia régóta megoldatlan problémája kapcsán, hanem modellezni is lehet olyan a fundamentális természeti jelenségeket, mint például a nagyskálájú légköri turbulencia. A kísérletezés eszközeül szappanfilmben keltett áramlási képek vizualizálása és kvalitatív tanulmányozása szolgálhat.

### *Videomikroszkópia*

A Tanszék 1996-ban alapított *Számítógép-vezérelt mikroszkópia* laboratóriuma, amelyet Vicsek Tamás kezdeményezésére és részvételével Czirik András hozott létre, sejtkultúrák hosszú távú megfigyelését és a sejtmozgás statisztikai elemzését teszi lehetővé. Ez az infrastruktúra számos interdiszciplináris kutatási programot eredményezett, többek között az idegsejtek differenciálódásának nyomon követését vagy a sugárkezelés és kemoterápia agytumorsejtekre gyakorolt hatásának elemzését (az MTA KOKI-val együttműködve). A biológiai hatások értékelésénél figyelembe kell vennünk, hogy a sejtek általában szuperdiffúzív, egymással is kölcsönható, véletlenszerű mozgást végeznek. Aktívan tanulmányozzuk, hogyan hat a sejtek viselkedésére a környezetükben lévő fehérjék összetétele vagy térbeli eloszlása. Érdekes módon például geometriai kényszerek oszcilláló sejtmagmozgást eredményezhetnek. Vizsgálatainkat nemrég kiterjesztettük az élő embriókban történő folyamatok és egyszerűbb anatómiai



3. ábra. Élő sejtek vizsgálatára alkalmas videomikroszkópiai laboratórium egy automatizált fluoreszcens és egy fáziskontraszt-mikroszkóppal. A Tanszéken fejlesztett szoftver és hardver vezérli a mikroszkópok asztalának nagy pontosságú mozgását, a látómezők élesre állítását, az exponálást és a digitális képek letöltését. Az élő sejteknek megfelelő hőmérsékletet saját fejlesztésű mini inkubátorokban állítjuk elő, melyek a mikroszkópok asztalára illeszthetők.

struktúrák, például az érhálózat kialakulásának vizsgálatára is. Ezek önszervező mintázatok, amelyeket számos sejt kölcsönhatása eredményez. Czirik András a kansasi Orvostudományi Egyetem *Charles Little* professzor által vezetett csoportjával együttműködésben egyedülálló háromdimenziós filmfelvételeket készített fűr embriók genézisének kulcsfontosságú óráiról. A videomikroszkópiai, képalakító polarimetriai és biotechnológiai fejlesztésekben nagyon sok segítséget nyújtott Haiman Ottó.

*Tanszékünk másodállású egyetemi tanárai* akadémikusként, természetesen rendkívül kiterjedt és eredményes kutatásokat végeznek, amelyeket itt nincs is lehetőség ismertetni. Mindketten igen aktív kapcsolatban állnak a Tanszékkel. Ormos Pál az MTA SZBK Biofizikai Intézetének igazgatója, kutatási területe a biológiai energiaátalakulások és fehérjedinamika. Legújabbban a sejtleptékhöz szerkezetek megvalósítása terén elért eredményei következtében a hazai nanobiotechnológia legjelentősebb hazai képviselőjévé vált. Závodszy Péter az MTA SZBK Enzimológiai Kutatóintézetében vezet egy nagyon sikeres csoportot, amely többek között az immunválaszok molekuláris alapját kutatja. Ezen belül az egyik fontos terület, ahol jelentős sikereket értek el, a flexibilitás hatása a fehérjék stabilitására és működésére.

### *MTA Biológiai Fizika Kutatócsoport*

A csoport főbb kutatási területei a kollektív viselkedés és az ezzel kapcsolatos hálózatok valamint bioinformatikai témák vizsgálata. A csoport kutatói minden témában együttműködnek, de Palla Gergely elsősorban a hálózatok, Farkas Illés elsősorban az embertömegek viselkedésének kvantitatív leírására irányuló tevékenységet végzi.

### *Hálózatok*

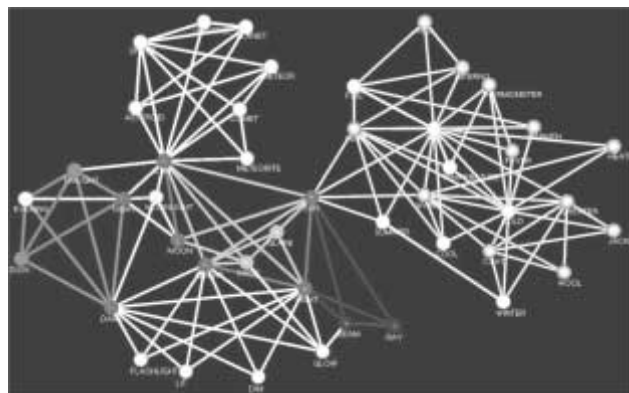
Komplex rendszerek kutatásának új és egyre népszerűbbé váló módszere a rendszert meghatározó *kölcsönhatások/kapcsolatok hálózati struktúrájának elemzése*. A

rendszer alkotórészeinek és a köztük lévő kapcsolatoknak természetes modellje egy gráf: a részeket csúcspontok jelölik, a kapcsolatokat élek. Jó példát nyújt ilyen rendszerre az Internet, vagy az élő sejtekben lezajló biokémiai folyamatok rendszere. Az idevágó kutatások célja a hálózatok elméletét még szorosabban összekapcsolni a statisztikus fizikával azáltal, hogy hálózatok átrendeződési folyamatait egy statisztikus fizikai formalizmus keretein belül vizsgáljuk. Megfelelő energiafüggvény mellett a hőmérsékletet változtatva topologikus fázisátalakulások lépnek fel, melyek során a hálózat struktúrája alapvető változáson megy keresztül. A hálózatok dinamikájának és szerkezetének vizsgálatában – az USA-beli Notre Dame-i egyetemen dolgozó *Barabási László* professzorral (az MTA külső tagja) együttműködve – szintén fontos eredmények születtek, amelyek 2004 tavaszán a *Nature* címlapjára is kerültek. A biológiai hálózatok topológiáját, illetve a sejt-anyagcsere folyamán az egyes biokémiai reakciók sebességének változását sikerült a komplex hálózati megközelítés segítségével leírni.

#### *Embertömegek dinamikája*

Kutatásaink célja emberek csoportos mozgásának vizsgálata. Közismert, hogy az orvostudomány, a természettudományok, vagy akár a pszichológia szempontjából nézve minden ember igen bonyolult egység. Sok ember együttes mozgása viszont jól vizsgálható a statisztikus fizika eszközeivel. A vizsgált példák egyike gyalogosok szobából való pánikszerű menekülése volt. Az ismert paramétereket (emberek mérete, átlagos haladási sebessége, fulladás kritikus nyomóereje) használva számítógépes szimulációk segítségével meghatároztuk a pánikszerű menekülés során az ajtó közelében megsérülő gyalogosok számát. A szimulációk szerint a sérülések száma jelentősen csökkenthető egy, a kijárat elé helyezett széles, kerek oszlop segítségével. Az oszlop felfogja a szobában lévő hatalmas tömeg nyomását, és szabad mozgást biztosít a mögötte lévő kijáratnál az azon át menekülő embereknek. A statisztikus fizika ugyancsak eredetinek számító alkalmazásaként kvantitatív modell alkotható a stadionokban előforduló, úgynevezett mexikói hullám jelenségének értelmezése céljából.

4. ábra. Hálózatokkal kapcsolatos kutatásaink során arra a kérdésre is választ keresünk, hogy a megfelelő gráfokon belül milyen, egymással szorosabban összekötött csoportosulások találhatóak. Az ábrán egy kognitív hálózaton belül, a „bright” angol szóhoz kapcsolódó csoportosulások egy része látható. Az eredeti gráfban két szó akkor van egy éllel összekötve, ha a megkérdezettek az egyiket a másikkal szabad asszociáció formájában kapcsolatba hozták.



#### Publikációk, pályázatok, külföldi együttműködések

A Tanszék oktatóinak aktív kutatási-oktatási tevékenységét jól mutatja az a nagyszámú könyv, jegyzet és folyóiratcikk, amelyet oktatóink publikáltak. Az elmúlt 5 évre vetítve:

#### *Könyvek, jegyzetek*

- H. KUZMANY, M. HULMAN, J. KÜRTI: *Solid State Spectroscopy, Problems and Problem Solutions*, (angol nyelvű példatár) – Eötvös University, Budapest, 161 o., 1999  
 ROZLOSNIK NOEMI: *Modern fizikai mérések a biológiában* – laboratóriumi jegyzet és CD, interneten, 1999  
 HORVÁTH GÁBOR: *A mechanika biológiai alkalmazása: biomechanika* – Egyetemi tankönyv, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 262 o., 2001  
 T. VICSEK, szerk.: *Fluctuations and Scaling in Biology* – Oxford Univ. Press, Oxford, 2001  
 T. SKJELTORP, T. VICSEK, ed.: *Complexity from Microscopic to Macroscopic Scales: Coherence and Large Deviations* – NATO Science Series, Kluwer, Dordrecht, 2002  
 HORVÁTH G., VARIJÚ D.: *Polarized Light in Animal Vision – Polarization Patterns in Nature* – Springer-Verlag, Heidelberg–Berlin–New York, 2003  
 HORVÁTH G.: *Gometriai optika biológiai alkalmazása: biooptika* – Egyetemi tankönyv, ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 2004

*Nemzetközi folyóiratokban több, mint 150 cikket publikáltak a tanszék dolgozói az elmúlt 5 évben.*

#### *Pályázatok, külföldi együttműködések*

Egy tanszék fontos paramétere, hogy milyen pályázatokban vesznek részt a tagjai. Kutatómunkánk elősegítésére számos hazai és nemzetközi pályázati forrást nyertek el oktatóink. A pályázatok terén mutatott aktivitásunkat jellemzi, hogy például 2000 után 8 OTKA és 4 OM bázisú pályázati forrást nyertek el munkatársaink. Nemzetközi szinten is sikerrel pályáztak a tanszék dolgozói, két USA vonatkozású, és 3 EU által finanszírozott pályázaton nyertek. *A világ számos kutatási centrumával sikerült rendszeres kapcsolatot létesítenünk.* Ezen közös kutatások és együttműködő partnerek felsorolása helyhiány miatt nem lehetséges. Számokban összefoglalva: 23 európai, 6 USA-beli, és 3 távol-keleti kutatócsoporttal van a tanszéknek együttműködése.



Összefoglalva, a Biológiai Fizika Tanszék, a megalakulása óta eltelt 6 évben olyan oktatási és kutatási profilt alakított ki, amellyel sikeresen vesz részt a hazai felsőoktatásban és tudományos elitképzésben, valamint a témakörében folyó nemzetközi kutatások terén is jelentős eredményeket ért el. Tevékenységünkről sok további részlet található a tanszéki honlapon: <http://angel.elte.hu>.

A Tanszék a napjainkban zajló biológiai forradalomhoz csatlakozva, komoly perspektívát nyújt azon fiatalok számára, akik az élő anyag megismerésében a jelenségek egzaktabb, számszerű leírását tűzik ki célul. Ebben a Tanszék baráti közössége nekik mindig maximális segítséget fog nyújtani.

## 15 ÉVES AZ ÖVEGES JÓZSEF FIZIKAVERSENY

Csákány Antalné, Juhász Nándor, Ósz György, Vida József

Több száz fizikatanár által megfogalmazott országos igény teljesült az 1990/91-es tanévben, amikor az országos szaktárgyi fizikaverseny *Öveges József* névvel fémjelvezve újjászületett. *Marx György*, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat akkori elnöke személyesen is támogatta a kezdeményezést, a szervezők pedig óriási lelkesedéssel kezdtek a szükséges előkészítő munkához. Mindez abban az időben zajlott, amikor az ideai versenyzők még meg sem születtek.

A 15 év alatt több mint ezer ügyes, okos kis fizikust látott vendégül a Versenybizottság. Közöttük évente rendszerint 6–10 határon túli magyar diákok is.

Az igen népszerű és magas színvonalú verseny történetének első 10 éve Tatához, 2 éve Budapesthez (közelebbről Csillebérchez), az utóbbi három éve pedig Győrhöz kötődik. Ez idő alatt az egykori versenyzők közül többekkel már találkozhattunk a középiskolai fizikaversenyek helyezettei között, néhányukkal a nemzetközi Fizikai Diákolimpiákon is, ahonnan érmekkel tértek haza. Jelenleg is van, aki a Központi Fizikai Kutatóintézetben doktori értekezésén dolgozik, és ennek kapcsán Colorado államban (USA) egyetemi kutatómunkát végez.

Ezek a fiatalok lehetnek a jövő feltalálói, mérnökei, a gazdasági és tudományos élet fontos személyiségei, akik az indulás első lépéseit, a pályaválasztás meghatározó élményeit, indítékait éppen a fizikaversenyeken, illetve az arra való felkészülés során szerezték. A folyamatos és szisztematikus tehetséggondozásnak nagyon termékeny és hasznos formái e versenyek. Közülük is főként azok, amelyek sokoldalú tevékenységgel fejlesztik a fiatalok képességeit, és állandó motivációs bázist teremtenek számukra.

A verseny elnevezése már önmagában is motiváló erejű, hiszen *Öveges József* egyénisége és egész munkássága önmagában lenyűgöző példa a fizika iránti elkötelezettségre és a fizika szeretetére. A verseny fővédnöke, *Göncz Árpádné* pedig hiteles garancia, folytonosságot biztosító kapocs a ma kis fizikusai és a névadó között. A volt államfő felesége ugyanis *Öveges* professzor unokahúga, Győrben született és minden évben – ha az utóbbi években személyesen nem is, de levélben biztosan – jó kívánságaival köszönti a versenyzőket.

Másfél évtized a tanügyi kérdésekben is felgyorsult világunkban sok változtatást tett szükségessé a tehetséggondozás formáiban és tartalmában. Mindezek azonban egészen az ideai évig nem tudták kikezdeni az *Öveges József* Fizikaverseny jól felépített és a gyakorlatban sikeresnek bizonyult rendszerét. A verseny lebonyolításához elengedhetetlenül szükséges anyagi feltételek előteremtése azonban sokkal elviselhetlenebb terhet jelentett a

szervezőknek, mint a szakmailag–pedagógiailag korrekt versenyanyag elkészítése. Ezért a szervezésben olyan formai és tartalmi újítások váltak szükségessé, amelyek ugyan stabilabb anyagi alapot jelenthetnek az országos verseny szervezésében, ugyanakkor bizonytalanná teszik a helyi, megyei – több évtizedes – hagyományok továbbélését több régióban.

Mivel az OM által – a tanulmányi versenyek támogatására – kiírt pályázat a felmenő rendszerű versenyeket részesítette előnyben, az országos döntő szervezésén kívül elvállaltuk a verseny I. (iskolai – Budapesten belül kerületi), és a II. (megyei, illetve budapesti) fordulójának a szervezését is. A változásokat már az *Oktatási Közlöny* 2004. 15./II. számában megjelent versenykiírás közhírré tette. A teljesítmények egységes elbírálása céljából idén először központilag összeállított feladatsort és hozzá tartozó értékelési útmutatót készítettünk a verseny első és második fordulójára is. Az egyes fordulókból előre meghatározott százalékpont elérése esetén lehetett a következő fordulóra jutni. Az adott szint feletti dolgozatokat továbbították a szervezők a következő fordulót lebonyolító bizottsághoz. Így fokozatosan válogatódott ki az a legjobb 69 hazai versenyző, aki részt vehetett idén Győrben az országos döntőn.

A XV. *Öveges József* Fizikaversenyt ebben az évben már második alkalommal a győri Kazinczy Ferenc Gimnáziumban rendeztük meg. Jelentős szerepet vállalt mint társrendező Győr-Moson-Sopron megye Közgyűlése, Győr Megyei Jogú Város Polgármesteri Hivatala, Győr-Moson-Sopron megye Pedagógiai Intézete és a Kazinczy Ferenc Gimnázium.

Az országos döntő a *diákok számára* ebben az évben is *tértégmentes volt*. Az *Oktatási Minisztérium* és a *szponzorok* anyagi támogatása, valamint a *szakcsoport vezetése*, a *versenybizottság* és a *helyi közreműködő kollégák* – esetenként hónapokon át tartó – hathatós segítségével mind hozzájárult a sikeres, eredményes lebonyolításhoz.

Természetes, hogy a verseny döntőjét ebben az évben sem lehetett volna megszervezni az ambiciózus, nagy hivatástudattal rendelkező és elkötelezett *fizikatanárok*, az iskolák érdekeit jól látó, a tehetséges tanulók fejlődését elősegítő *igazgatók*, a még eredményesen működő *szaktanácsadók*, illetve *Pedagógiai Szolgáltató Központok* közreműködése és segítsége nélkül.

A versenyzők május 20-án, pénteken érkeztek Győrbe. A regisztráció és a szállás elfoglalása után az ebéd következett, majd 2 órakor kezdődött az ünnepélyes megnyitó a szomszédos Révai Gimnázium dísztermében.

A díszelnökségben foglalt helyet *Szabó Gábor* akadémikus, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat főtitkára, *Szabó*





A verseny alapítói: Ósz György, Janóczki József, Vida József, Rónaszéki László és Tölgyesi József.

*Miklós*, a Győr-Moson-Sopron Megyei Közgyűlés alelnöke, *Csákány Antalné* és *Kiss Gyula* az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Általános Iskolai Oktatási Szakcsoportjának elnöke, illetve titkára, *Poócza József*, a Győri Kazinczy Ferenc Gimnázium igazgatóhelyettese, *Hadházy Tibor*, a Nyíregyházi Bessenyei György Főiskola Fizika Tanszékének tanszékvezető főiskolai tanára, a zsűri elnöke és *Vida József*, az Egri Eszterházy Károly Főiskola Fizika Tanszékének főiskolai docense, a *versenybizottság* és a *feladatkitűző bizottság elnöke*. A megnyitó ünnepély programját *Ósz György* ácsi fizikatanár, a *versenybizottság titkára* vezette.

*Fülöp Viktorné* megyei szaktanácsadó, helyi főszervező, felolvasta Göncz Árpádnénak, a verseny fővédnökének, a diákokhoz intézett levelét. Őt követte Szabó Gábor akadémikus, aki a fizikaversenyek fontosságáról és a tehetség kibontakoztatásában betöltött szerepéről beszélt, majd Csákány Antalné köszöntötte a versenyzőket, végül Szabó Miklós nyitotta meg a versenyt.

A megnyitó után *városnézés* következett. A versenyzők és kísérőik a városháza tornyából megcsodálhatták a várost, ezután megnézték a Czuczor Gergely Bencés Gimnáziumban a *Jedlik-kiállítás*t, majd a Széchenyi téren, a bencés gimnázium előtt Czuczor Gergely és Jedlik Ányos kettős szobránál koszorút helyeztek el. Sétát tettek a történelmi belvárosban, megtekintették a Káptalan domb épületegyüttesét és a bazilikát.

A vacsorát követően a győri Tánc- és Képzőművészeti Általános és Szakközépiskola növendékei tartottak bemutatót, majd az ácsi Jókai Mór Általános Iskola színjátékai a *Hieron király koronája*, *avagy Arkhimédész törvényének a felfedezése* című színdarabot mutatták be. Mindkét produkciót nagy tapssal jutalmazta a közönség. A műsor után a tanulók lepihentek, a kísérő tanárok és a verseny szervezői pedig kötetlen, baráti beszélgetésre gyűltek össze a kollégium klubjában.

Május 21-én, szombaton 8 órakor kezdődött a verseny. A döntő feladatait a feladatkitűző bizottság Vida József (Eger) vezetésével Csákány Antalné (Budapest), *Jäger Csaba* (Budapest), *Pál Zoltán* (Gödre) és *Vona Lászlóné* (Eger) állították össze. A jelenségelemzést igénylő feladatot *Károlyházy Frigyes* professzor küldte.

A délelőtti folyamán az öt teszt jellegű feladat megoldására 60 perc, a két összetett, számítást igénylő feladat megoldására 50–50 perc, a fizikátörténeti feladat megoldására 25 perc állt a versenyzők rendelkezésére.

Délelőtt, amíg a versenyzők a kitűzött feladatok megoldásával foglalkoztak, addig Kiss Gyula és *Jubász Nándor* a felkészítő tanárokkal beszélgetett a verseny jövőjéről, a következő évek versenyeinek terveiről, lebonyolításáról.

Az ebéd után, fél kettőkor folytatódott a verseny a kísérleti és a jelenségelemző feladattal, melyek mindegyikének megoldására 50 percet kaptak a tanulók.

A verseny befejezése után pihenés, kötetlen program következett. Ezen időszakban volt lehetőség a feladatok megoldásainak az előcsarnokban elhelyezett posztereken való megtekintésére is.

Vacsora után *Csodás kísérletek a Csodák Palotájából* címmel fizikakísérleteket mutatott be *Härtlein Károly*. Folyékony levegővel, szilárd szén-dioxiddal végzett kísérleteket csak nagyon kevesen láttak eddig. Növelte a hatást, hogy videokamera segítségével kivetítették a kísérleteket. A látványos bemutató nagy élmény volt tanárnak, diáknak egyaránt.

Az eseménydús nap után a zsűri 19 órakor fejezte be munkáját. Megkezdődött az eredmények számítógépes feldolgozása, elkészült az eredménylista, és feloldásra kerültek a versenyzők addig titkosan kezelt személyes azonosító adatai. A zsűri felkészült a másnapi eredményhirdetésre (összecsomagolták a jutalomkönyveket, megírták az okleveleket).

Az ünnepélyes eredményhirdetésre vasárnap reggel, fél 9-kor, a városháza dísztermében került sor. *Németh Judit* akadémikus, az ELFT elnöke és *Arató Gergely*, az OM politikai államtitkára a fizikaversenyek szerepéről, fontosságáról beszélt. A versenyt Vida József értékelte, majd az eredményeket Kiss Gyula ismertette. A díjakat Hadházy Tibor és Csákány Antalné adta át.

*Magyar Bálint* oktatási miniszter megbízásából, *Arató Gergely* az Öveges József Fizikaverseny 15 éves jubileuma alkalmából dicséret oklevelet adott át a verseny alapítóinak: *Janóczki József*nek, *Ósz György*nek, *Rónaszéki Lászlónak*, *Tölgyesi József*nek és *Vida József*nek, valamint a verseny szervezésében, lebonyolításában szintén több éven át munkálkodó *Berkes József*nek, *Radnai Gyulának* és *Wöller Lászlónak* magas szintű, eredményes szakmai és szervező munkájukért, amellyel megalapozták az Öveges József Fizikaverseny 15 éves szakmai sikerét. Ezután Csákány Antalné köszönte meg a szponzorok és a verseny-szervezők segítségét, anyagi támogatását, illetve munkáját. A verseny *Wernerné Csordás Éva*, Győr Város Kulturális és Oktatási Bizottságának elnöke szavaival zárult.

A XV. Öveges József Fizikaverseny döntőjének lebonyolításában közreműködő kollégák: Csákány Antalné, a szakcsoport elnöke, Hadházy Tibor, a zsűri elnöke, Vida József, a versenybizottság és a feladatkitűző bizottság elnöke, Ósz György, a versenybizottság titkára; Fülöp Viktorné megyei szaktanácsadó és Wöller Lászlóné a verseny helyi főszervezői; Janóczki József, Jäger Csaba, Jubász Nándor, *Kleizerné Kocsis Mária*, *Nikházy Lászlóné*, Kiss Gyula, Pál Zoltán, *Pápai Gyuláné*, *Sebestyén Zoltán*,

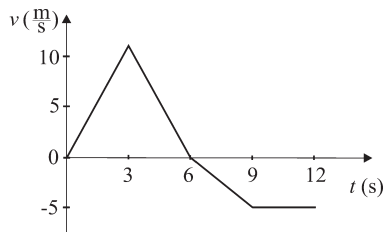
Wöller László zsűritagok; *Antoni Istvánné, Czinke Sándor, Kasza Györgyné, Kukorelliné Szabó Mónika, Molnár Edina, Nagy Zsigmondné, Papp Csilla és Várhegyi Lászlóné* felügyelőtanárok; *Baráthné Kiss Erika, Csátóné Zsámbéky Ildikó, Gesztesi Péter, Mészáros Hedvig, Poóca József, és Slezsák Zsolt* szervezőtanárok.

A versenyről szóló beszámoló mellett az országos döntő feladatait, a feladatok megoldását, és a megoldások elemzését külön kiadványban jelentettük meg, mely az ELFT Titkárságán megvásárolható.

## Kitűzött feladatok

### Teszt (1)

A felsorolt három kérdés az alábbi sebesség–idő grafikonra vonatkozik, amely egy eredetileg nyugalomban lévő test mozgását jellemzi. A test a  $t = 0$  időpillanatban kezd el mozogni egy egyenes mentén.



Karikázd be a helyes válaszok betűjelét! Mindhárom kérdésnél csak egy válasz jelölhető!

1. A  $t = 0$  időpillanat után mikor tér vissza a test először a  $t = 0$  időpillanatban elfoglalt helyére?

(A) 3 s múlva, (B) 6 s múlva, (C) 9 s múlva, (D) 12 s múlva, (E) valamikor 12 s után.

2. A  $t = 0$  időpillanat után a test mikor kezd először csökkenteni a sebességét?

(A) 0 s, (B) 3 s, (C) 6 s, (D) 9 s, (E) 12 s.

3. A  $t = 0$  időpillanat után a test mikor kezd először az ellenkező irányban mozogni?

(A) 3 s, (B) 6 s, (C) 9 s, (D) 12 s, (E) A mérési időtartam alatt a test soha nem változtatja meg a mozgásirányát.

### Teszt (2)

A 45 kg tömegű István és az 50 kg tömegű Lajos beszélgetnek. De egyikük se mond mindig igazat. Egy közös tulajdonságuk van: mindkettőjük cipőjének talajjal érintkező felülete  $200 \text{ cm}^2$ . A jég, ahová csúszkálni indultak, legfeljebb 20 kPa nyomást bír el.

Jelöld, hogy az állításukat „igaz”-nak vagy „hamis”-nak találod! Vigyázz, legfeljebb három igaz állítást jelölhetsz meg!

a) István: Amelyikünknek kisebb a súlya a másiknál, az rámehet a jégre.

b) Lajos: Mindketten rámehetünk, mert a cipőnk talpfelülete egyenlő.

c) István: Vigyázz, a nyomás függ a súlyunktól is.

d) Lajos: Ez a jég  $\text{cm}^2$ -enként 2 N-t bír ki.

e) István: Ha a cipőtalpam  $250 \text{ cm}^2$  nagyságú volna, rámehetnék a jégre.

### Teszt (3)

Van egy 5 kg tömegű vasgolyó és egy 5 kg tömegű habszivacs gömb (a vas sűrűsége  $7,8 \text{ kg/dm}^3$ , a habszivacs sűrűsége  $0,3 \text{ kg/dm}^3$ ). A Földön és a Holdon fogjuk őket összehasonlítani. (A holdi gravitáció hatoda a földiének.) Tégy az állítás mellé „F”-et, ha a Földön igaz, „H”-t, ha a Holdon igaz, „FH”-t, ha mindkettőn igaz és „X”-et, ha sem a Holdon, sem a Földön nem igaz!

a) A habszivacs gömb könnyebb, mint a vasgolyó.

b) 50 m magasról ugyanakkora sebességgel esnek le.

c) Vízbe téve úsznak a víz felszínén (A Holdon nyilván zárt térben!).

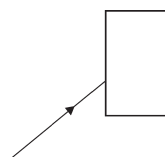
d) 5 N erő hatására 5 s alatt 5 m/s sebességre gyorsulnak föl álló helyzetből.

e) Ha egy összenyomott rugó szétlöki őket, ugyanakkora sebességgel indulnak.

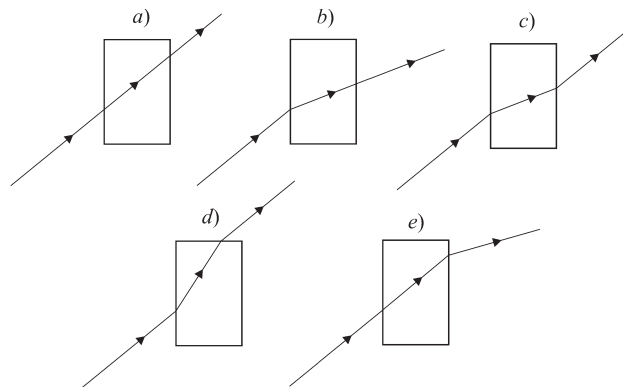
### Teszt (4)

Egy TicTac-os dobozt vízzel feltöltünk, és lézermutatóval fénynyalábot bocsátunk rá az ábra szerint. Hogyan halad a lézervény tovább?

Karikázd be az egyetlen helyes rajz betűjelét!

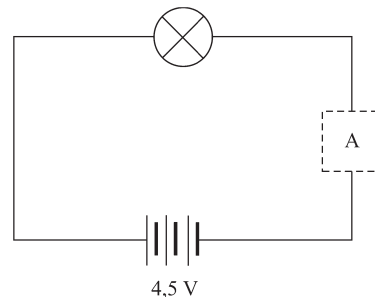


Választási lehetőségek:



### Teszt (5)

Mit tapasztalunk, ha a mellékelt ábra szerinti egyszerű áramkörben a zsebtelep-pel és a zseblámpa-izzóval sorosan az áramerősség-mérő helyére egy 5 V mérészhatárú feszültség-mérőt iktatunk be?



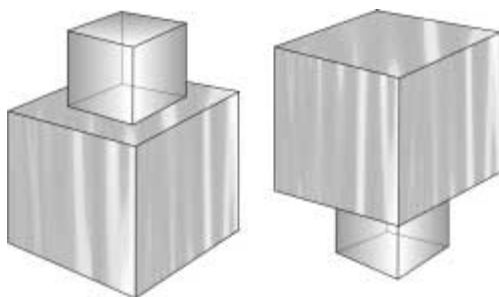
Húzd át a helytelen válaszok betűjelét! Vigyázz, legfeljebb öt hamis választ jelölhetsz meg!

a) Teljesen mindegy, hogy feszültségmérő, vagy áramerősség-mérő van beiktatva, ugyanúgy ég az izzólámpa, csak a feszültségmérőről nem tudjuk leolvasni, hogy mekkora az áramerősség értéke.

- b) Leég a feszültségmérő.
- c) A feszültségmérő mutatója közel 4,5 V-on áll.
- d) Az izzólámpa nem világít.
- e) Az izzólámpa az előző esethez viszonyítva fényesebben világít.
- f) A zsebtelep nagyon rövid idő alatt le fog merülni.
- g) A feszültségmérő 0,2 A-t mutat.

### Számítási feladat (1)

Egy modern képzőművészeti kiállításon a *Kockák a vízben* című alkotás 4 darab, egyenként 500 kg tömegű kockából áll. Ezek közül kettő vízhatlan anyaggal bevont fenyőfából, a másik kettő ólomüvegből készült. A műalkotás két részből áll. Az egyik részben a fenyőfából készült kocka van alul, és a tetejére van erősítve az ólomüvegből készült kocka, a másik részben az ólomüvegből készült kocka van alul, és a tetejére van erősítve a fenyőfa kocka (lásd az ábrát).



Ez utóbbi összeállítás 30 000 Pa-lal nagyobb nyomást fejt ki az asztalra, mint a másik. Ezt követően a kockapárokat a művész egy, a műalkotás részét képező víztartályba helyezte, amelyben a kockák behelyezése után 50 cm magasan állt a víz.

- a) Mekkora az ólomüveg sűrűsége?
- b) Mekkora nyomást fejtenek ki külön-külön a kockapárok a víztartály aljára? (A fenyőfa sűrűsége:  $0,5 \text{ g/cm}^3$ , a víz sűrűsége:  $1 \text{ g/cm}^3$ )

### Számítási feladat (2)

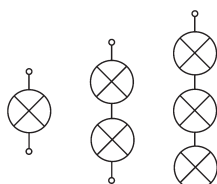
Egy áramkör a következő elemekből építendő fel:



- Három darab 4,5 V-os zsebtelepből:

- Hat darab 4,5 V-os izzólámpából, melyek három csoportba vannak összekapcsolva az ábrán látható módon.

Készítsd el azon áramkörök kapcsolási rajzát, amelyekben minden izzólámpa a névleges 4,5 V-os feszültségen üzemel! (Csatlakoztatás mind az áramforrásnál, mind az izzóknál csak a kis karikákkal jelölt pontokon lehetséges!)



Az általad tervezett kapcsolások mindegyikénél számts ki, hogy

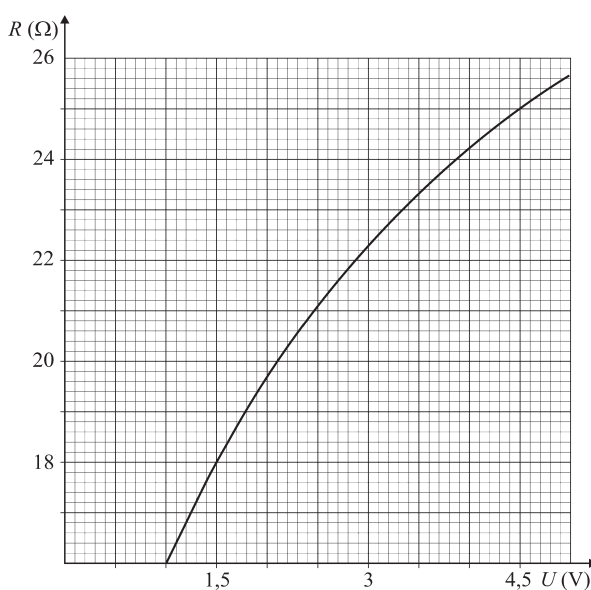
- a) mekkora bekapcsolás után az izzólámpák összteljesítménye,



A számításos feladat nagy figyelmet kíván.

- b) mekkora az összteljesítmény, ha a már meglévő kapcsolásban véletlenül a hármas izzócsoportot és az egyedülálló izzót felcseréljük!

Az alábbi grafikon egy izzólámpa ellenállását ábrázolja a rákapcsolt feszültség függvényében.

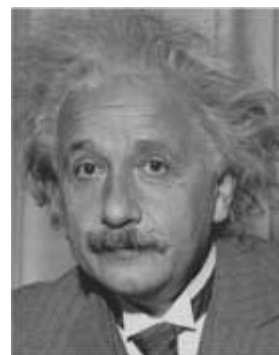


### Fizikatörténelmi feladat

Karikázd be minden pontban az egyetlen, általad is helyesnek ítélt választ! (A képek csupán illusztrációk, a megoldást nem segítik!)

1. 2005-ös esztendő *Albert Einstein* tiszteletére az Európai Fizikai Társulat javaslatára az ENSZ a Fizika Événé nyilvánította. Ebben az évben lesz 100 éves évfordulója

1. Einstein születésének, X. Einstein halálának,
2. Einstein zseniális felfedezéseinek, melyek a modern fizika (kvantumelmélet, relativitáselmélet) alapját képezik.



2. A fizikaverseny névadója *Öveges József*. Ki volt ő?

1. A magyar származású Nobel-díjas tudósok egyike.

X. Népszerű tanár, akinek a tanításon kívül nagyon fontos volt az életében a tudományos ismeretterjesztés.

2. Nagyon ügyes mérnök, aki egyszerű kísérleti eszközök készítésével foglalkozott.



3. Arkhimédész után több legendás mondás maradt ránk. Melyik az, amely az értelmének nyiladozásához és halálához egyaránt kötődik?

1. Heuréka! Megtaláltam!

X. Ne zavarj a köreimet!

2. Adjatok egy fix pontot a Földön kívül és én kimozdítom a helyéről a Földet!



4. Mi az arkhimédész szó jelentése?

1. Vaseszű.

X. Vasakaratú.

2. Felfedező.

5. Hierón király gyanakodott, hogy az ötvös nem tiszta aranyból készítette el a koronáját. Arkhimédészt kérte meg, hogy segítsen bebizonyítani a hamisítást, vagy osszassa el gyanúját. Melyik állítás tartalmazza az igazságot?

1. Az ötvös nem hamisított, a korona színaranyból volt.

X. A korona  $1/4$  rész ezüstöt tartalmazott.

2. Az ötvös elvette az arany felét.

6. A megoldást keresve megmérte a koronát mérlegen, ami pontosan 7 drachma 5 khalkusz volt. Mennyi lehetett a korona tömege mai mértékegységben kifejezve, ha a görög mértékegységek nagyság szerint így következtek:

khalkusz < obulus < drachma < mina

$\times 8$        $\times 6$        $\times 100$

és 1 khalkusz = 8,8 gramm.

1. 3000,8 gramm

X. 380 dekagramm

2. 380 gramm

7. Hierón király a korona készítőjét Arkhimédész tanácsára így büntette meg:

1. Rabszolgasorsra ítélte.

X. Halálra ítélte.

2. Kétszer annyi aranyat kellett visszaadnia, mint amennyit ellopott.



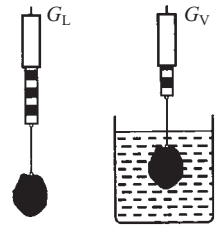
8. Arkhimédész több mint 40 mechanikai gépet talált fel, többek között öt tartják

1. a csigasor felfedezőjének.

X. a torziós inga készítőjének.

2. a felhajtóerő feltalálójának.

9. Hajítógépet tervezett, amely egy 4 minás kötömböt 600 lábra tudott hajítani. Mai mértékegységekkel kifejezve melyik megoldás áll legközelebb az igazsághoz, ha tudjuk, hogy 1 hüvelyk  $\approx 25$  mm, és 1 láb  $\approx 12$  hüvelyk?



1. 150 kg-os kötömböt 150 m távolságra.

X. 170 kg-os kötömböt 180 m távolságra.

2. 200 kg-os kötömböt 150 m távolságra.

10. Egy bogár bemászott a kézirattekercs rétegei közé. Arkhimédész utánanyúlt, ujjával el is érte, de megfogni nem tudta. Ugyanakkor állandóan tolta tovább, egyre feljebb, de egyszermind közben a tekercs rétegei között. Melyik találmányához adott ötletet ez a megfigyelés?



1. A vascsőrös emelőgéphez.

X. A vízikigyóhoz.

2. A hajítógéphez.

11. Egy háromárbcos hajót vontattak kétszáz láb távolságról a partra a rejtélyes vasszerkezettel. Kik segítettek Arkhimédésznek a szerkezet működtetésében?

1. Rhabdasz, a rabszolgája és Gelón, a király fia.

X. Rhabdasz, a rabszolgája és maga Hierón király.

2. Talamitész, az asztalos és Rhabdasz, a rabszolgája.

12. Egy szirakuzai éremverő nagyon büszke volt arra, hogy náluk verik a legszebb pénzt. Azt mondta, ennek az a magyarázata, hogy Artemisz istennő elárulta nekik, hogy a kör kerülete hogyan aránylik a kör átmérőjéhez. Ez ösztönözte Arkhimédészt, hogy pontosan kiszámítsa a kör kerületét.

Az eredményhez a 96 oldalú sokszög segítségével jutott, mely szerint

1. a kör átmérőjét olyan számmal kell megszorozni, amely 3 egész  $10/70$ -nél kisebb, de 3 egész  $10/71$ -nél nagyobb;

X. a kör átmérőjét olyan számmal kell megszorozni, amely 3 egész  $10/70$ -nél nagyobb, de kisebb, mint 3 egész  $10/71$ ;

2. a kör sugarát olyan számmal kell megszorozni, amely 3 egész  $10/70$ -nél kisebb, de 3 egész  $10/71$ -nél nagyobb.

13. Hogyan halt meg Arkhimédész?

1. Hosszas betegség után Hierón király udvarában.

X. Egy római legionárius hátba támadta, miközben önfeláldozóan ünnepelték a szirakuzaiak győzelmét.

2. Saját házának kertjében lepte meg egy római legionárius és leszúrta őt.

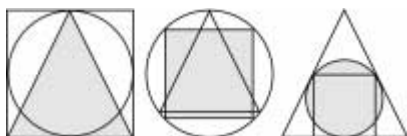


Nem volt könnyű az elemző feladat.



Kísérleti feladat közben

14. Milyen ábrát véstetek Arkhimédész sírkövére?



1. Hengerbe írt gömb és kúp körvonalai.

X. Gömbbe írt henger és kúp körvonalai

2. Kúpba írt henger és gömb körvonalai

### Elemző feladat

Egyensúlyban lévő egyenlő karú mérleg bal oldalán egy üvegből készült szobrocška, a jobb oldalán egy alumíniumból készült szobrocška függ vékony fonálon. A két szobrocška belseje üregesen kiképzett oly módon, hogy a térfogatuk azonos. A két szobrocška alá egy-egy szobahőmérsékletű vízzel telt edényt helyezünk úgy, hogy mindkét szobor teljesen víz alá merül, és sehol sem ér az edény falához.

a) Felbillen-e a mérleg, és ha igen, merre, ha a jobb oldali edény tartalmát lassan felmelegítjük?

b) Felbillen-e a mérleg, és ha igen, merre, ha mindkét edény tartalmát egyformán felmelegítjük?

A megoldáshoz vezető gondolatmenetedet részletesen fejtsd ki! Ha szükséges, a lap másik oldalán folytathatod munkádat.

### Kísérleti feladat

Mérd meg, hogyan változik két, kezdetben különböző hőmérsékletű víz hőmérséklete, ha termikusan érintkezhetnek egymással!

A rendelkezésedre álló eszközök: két pohár (az egyik üvegből, a másik alumíniumból készült), két hőmérő, stopperóra, hideg víz, forró víz (később, a kísérlet megkezdésekor kapod meg).

- Rajzold le és indokold is a kísérleti összeállítást! (Erre külön pontot kapsz!)

- Mérési eredményeidet mindkét esetben foglalj táblázatba és készíts grafikont! (Az értékelésnél pontozzuk!)

- Két mérést végezz! Az első esetben körülbelül ugyanannyi legyen a hideg víz mennyisége, mint a mele-

gé, a második esetben pedig körülbelül kétszer annyi legyen a hideg víz, mint a meleg!

Ha készen állsz a mérésre, kérj forró vizet a teremfelügyelőtől!

(A versenyzők feladatlapján található volt két milliméter-beosztású felület, amely a grafikonok elkészítésére szolgált.)

### Eredménylista

1. díjat kapott SZABÓ GÁBOR, a Szombathely, Paragvári utcai Általános Iskola tanulója, felkészítő tanára Ágoston Mária, 88%-os teljesítménnyel, és ALMÁDY BALÁZS (Tata, Vaszay János Általános Iskola, Maráz Lászlóné, 87%)
2. RATKU ANTAL (Debrecen, DE Kossuth Lajos Gyakorló Gimnázium, Kirsch Éva, 86%), FRIGÓ ERZSÉBET (Budapest, Karácsony Sándor Általános Iskola, Kocziánné Tóth Valéria, 84%) és PLESA DÁNIEL (Tápiószentmárton, ÁMK Kubinyi Ágoston Általános Iskola, Komjáti Zoltánné, 83%)
3. PÁL DÁVID (Debrecen, DE Kossuth Lajos Gyakorló Gimnázium, Kirsch Éva, 80%), WEINHANDL RÓBERT (Budapest, Árpád Gimnázium, Nagy Attila, 80%) és PLEVA DÁNIEL (Győr, Kazinczy Ferenc Gimnázium, Ludvigné Takács Éva, 79%)

### Díjak, jutalmak

Hatodik alkalommal került kiadásra az *Öveges József-érem*, melyet a verseny abszolút első helyezettje és felkészítő tanára számára alapított az Általános Iskolai Szakcsoport. Az érme átadására a versenyt körülbelül egy hónappal követő Országos Fizikatanári Ankéton szokott sor kerülni, az ankéton részt vevő tanárok nyilvánossága előtt. Az Öveges Érmes idén a Kőszegen rendezett Általános Iskolai Fizikatanári Ankét ünnepélyes megnyitóján Szabó Gábor akadémikus, az ELFT leköszönt főtűkára adta át Szabó Gábornak, a verseny I. helyezettjének, és felkészítő tanárának, Ágoston Máriának.



Szabó Gábor első helyezettnek és tanárának, Ágoston Máriának gratulál Csákvány Antalnén, az ELFT Általános Iskolai Szakcsoportjának elnöke.

A zsűri két első, három második és három harmadik díjat adott ki. A díjazott versenyzők Magyar Bálint miniszter által aláírt oklevelet vihettek haza.

A két első díjas versenyző 15–15 ezer forint értékben, a három második díjas versenyző 9–9 ezer forint értékben, a három harmadik díjas versenyző 7–7 ezer forint értékben, és több dicséretben részesült versenyző 5–5 ezer forint értékben kapott folyóirat előfizetéseket (*PC World*, *Természet Világa*, *Élet és Tudomány*, *KöMaL*), CD-ket, könyveket. Hasonló jutalomban részesültek a díjazott versenyzőket felkészítő tanárok is.

Győr-Moson-Sopron megye Közgyűlése, Győr Megyei Jogú Város Polgármesteri Hivatala, a Győr-Moson-Sopron Megyei Pedagógiai Intézet, a Kazinczy Ferenc Gimnázium, a Czuczor Gergely Gimnázium, az Apáczai Kiadó és a Halászi Takarékszövetkezet különdíjakat adományozott a kiemelkedő eredményeket elért versenyzőknek, illetve a felkészítő tanáraiknak. Németh Judit akadémikus, a határainkon túlról érkezett legjobb eredményt elért lányt és fiút jutalmazta.

Minden résztvevő ajándékcsomagot kapott, benne természettudományokkal, számítástechnikával foglalkozó folyóiratokkal és a megyét bemutató idegenforgalmi kiadvánnyal.

## TÁRSULATI ÉLET

# AZ ELFT 2005. ÉVI TISZTÚJÍTÓ KÜLDÖTTKÖZGYŰLÉSE

Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat 2005. június 25-én 10 órakor az ELTE Fizikai ép. 083. sz. előadótermében tartotta meg idei Küldöttközgyűlését, amelyen az elnökségi tagokon kívül részt vettek a Társulat további tisztségviselői és tagjai, valamint meghívottak.

A meghirdetett napirend megkezdése előtt Szabó Gábor főtitkár tartott előadást a Fizika 2005 Évének eseményeiről. Ezekben a rendezvényeken országszerte aktívan részt vettek tagjaink, sőt egyesületen kívüliek is, akik fontosnak tartják a természettudományok népszerűsítését. Az egyes helyszíneken lezajlott eseményekről a szervezők filmbemutatókat tartottak a közgyűlés szünetében.

A napirend szerint a Társulat elnöke, Dörnyeyné Németh Judit köszöntötte a megjelenteket, és megnyitotta a Küldöttközgyűlést, megállapítva annak határozatképességét a 48 fő szavazati joggal bíró tag jelenléte folytán. Ismertette az elmúlt év eseményeit, majd megköszönte a Társulat vezetőségének és minden, a Társulat munkájában résztvevőnek az együttműködést. Külön kiemelte a Fénystaféta szervezését. Köszönetet mondott Hártelein Károlynak és Nyerges Gyulának, hogy a Fizika Éve eseménynaptárát elkészítették. A Csodák Palotájának igazgatóját, Egyed Lászlót és lelkes gárdáját is köszönettel illette. Köszönet jár a MAFIHE vezetőségének is, a Fizika Éve eseménysorozatának szervezésében nyújtott aktív részvételért. A MAFIHE egy rajzpályázat

meghirdetésére készül, melynek tervezett címe: *Hol jó a fizika? vagy Mi lenne, ha nem lenne?* Köszönetet mondott a vidéki és budapesti rendezvények szervezőinek, mert a Fizika Éve kapcsán megrendezett rendezvények hasznosak voltak a fizika népszerűsítése céljából. A 2004. évben Szombathelyen megrendezett Fizikus Vándorgyűlés elsősorban a fizikus kollégák összejövelele. A Vándorgyűlés rendezői Nagy Dénes Lajos és Horváth Ákos voltak. Az utolsó napon angol nyelvű előadások voltak, melyet az Osztrák Fizikai Társulattal közösen rendeztünk, és részt vettek rajta a szomszédos országok Fizikai Társulatának képviselői is. Köszönet jár minden kollégának, aki országos és területi versenyt rendez, valamint valamennyi tanárnak, hogy diákjait segítette a versenyre való felkészülésben. Köszönetét fejezte ki a KFKI Informatika Csoportjának, név szerint Szalay Katalinnak, aki az aktuális eseményeket, illetve hírnagyokat késedelem nélkül a Társulat honlapján elhelyezi. Nem utolsó sorban köszönetet kell mondani Nagy Zsigmondné ügyvezető titkárnak, aki napi munkája mellett pályázatok figyelésével, illetve elkészítésével elősegítette a Társulat működéséhez szükséges források biztosítását, valamint megköszönte a titkárság dolgozóinak munkáját. Megköszönte Szabó Gábor főtitkárnak az elmúlt két évben a Társulat érdekében kifejtett munkáját, aki kapcsolatai révén anyagi támogatás megszerzése terén is eredményes munkát végzett.

Ezt követően Szabó Gábor főtitkár ismertette a Társulat közhasznúsági jelentését, valamint a 2005. évi költségvetést. (Ezek az anyagok a Társulat honlapján is olvashatók.) *Woynarovich Ferenc*, a Felügyelőbizottság elnöke a küldöttek elé terjesztette jelentését, mely szerint a bizottság a fenti dokumentumokat átvizsgálta és szabályosnak találta. A közhasznúsági jelentést és a 2005. évi költségvetést a közgyűlés vita után, valamint a Felügyelőbizottság jelentését egyhangúlag elfogadta.

Ezután Németh Judit elnök átadta a 2005. évi társulati és tudományos díjakat:

HÄRTLEIN KÁROLY – *Fizikai gondolkodás terjesztéséért díj*  
NAGY ANETT, PAPP KATALIN és MOLNÁR MIKLÓS – *Marx*

*György Fizikai Szemle Nívódíj*

KANYÁR BÉLA – *Felsőoktatási díj*

TÓTH IMRE – *Detre László-díj*

HORVÁTH ÁKOS – *Jánossy Lajos-díj*

LEGEZA ÓRS – *Gombás Pál-díj*

BORTEL GÁBOR – *Schmid Rezső-díj*

KOVÁCS TAMÁS – *Novobátzky Károly-díj*

Ezt követően a tisztújítást levezető Jelölőbizottság kezdte meg munkáját *Papp György* vezetésével, aki bejelentette, hogy több tisztségviselő megválik, illetve lemond tisztségéről, ezért rendkívüli tisztségválasztást kell tartani. A 2003-ban megválasztott további tisztségviselők a munkát

a 2007. évi tisztújító Küldöttközgyűlésig vállalják, amennyiben a küldöttek megbízatásukat megerősítik.

Miután a küldöttek elfogadták a megújítandó, illetve megüresedő tisztségekre javasolt személyek – elnökjelölt: *Patkós András*, főtitkárjelölt: *Kovách Ádám*, alelnökjelölt: *Sükösd Csaba*, Fizikai Szemle főszerkesztőjelöltje: *Dörnyeiné Németh Judit* és *Horváth Dezső* – listáját, a szavazás lefolyt. A Szavazatszámoló bizottság elnöke, *Theisz György* ismertette az ELFT megválasztott tisztségviselőit:

Elnök: Patkós András

Főtitkár: Kovách Ádám

Alelnökök: *Lux Iván*, *Papp Katalin* és *Sükösd Csaba*

Főtitkárhelyettesek: *Härtlein Károly*, *Kotek László*, *Mester András* és *Ujvári Sándor*.

Fizikai Szemle főszerkesztő: *Dörnyeiné Németh Judit*

Felügyelő Bizottság: *Woynarovich Ferenc*, *Jubász Nándor*, *Kopcsa József*, *Sulik Béla* és *Zsúdel László*.

*Patkós András* megválasztott elnök megköszönte a bizalmat saját maga és az Elnökség nevében. Az Elnökségnek eddig is tagja volt, és bízik abban, hogy egy jól működő csapatban – a Titkársággal együttműködve – az elkövetkező két évben eredményes munkát fognak végezni. Befejezésként megkérte a küldötteket, hogy a következő évi Közgyűlést 2006. május 27-re jegyezzék elő naptaurukban.

## AZ EÖTVÖS LORÁND FIZIKAI TÁRSULAT KÖZHASZNÚSÁGI JELENTÉSE A 2004. ÉVRŐL

A Fővárosi Bíróság 1999. április hó 26-án kelt 13. Pk. 60451/1989/13. sz. végzésével a 396. sorszám alatt nyilvántartásba vett Eötvös Loránd Fizikai Társulatot közhasznú szervezetnek minősítette. Ennek megfelelően a Társulatnak beszámolósi kötelezettsége teljesítése során a közhasznú szervezetekről szóló (módosított) 1997. évi CLVI. törvény, a számvitelről szóló, többször módosított 1991. évi XVIII. törvény, valamint a számviteli beszámolóval kapcsolatban a számviteli törvény szerinti egyéb szervezetek éves beszámoló készítésének és könyvvizelési kötelezettségének sajátosságairól szóló 219/1999 (XII.30) korm. sz. rendeletben foglaltak szerint kell eljárnia. A jelen közhasznúsági jelentés az említett jogszabályok előírásainak figyelembe vételével készült.

### I. rész – Gazdálkodási és számviteli beszámoló

#### Mérleg és eredménykimutatás

A Társulat 2004. évi gazdálkodásáról számot adó mérleget a jelen közhasznúsági jelentés 1. sz. *melléklete* tartalmazza. A 2. sz. *mellékletként* csatolt eredménykimutatás szerint a tárgyévben 984 eFt eredmény keletkezett.

#### Költségvetési támogatás és felhasználása

Közvetlen költségvetési támogatást 2004. évben nem kaptunk, csak pályázati úton nyertünk el támogatást (ez az eredménykimutatásban szerepel). A személyi jövedelemadó 1%-ának a Társulat céljaira történt felajánlásából a tárgyévben 900 eFt bevétel származott. Ezt az összeget a Társulat teljes egészében a *Fizikai Szemle* nyomdai költségeinek részleges fedezeteként használta fel.

#### Kimutatás a vagyon felhasználásáról

E kimutatás elkészítéséhez tartalmi előírások nem állnak rendelkezésre, így a Társulat vagyonának felhasználását illetően csak a mérleg forrásoldalának elemzésére szorítkozhatunk. A Társulat vagyonát tőkéje testesíti meg, amely az induló tőkéből és az eredményből tevődik össze. A tőkeváltozás csökkent, értéke jelenleg –3059 eFt. Így a Társulat saját tőkéjének jelenlegi, a mérleg szerint számított értéke 5506 eFt, szemben a megelőző év 4522 eFt tőkeértékével.

#### Cél szerinti juttatások

A Társulat valamennyi tagja – a fennálló tagsági viszony alapján – a tagok számára nyújtott, cél szerinti juttatás-

ként kapta meg a Társulat hivatalos folyóirata, a Fizikai Szemle 2004-ben megjelentetett évfolyamának számait.

### Kiemelt támogatások

A Társulat 2004-ben cél szerinti, a Khtv. 26. § c.) pontjának hatálya alá eső feladatainak megoldásához az alábbi támogatásokban részesült (a Khtv. 19. § (3) bek. e) pontjában megadott forrásokra szorítkozva, ezer Ft-ban):

- |  |         |
|--|---------|
| • Központi költségvetési szervtől        | 0 eFt   |
| • Elkülönített állami pénzalapoktól      | 0 eFt   |
| • Helyi önkormányzatoktól                | 440 eFt |
| • Kisebbségi területi önkormányzatoktól  | 0 eFt   |
| • Települési önkormányzatok társulásától | 0 eFt   |
| • Egészségbiztosítási önkormányzattól    | 0 eFt   |

A fenti összesítés magában foglalja a megadott forrásheklyek alsóbb szervei által nyújtott támogatásokat is.

### Vezető tisztségviselőknek nyújtott juttatások

A Társulat vezető tisztségviselői ezen a címen 2004-ben semmilyen különjuttatásban nem részesültek.

## II. rész – Tartalmi beszámoló a közhasznú tevékenységről

A közhasznú szervezetként való elismerésről szóló, a jelentés bevezetésében idézett bírósági végzés indokolásában foglaltak szerint a Társulat cél szerinti tevékenysége keretében a Khtv. 26. § c) pontjában felsoroltak közül az alábbi közhasznú tevékenységeket végzi:

- (3) tudományos tevékenység, kutatás
- (4) nevelés és oktatás, képességfejlesztés, ismeretterjesztés;
- (5) kulturális tevékenység;
- (6) kulturális örökség megóvása;
- (19) euroatlanti integráció elősegítése.

A *tudományos tevékenység és kutatás* területén a tudományos eredmények közzétételének, azok megvitatásának színteret adó tudományos konferenciák, iskolák, előadói ülések, valamint más tudományos rendezvények szervezését és lebonyolítását emeljük ki.

A 2004. év legjelentősebb szakmai eseménye a nemzetközi részvétellel 2004. augusztus 24–27. között Szombathelyen megrendezett *Fizikus Vándorgyűlés* volt. A rendezvényen részt vettek a szomszédos országok Fizikai Társulatainak képviselői.

Szintén nemzetközi részvétellel szervezett konferencia volt a Debrecenben, 2004. július 4–8. között megrendezett ESS-2004 IUWSTA Workshop (*Electron Scattering in Solids – From Fundamental Concepts to Practical Applications*).

A hazai részvétellel megtartott és a Társulat, illetve szakcsoportjai által rendezett tudományos, szakmai továbbképzési célú és egyéb rendezvények közül meg kívánjuk említeni az alábbiakat:

- Az *Anyagtudományi Szakcsoport Őszi iskolája*, Tata, 2004. szeptember 20–23.
- A Sugárvédelmi Szakcsoport *XXIX. Sugárvédelmi továbbképző tanfolyama*, Balatonkenese, 2004. május. 4–6.

- Az Atom-, Molekulafizikai és Kvantumelektronikai Szakcsoport megtartotta 2004. évi *Lézerteáit*.

- A Statisztikus Fizikai Szakcsoport a Máttrában tartotta meg szokásos évi rendezvényét.

Több szakcsoport – így például a Vákuumfizikai, a Részecskefizikai, és a Termodinamikai Szakcsoport – havi rendszerességgel tart szemináriumokat. Szükségességnek tartjuk kiemelni, hogy a szakcsoportok által rendszeresen tartott szemináriumok, előadói ülések a szakmai közélet értékes fórumai.

A Társulat szakcsoportjai és területi csoportjai a külön említettekén kívül – önállóan, vagy a fizika területén működő kutatóhelyekkel közösen, egyedi jelleggel vagy rendszeres időközönként – számos alkalommal rendeztek szakmai jellegű összejöveteleket, előadói üléseket, tudományos előadásokat, szervezték tagjaik részvételét külföldi szakmai konferenciákon.

A kutatás területén elért eredmények elismerésére a Társulat 2004-ben is odaítélte tudományos díjait (Szalay Sándor-díj; *Gulyás László*, Novobátky Károly-díj; *Daruka István*, Gombás Pál-díj; *Kiss Tamás*, Selényi Pál-díj; *Fülöp Zsolt*, Budó Ágoston-díj; *Horváth Gábor*, Bozóky László-díj; *Koblinger László*).

Az Eötvös-éremet *Berkes József*, a Prométheusz-éremet *Krassói Kornélia* kapta. A *Fizikai Szemle* Nívódíjában *Bíró László* részesült.

A *nevelés és oktatás, képességfejlesztés, ismeretterjesztés* területén végzett szerteágazó munka zöme a Társulat oktatási szakcsoportjai, valamint területi csoportjai szervezésében folyt. A fizikatanári közösség számára módszertani segítséget, a tapasztalatcsere és szakmai továbbképzés lehetőségét kínálták a két oktatási szakcsoport által 2004-ben megrendezett, elismert továbbképzésként is akkreditált fizikatanári ankétok, így

- A 47. Országos Középiskolai Fizikatanári Ankét és Eszközkiállítás, 2004. április 3–7., Miskolc

- A 28. Országos Általános Iskolai Fizikatanári Ankét és Eszközkiállítás, 2004. június 21–25., Karcag.

A Társulatnak a képességfejlesztés szolgálatában álló versenyszervező tevékenysége az általános iskolai korosztálytól kezdve az egyetemi oktatásban résztvevőkig terjedően kínál felmérési lehetőséget a fizika iránt fokozott érdeklődést mutató diákok, hallgatók számára. A területi szervezetek túlnyomó többsége szervez helyi, megyei, adott esetben több megyére is kiterjedő vagy akár országos részvételű fizikaversenyeket. Ezek részletes felsorolása helyett csak meg kívánjuk említeni, hogy a 2004-ben szervezett és lebonyolított, adott esetben több száz főt is megmozgató versenyek száma meghaladja a húszat. Ezek között számos olyan is szerepel, amelyek hosszabb idő óta évente rendszeresen kerülnek megrendezésre.

A területi szervezetek által rendezett versenyeken kívül a Társulat 2004-ben is megrendezte hagyományos, országos jellegű fizikaversenyeit (Eötvös-verseny, Ortway-verseny, Mikola-verseny, Öveges-verseny, Szilárd Leó Fizikaverseny). A korábbi évekhez hasonlóan 2004-ben is a Társulat szervezte meg a résztvevők kiválasztását és a magyar csapat felkészítését az évenkénti fizikai diákolimpiára. A Diákolimpia – melyet 2004. júliusban Pohangban (Koreai Köztársaság) rendeztek meg – a magyar csapat



## A 2004. évi Egyszerűsített éves beszámoló mérlege

## A 2004. évi Beszámoló eredménykimutatása

Sor-szám	A tétel megnevezése	Tárgyév (eFt)
1.	<i>A. Befektetett eszközök</i> (2–5. sorok)	1733
2.	1. Immateriális javak	16
3.	2. Tárgyi eszközök	1717
4.	3. Befektetett pénzügyi eszközök	
5.	4. Befektetett eszközök értékhelyesbítése	
6.	<i>B. Forgóeszközök</i> (7–10. sorok)	15 511
7.	1. Készletek	
8.	2. Követelések	2004
9.	3. Értékpapírok	
10.	4. Pénzeszközök	8 507
11.	<i>C. Aktív időbeli elhatárolások</i>	7 157
12.	<b>Eszközök (aktívák) összesen</b> (1.+6.+11. sor)	19 401
13.	<i>D. Saját tőke</i> (14–19. sorok)	5 506
14.	1. Induló tőke/jegyzett tőke	7 581
15.	2. Tőkeváltozás/eredmény	-3 059
16.	3. Lekötött tartalék	
17.	4. Értékelési tartalék	
18.	5. Tárgyévi eredmény alaptevékenységből (közhasznú tevékenységből)	984
19.	6. Tárgyévi eredmény vállalkozási tevékenységből	
20.	<i>E. Céltartalékok</i>	
21.	<i>F. Kötelezettségek</i> (22–23. sorok)	13 888
22.	1. Hosszú lejáratú kötelezettségek	
23.	2. Rövid lejáratú kötelezettségek	13 888
24.	<i>G. Passzív időbeli elhatárolások</i>	7
25.	<b>Források (passzívák) összesen</b> (13.–20.+21.+24. sor)	19 401

tagjai 2 arany-, 2 ezüstérmét, valamint 1 dicséretet szereztek. (A diákolimpiai felkészítésben nagy segítséget jelent a Villamosművek Rt. anyagi támogatása.)

Az oktatás során végzett kimagasló munkát ismerik el a társulat tanári díjai. A 2004. évben *Piláth Károly, Fülöp Viktorné és Horváthné Fazekas Erika* Mikola Sándor-díjban részesültek.

Az általános és középiskolai oktatásban a fizika népszerűsítéséért végzett kiemelkedő munkáért, valamint a tehetséggondozásban elért eredményekért az Ericsson Magyarország Kft. által alapított Ericsson-díjat kaptak: *Arany Tóth László, Kirsch Éva, Varga Gáborné, ifj. Zátanyi Sándor, Nagyné Fodor Zsuzsanna, Tófalusi Péter*. A Rátz Tanár Úr Életműdíjat *Zátanyi Sándor* és *Sebestyén Zoltán* kapták.

A továbbképzésben, szakmai ismeretterjesztésben és az információs szolgáltatásban betöltött szerepe mellett a tehetséggondozás feladatait is szolgálja a Társulat folyóiratkiadási tevékenysége. A Társulat 2004-ben kiadta a Társulat havonta megjelenő hivatalos folyóiratát, a *Fizikai Szemle* 54. évfolyamának 12 számát, továbbá kiadóként megjelentette a Bolyai János Matematikai Társulattal közösen szerkesztett *Középiskolai Matematikai és Fizikai Lapok* (KöMaL) 2004. évi évfolyamát. (A KöMaL kiadásában jelentős segítséget jelent az Ericsson Magyarország Kft. által nyújtott anyagi támogatás.) A Társulat tagjainak tagsági

Sor-szám	A tétel megnevezése	Tárgyév (eFt)
1.	<i>A. Összes közhasznú tevékenység bevétele</i> (2.+8.+9.+10.+11. sor)	63 735
2.	1. Közhasznú célú működésre kapott támogatás	10 068
3.	a) alapítótól	
4.	b) központi költségvetéstől	
5.	c) helyi önkormányzattól	440
6.	d) társadalombiztosítótól	
7.	e) egyéb, ebből 1%: 900 eFt	9 628
8.	2. Pályázati úton elnyert támogatás	15 248
9.	3. Közhasznú tevékenységből származó bevétel	29 577
10.	4. Tagdíjból származó bevétel	8 010
11.	5. Egyéb bevétel	832
12.	<i>B. Vállalkozási tevékenység bevétele</i>	
13.	<i>C. Összes bevétel</i> (1.+12. sor)	63 735
14.	<i>D. Közhasznú tevékenység ráfordításai</i> (15–20. sorok)	62 751
15.	1. Anyagjellegű ráfordítások	44 783
16.	2. Személyi jellegű ráfordítások	15 196
17.	3. Értékcsökkenési leírás	870
18.	4. Egyéb ráfordítások	1 902
19.	5. Pénzügyi műveletek ráfordításai	
20.	6. Rendkívüli ráfordítások	
21.	<i>E. Vállalkozási tevékenység ráfordításai</i> (22–27. sorok)	
28.	<i>F. Összes ráfordítás</i> (14.+21. sor)	62 751
29.	<i>G. Adózás előtti eredménye</i> (13.–21. sor)	984
30.	<i>H. Adófizetési kötelezettség</i>	
31.	<i>I. Tárgyévi vállalkozási eredmény</i> (29.–30. sor)	
32.	<i>J. Tárgyévi közhasznú eredmény</i> (1.–14. sor)	984
<b>Tájékoztató adatok</b>		
33.	<i>A. Személyi jellegű ráfordítások</i> (34.+37.+38. sor)	15 196
34.	1. Bérköltség	8 298
35.	ebből: megbízási díjak	1 012
36.	tiszteletdíjak	
37.	2. Személyi jellegű egyéb kifizetések	3 759
38.	3. Bérjárulékok	3 139
39.	<i>B. Szervezet által nyújtott támogatások</i>	
40.	<i>C. Továbbutalási céllal kapott támogatás</i>	
41.	<i>D. Továbbutalt támogatás</i>	

ajánló *Fizikai Szemle* megtartotta elismert szakmai színvonalát, változatlanul a magyarul beszélő fizikustársadalom egyik igen jelentős összefogó erejének tekinthető.

Az *euroatlanti integráció elősegítése* szolgáltatásban állt a Társulat nemzetközi tevékenysége, amellyel a hazai fizika nemzetközi integrálódásának folyamatát kívántuk erősíteni. Itt szeretnénk megemlíteni a már korábban a legjelentősebb szakmai eseményként jelzett Fizikus Vándorgyűlést, továbbá a 2005-ben megrendezésre kerülő nemzetközi *Fizika Éve* előkészületeit.

## FÉNYKÉPEZÉS FILM NÉLKÜL

Már az ókorban észrevették, hogy ha egy dobozba az egyik lapján fűrt kis lyukon lép be a fény, a szemközti oldalon megjelenik a külső világ fordított állású, kicsinyített képe. Az ilyen dobozt *camera obscurá*nak, sötét-kamrának nevezték. A középkor néhány neves festője az ily módon vetített kép segítségével készítette döbbenetesen élethű tájképeit.

1830 körül fedezte fel Niépce és Daguerre a képek kémiai úton való rögzítésének módját. (A pletyka szerint Niépce még a vetített képet sem tudta lerajzolni, ezért inkább kitalált egy kémiai eljárást a kép rögzítésére.) Rájöttek arra, hogy az ezüstök fényérzékenyek, így felhasználhatóak képalkotásra. Ezüst-jodiddal bekenet lemezen, filmen, papíron képet lehet létrehozni.

Ez a két találmány napjainkig meghatározta a fényképezés technikáját, a modern fényképezőgépek ezeknek az egyszerű elveknek az egyre tökéletesebb gyakorlati megvalósításai voltak.

Körülbelül 180 diadalmas év után most úgy néz ki, hogy a film mint képeket rögzítő eszköz pályafutása lassan véget ér. A filmfelvevőt felváltja a videokamera, a hagyományos fényképezőgép szerepét a digitális gép veszi át.

Az elektronikus fényképezést a félvezetők, az adattárolók és a számítástechnika fejlődése teszi lehetővé. Félvezető lapocskákat, *chip*et használunk arra, hogy érzékelje a fényt, és elektromos jelekké alakítsa. A nagy kapacitású memóriák olcsósága teszi lehetővé, hogy harminchat kép helyett akár százat is tárolhassunk a fényképezőgépben. A képek kezelését, az elektronika összehangolását a gépbe épített kicsiny célszámítógép végzi. Végül a kész felvételeket mindenki letöltheti a saját számítógépébe, és szerkesztheti, kinyomtathatja.

Nézzük részletesen, hogyan is működik a digitális fényképezőgép! A rögzítendő képeket minden eddigi eljárásnál elemekre bontották, és a fekete-fehér képelemek összességéből bontakozott ki a kép. Ha megnézzünk egy hagyományos fényképet, ott például az emulzió szemcséi alkotják a képelemeket. Továbbítás előtt így bontják elemeire például a televíziós kamera által közvetített képet is.

Képelemeket (*picture element*, röviden pixel) állít elő a digitális kamera érzékelője, a CCD is. A CCD egy úgynevezett töltéscsatolt eszköz, az angol *Charge Coupled*

*Device* kezdőbetűiből álló betűszó. Több millió, négyzet-rácsban elrendezett pixelből áll egy ilyen félvezető lapka.

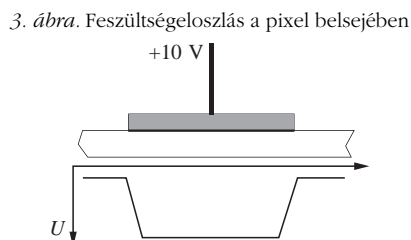
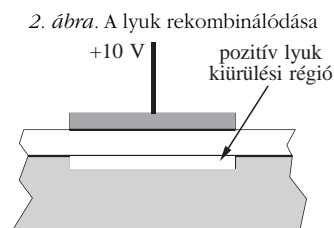
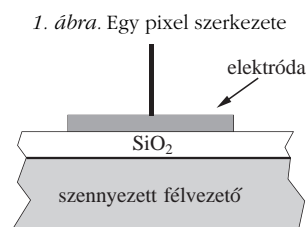
A szilícium kristályrácsa olyan, mint a gyémánté. Az atomok tetraéder alakzatban helyezkednek el a rácsban. Minden atomhoz négy elektron tartozik a külső héjon, és minden atom négy szomszédjával van kötésben. Így alaphelyzetben nincsenek szabad töltéshordozók. Ha három vegyértékű atomokkal szennyezzük a szilíciumot *p*-típusú (a hiányzó elektronokat pozitív töltésnek, úgynevezett „lyukaknak” tekinthetjük), ha öt vegyértékű atomokkal, akkor *n*-típusú (negatív töltéshordozókat, plusz elektronokat tartalmazó) félvezetőt kapunk.

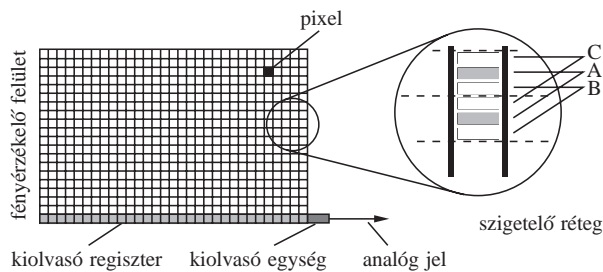
Egy pixel szerkezetét az 1. ábrán figyelhetjük meg. A *p*-típusú félvezető alapot szilícium-dioxid szigetelőréteg választja el az elektródától.

Ha az elektródára pozitív feszültséget kapcsolunk, akkor vele szemben egy kiürített réteg alakul ki, a pozitív feszültség vonzza az elektronokat, a lyukak így rekombinálnak (2. ábra). A feszültség eloszlását a pixel belsejében 3. ábrán láthatjuk.

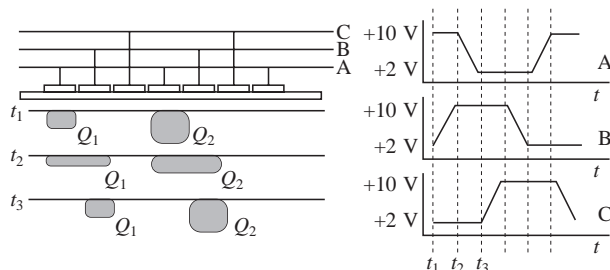
Fény hatására elektronok gyűlnek össze a kiürített rétegben, ezt úgy is képzelhetjük, mintha a harmadik ábrán látható gödörbe estek volna. Az így összegyűjtött elektronok száma arányos a fény erősségével. Ha ezeket az elektronokat megszámláljuk, következtethetünk arra, milyen erős fényhatás érte a pixelt. Ehhez az elektronokat pixelenként „ki kell olvasni” a CCD-ből.

Ezt a kiolvasást a pixelek már említett négyzetrácsos elrendezése teszi lehetővé, amelyet a 4. ábrán figyelhetünk meg. A fő egység az oszlop. Egy oszlopban egymás alatt három pixel alkot egy csoportot. Induljunk el úgy, hogy minden csoportban az A jelű pixelekre kapcsolunk magasabb feszültséget, hogy fényt tudjanak gyűjteni, a másik kettőre pedig alacsonyabbat, így a keletkező potenciálgát megakadályozza a töltések áramlását. Az expo-





4. ábra. Négyzetácsos elrendezés a tartalom kiolvasásához

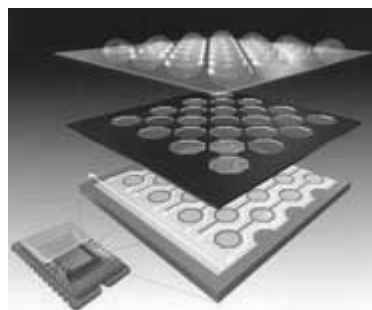


5. ábra. A kiolvasás lépései az idő függvényében

záció után a B jelűekre is pozitív feszültséget kapcsolva a potenciálgödör kiszélesedik, az összegyűjtött elektroncsomag A és B alatt oszlik meg. Ezt nevezzük töltéscsatolásnak. Ha A feszültségét ezután csökkentjük, akkor a töltések B alá kerültek, azaz eggyel lefelé léptettük a pixel tartalmát. Az eljárás lépéseit az 5. ábra szemlélteti. Ezt ismételve, az oszlopok tartalma sorra az alsó, kiolvasó sorba (regiszterbe) kerül, ahonnan ugyanezt az eljárást vízszintes irányban alkalmazva a pixel tartalmát egyesével a kiolvasó egységbe léptetjük. Itt megmérjük a feszültséget, amely arányos a fény erősségével, mely a pixelt érte. A mért érték analóg mennyiség, amelyet a digitálissá átalakítva tárolunk, és az majd számítógéppel dekódolva ismét képpé alakítható.

A leírt eljárás egy adott szín sötét és világos foltjait hozza létre, a felvételnek a 21. században viszont természetesen színesnek kell lennie. Ehhez három különálló képet kell egyszerre létrehozni, egy pirosat, egy zöldet és egy kékkel. Ennek a három színnek a keveredéséből az összes többi létre lehet hozni.

7. ábra. A tükörreflexes digitális fényképezőgépek jelenlegi csúcscépe, mely a professzionális kategóriában az Év fényképezőgépe díj nyertese, érzékelőlapkája 12,4 millió pixellel rendelkezik.



6. ábra. Színszűrők és mikrolencsék a színes képhez és a fényérzékenység növeléséhez

A pixelek fölé színszűrőket helyezve jönnek létre a különböző színű képek. Ezeket a részképeket egyesítve hozzuk létre a színes fényképeket (6. ábra). Az egyes pixelek fölé egy-egy mikrolencsét is elhelyezünk, így is növelhetjük a kamera fényérzékenységét.

Milyen egyéb előnyei vannak a digitális fényképezésnek? A CCD nagyobb frekvenciatarományban érzékeny, mint a film, azaz olyan hullámhosszakat is „láthatunk” vele, amelyeket szabad szemmel nem. (Kísérleti javaslat: szemléljük a televízió távirányítóján lévő kis infralámpát a digitális fényképezőgépen keresztül. Így megnézhetjük a távirányító által kibocsátott „morze”-jeleket. Ezt az érzékenységet használják ki a csillagászati műszerekben arra, hogy a közönséges filmekkel nem érzékelhető hullámtartományokban is készítsenek felvételeket a Világegyetemről.) Ez teszi azt is lehetővé, hogy szürkületben is fényképezhessünk vaku nélkül, mivel a CCD fényérzékenységét elektronikusan is beállíthatjuk.

A digitális fényképezőgépekkel készített képeken az eddigieknél sokkal könnyebben végezhetünk utómunkálatokat, szerkeszthetjük a képeket, változtathatunk a fényviszonyokon. A szerkesztőprogramok segítségével fényképeinket érdekes effektusokkal tehetjük izgalmassá. Lehetnek, akik kifogásolják azt, hogy ezeken a képeken szinte bármit lehet módosítani, több képet egyesíteni, képrészleteket eltüntetni, máshonnan a képre másolni.

Nagy előnye a digitális formában létrehozott képeknek a könnyű továbbíthatóság. Mivel a képeket elektronikus jelek sorozataként tároljuk, átalakítás nélkül lehet őket egymásnak elküldeni. Ebben segítenek a különböző tömörítési eljárások is.

Az elkészült fényképet a gép kis monitorán azonnal láthatjuk, így azonnal megismételhetjük, ha nem sikerült. Ez a lehetőség kísérletezésre is módot ad. Ebben az is segítségünkre lehet, hogy nem kell a filmmel takarékoskodni, ha valami rossz lett, akkor egyszerűen törölhető.

A képeket közvetlenül szemlélhetjük monitoron, tv-készüléken, a jól sikerülteket kinyomtathatjuk a labor munkákat megspórolva. Ez nem mindenki szemében előny, a fotóamatőröknek a laboratóriumi munka örömet okoz, a művészi önkifejezés lehetőségét jelenti, és még sokáig fognak a hivatásos művészek is ragaszkodni a hagyományos fényképezőgépeikhez.

A cikkhez használt ábrákat a Magyar Csillagászati Egyesület honlapjáról ([www.mcse.hu/ccd](http://www.mcse.hu/ccd)) a szerző, *Fűrész Gábor* szíves engedélyével vettem át.

*Ujvári Sándor*

## RÉSZECSKEFIZIKAI DIÁKMŰHELY

A Fizika Világévének keretében az Európai Részecskefizikai Ismeretterjesztő Csoport (EPOG) „méréseket” szervezett középiskolásoknak a *CERN saját kezűleg* című honlap felhasználásával. Ezek a mérések a CERN 18 tagországnak 80 intézetében zajlottak 2005. március 7. és március 18. között. Magyarországon a következő három helyszínen vettek részt diákok a mérésben: az MTA KFKI Részecske- és Magfizikai Kutató Intézetben (Budapest), a Debreceni Egyetem Kísérleti Fizika Tanszékén és a Budapesti Műszaki Főiskola Számítógéptechnikai Intézetében (Székesfehérvár).

### Előzmények

Erik Jobansson, a Stockholmi Egyetem professzora vezetésével 1998 körül megalkották a „CERN saját kezűleg” (*Hands on CERN*, [http://hands-on-cern.physto.se/hoc/\\_v21en/](http://hands-on-cern.physto.se/hoc/_v21en/)) honlapot, amely több díjat is nyert. Ezt tavaly felújították, és az eredeti angol és svéd mellett számos más nyelvre lefordították. A honlap magyar változatának leírása megtalálható a *Lássuk a részecskéket!* című cikkemben (ld. 261. o.).

A mérés megrendezésére felsőoktatási vagy kutatóintézetek jelentkezhetnek. A rendezvény honlapján az intézetek lehetőséget kaptak, hogy angolul és saját nyelvükön ismertetőt tegyenek közzé tevékenységükről. Ez a honlap a *CERN saját kezűleg* fordításaival együtt CD-re került, amelyet a diákműhelyen részt vevő összes diák megkapott egy részecskefizikai tárgyú képregénnyel és egy német kutatóintézetről, a DESY-ről szóló ismertetővel együtt.

A diákműhelyek napjára a részt vevő intézmények összekapcsolásával videokonferenciát is szerveztünk, amelynek főpróbája két hónappal a rendezvény előtt zajlott. A próbára szükség volt, hiszen kezdetben gyakori volt, hogy a hangerő nem volt megfelelő, vagy a hangszóróból a hang visszajutva a mikrofonba visszhangot okozott, vagy a tűzfal beállításai miatt a kép nem érkezett meg a többi helyszínről.

### A magyarországi események

A diákműhely-sorozat március 7-én indult. Aznap volt az általam Székesfehérváron szervezett rendezvény is. Dél előtt egy hosszabb előadást tartottam, amelynek első felében a délutáni mérés megalapozására és ismertetésére fektettem a hangsúlyt (a részecskefizikai Standard Modell alapjai, részecskegyorsítók és detektorok), a második felére pedig a részecskefizikával kapcsolatos érdekességekkel készültem (csatolási állandó, szuperszimmetria, az erős kölcsönhatás furcsaságai, ...). A <http://www.szgti.bmf.hu/fizika> oldal a BMF Számítógéptechnikai Intézet fizika honlapja, ahol megtalálható előadásom anyaga és más, az eseményhez kapcsolódó több fájl.

A közös intézményi ebéd után sor került még egy laboratóriumi bemutatóra, ahol a résztvevők megtekinthették többek között a Világhálón bárki által vezérelhető bolygószondánkat, a Hunveyor-4-et (<http://hunveyor.szgti.bmf.hu>).

Ezután a mérésekkel folytattuk a programot. A feladat a CERN LEP gyorsítóján történt 92 GeV-es tömegközépponti energiájú elektron–pozitron ütközések végállapotainak osztályozása, majd az egyes eseményfajták gyakorisága alapján a Z-bozon bomlási csatornák (kvark–kvark  $\rightarrow$  dzsetek,  $e^+e^-$ ,  $\mu^+\mu^-$ ,  $\tau^+\tau^-$ ) valószínűségeinek meghatározása volt. A vizsgálandó végállapotokat a CERN-ben is használt eseménynézegető program segítségével elemezték. Egy-egy számítógép előtt ülve két-három diák szem-

1. táblázat  
**A debreceni és székesfehérvári diákok által adott válaszok átlagértékei az előzetes ismeretekkel kapcsolatban**

Kérdés	Debrecen	Székesfehérvár
Mennyi időt töltesz a számítógép előtt ( $1 =$ több mint $1b/nap$ , $5 =$ kevesebb mint $1b/hét$ )	2,05	1,31
Milyen gyakran kísérleteztek fizikaórán? ( $1 =$ nagyon gyakran, $5 =$ sosem)	3,36	3,4
Milyen gyakran használtok számítógépet az adatok kiértékeléséhez? ( $1 =$ nagyon gyakran, $5 =$ sosem)	4,21	4,31
<b>Előismeretek</b> ( $1 =$ teljesen egyetértek, $5 =$ egyáltalán nem értek egyet)		
Sokat tudok fizikából	2,84	2,87
Többet akarok tudni belőle	1,26	2,18
A fizikaórák jól előkészítettek a diákműhelyre	3,05	2,62
Szeretem a fizikaórákat	1,36	2,37
Az iskolai fizika kapcsolódik a mindennapi élethez	2,44	2,56
Az iskolai fizikaórán megtudom, hogy mi a szerepe a fizikának a modern technikai fejlesztésekben	2,26	2,5
Az iskolai fizikaóráról tudom, hogyan szervezik és kivitelezik a tudományos kutatási folyamatokat	3,31	2,87
<b>Mielőtt ide jöttem, a következő dolgokról</b> ( $1 =$ sokat, $5 =$ nem) <b>tudtam</b>		
Radioaktivitás	2,31	2,93
Kvarkok és leptonok	3,73	4
Általában a részecskefizikáról	2,84	3,62
Részecskedetektorok	3,10	3,81
Részecskegyorsítók	2,42	3,68



lélte és osztályozta a vizsgálandó 100 esemény képét. Intézetenként ugyanannak az 1000 eseménynek a közös kiértékelését végezték el. A mérés indítása nagy figyelmet igényelt. Főleg a többdzsetes és a tau-események megkülönböztetése jelentett gondot.

Az eredmények összegzése után került sor az aznap mérést végző 5–6 intézet részvételével rendezett videokonferenciára (március 7-én rajtunk kívül osztrák, két görög és egy német csoport mért). Ennek során eredményeinket összehasonlítottuk a többi intézet csoportjai által kapott eredményekkel, illetve a nagy nemzetközi kísérleti együttműködésekben milliós eseményszám alapján mért értékekkel és az elméleti számításokkal. Az eredmények a statisztikus bizonytalanság határain belül egyeztek az „igazi” mérésekkel! A konferenciabeszélgetések során a diákok kicserélték élményeiket és a mérések során fellépő nehézségeiket.

A nap befejezéseként a diákok a műhelyt értékelték kérdőíveket töltötték ki, végül az ajándékok, valamint a részvételt igazoló egységes nemzetközi diploma kiosztása következett.

A többi telephelyen is hasonló időbeosztás szerint haladtak a programok. A második nap, március 8-án került sor a budapesti rendezvényre. A diákokat a Szilárd Leó tehetségkutató verseny résztvevőiből toborozta a szervező, *Jancsó Gábor*. Debrecenben az évente megrendezésre kerülő *Fizikus Napok* kiegészítőjeként március 16-án tartotta *Trócsányi Zoltán* a diákműhelyt az egyetem Kísérleti Fizikai Tanszékén.

## A kérdőívek tanulságai

Az események tanulságainak összegzése érdekében a központi szervezők angol nyelvű kérdőívet állítottak össze. A kérdőívek névtelenek voltak, a korra, nemre vonatkozó kérdést tartalmaztak, valamint azt, hogy milyen szintű képzésen vesznek részt fizika, biológia és kémia tantárgyakból. A további kérdések a diákműhely előtti ismereteket, a szerzett ismereteket, a témához való viszonyulás változását, az előadás, a mérés és a videokonferencia követhetőségét vizsgálták. A kérdőívek közül csak a székesfehérváriakat és a debrecenieket tudtam feldolgozni. A mellékelt *táblázat*okban megtalálhatóak a számszerűsíthető adatok átlagai.

2. táblázat

### A diákműhely értékelése a tanulók véleménye szerint

Kérdés	Debrecen	Székesfehérvár
<b>Az előadásokról</b> (1 = teljesen egyetérték, 5 = egyáltalán nem értek egyet)		
Az előadásokat könnyű volt megérteni	1,5	2,93
Érdekesnek találtam az előadás témáját	1,33	2,25
Lehetőségünk volt kérdezni	1,33	2,06
<b>A feladatokról</b> (1 = teljesen egyetérték, 5 = egyáltalán nem értek egyet)		
A másokkal való együttműködés fontos volt a probléma megoldásában	1,61	2,18
Úgy érzem, hogy kompetens vagyok a probléma megoldásában	2,33	2,68
Lehetőségünk volt kérdezni	1,22	2,19
<b>A videokonferenciáról</b> (1 = teljesen egyetérték, 5 = egyáltalán nem értek egyet)		
A videokonferencia technikai színvonala (1 = jó, 5 = rossz)	3,81	2,69
Jól tudtam követni az egész konferenciát	2,88	2,83
A videokapcsolat a többi ország hallgatóival bepillantást engedett számomra a nemzetközi kutatási együttműködések működésébe	3,05	2,76
<b>A műhelyről általában</b>		
Hogyan tetszett a diákműhely? (1 = nagyon, 5 = egyáltalán nem)	1,64	2,43
Mi tetszett a legjobban a diákműhelyben (e = előadás, f = feladat, v = videokonferencia)	11e, 3f	10f, 3e, 3v
A diákműhely (1 = túl könnyű, 5 = túl nehéz) volt	3	3,37
A diákműhely után (1 = kevésbé, 5 = jobban) érdekel a fizika általában	4,11	3,53
<b>Mit szeretnék másként?</b> (1 = teljesen egyetérték, 5 = egyáltalán nem értek egyet)		
Több feladatot szeretnék mint előadást a diákműhelyen	3	3,06
Jobban szeretem azokat a programokat, mely több helyet ad a saját ötleteimnek	3,18	2,75
A diákműhely után többet tudok a részecskefizikáról	1,82	2,56
A diákműhely tájékoztatott a fizikának a modern műszaki fejlesztésekben betöltött szerepéről	2,11	2,37
A diákműhelyen megtanultam, hogyan szervezik és kivitelezik a tudományos kutatást	2,23	2,62
A modern fizikának mint a részecskefizikának nagyobb mennyiségben kellene szerepelnie az iskolai fizikaórán	1,70	2,75
A diákműhelyen hallott fizika megmutatta a kapcsolatot a mindennapi élettel	2,94	2,87
<b>A diákműhely-foglalkozáson (1 = sokat, 5 = nem) tanultam újat a következőkről</b>		
Radioaktivitás	3,35	3,81
Kvarkok és leptonok	1,52	1,93
Általában a részecskefizikáról	1,70	2,5
Részecske-detektorok	1,82	2,31
Részecskegyorsítók	2,17	2,18

Mindkét 20 fős csoportban három-három lány volt. A debreceni csoportban 16-an emelt szinten tanulták a fizikát, 17-en a matematikát. A fehérvári csoportban fizikából 7-en, matematikából 8-an vettek részt emelt szintű oktatásban. A programban részt vevő diákok tehát az átlagosnál jobban érdeklődtek a fizika iránt, így a kérdőívek tanulságai elsősorban erre a csoportra értendők.

A debreceni csoportban a diákok szerint az előadás jobban érthető volt, és több lehetőségük volt kérdezni. A fehérvári csoportban a videokonferencia előkészítése volt sikeresebb. Összességében elmondhatjuk, hogy mindkét helyszínen a) sikert aratott a program; b) a diákok tanulságosnak találták a műhelyt, megítélésük szerint ismeretük a részecskefizikáról gyarapodott; c) a diákok a jelenleginél nagyobb mértékben igényelnék az iskolai fizikaórán a modern fizika eredményeivel való ismerkedést.

A kérdőívben megjegyzéseket is fűzhetek az eseményekhez. A fehérvári diákok közül többen megemlítették, hogy az *LHC az időgép* című magyar nyelvű lefordított 11 perces kisfilm tetszett nekik. Volt, aki jelezte, hogy

a videokonferencia idejére már elfáradtak. Debrecenben a diákok többségének az előadás, Fehérváron a feladat végzése jelentett nagyobb élményt.

A rendezők megítélése és a visszajelzések alapján a műhely a külföldi helyszíneken is sikert aratott. A diákok megérezhették egy nemzetközi együttműködés apró emberi–technikai összetevőit. A rendezvény a részecskefizikus társadalom kezdeményezéséből indult, de a tapasztalatok alapján a fizika más területei és más tudományterületek is sikerrel járnának hasonló, a tudományos kutatásokat népszerűsítő rendezvényekkel. Az ez évi esemény nemzetközi szervezői a tapasztalatok alapján évi rendszerességgel kívánják az akciót folytatni. A hazai csatlakozásra készen állunk. Kérem, hogy a rendezvény iránt érdeklődő tanárok, illetve a részvétel iránt érdeklődő diákok a [horvath.arpad@szgti.bmf.hu](mailto:horvath.arpad@szgti.bmf.hu) villámposta-címre küldjék jelentkezésüket.

A <http://wyp.teilchenphysik.org/mc.htm> oldal tartalma az esemény központi honlapját.

*Horváth Árpád*

## MEGÁLLAPODÁS AZ ITER FELÉPÍTÉSÉRŐL

2005. június 28-án Moszkvában aláírták a megállapodást az ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) nemzetközi termonukleáris kísérleti reaktor felépítéséről, a helyszín Cadarache, Franciaország. Ezzel évek óta tartó vita zárult le, végre hozzákezdhetnek a beláthatatlan távlatokra biztonságos energiaellátással kecsesített szabályozott termonukleáris fúzió feltételeinek megteremtéséhez.<sup>1</sup>

A szabályozott termonukleáris fúzióban a legkönnyebb elemek összeolvadása, fúziója során szabadul fel az atommagok energiája. A százmillió fokra felhevített üzemanyagot, a hidrogén nehéz izotópjait (deutérium, trícium) erős mágneses térrel tartják össze. A ma legsikeresebb berendezéstípus a tokamak, ilyen lesz az ITER is, ebben gyűrű (tórusz) alakú térrészbe zárják a plazmát.

A hatalmas és drága kísérleti berendezés nemzetközi összefogással való megépítését *Gorbacsov* szovjet vezető vetette fel az 1980-as évek közepén, *Reagan* amerikai, majd *Mitterand* francia elnök egyetértése biztosította a politikai hátteret. A tervezést 1988-ban az Európai Közösség, Japán, a Szovjetunió és az USA együtt kezdte meg, idővel más országok is csatlakoztak. A helyszín kiválasztásáig békésen zajlottak az előkészületek. A helyszínről először francia–spanyol vetélkedés alakult ki az EU-ban, majd Franciaország és Japán küzdött a telephelyért.

Az ITER építését jövőre kezdik meg az Európai Unió, Oroszország, az Egyesült Államok, Japán, Kanada, Kína és Korea összefogásával. Az építés idejét tíz évre, költségeit 4,6 milliárd euróra tervezik, az építés ötvenezer embernek ad majd munkát. Az Európai Unió állja a költségek 40%-át, ehhez Franciaország még hozzáad 10%-ot,

tehát a költségek fele marad az EU-n kívüli résztvevőkre. Az üzemeltetést húsz évre tervezik. Így a 2030-as évekre gyűlhet össze elegendő tapasztalat, ismeret ahhoz, hogy dönteni lehessen a következő nagy lépés megtételéről, az erőművi reaktor megépítéséről.

Az építés évtizede alatt lesz majd mód a részletek bemutatására, itt csak néhány impozáns adatot idézek. Szupravezető mágnesekkel hozzák létre az 5,3 tesla erősségű mágneses teret. A D keresztmetszetű gyűrűben, a plazma nagy sugara 6,2 m, kis sugara 2 m lesz. A 840 köbméter térfogatú plazmában 15 megaamper áram folyik, az elérhető fúziós teljesítményt 500 megawatt-ra teszik.

Magyarországon az 1970-es évek végére épült meg egy kis tokamak a KFKI Részecske- és Magfizikai Kutatóintézetben (KFKI RMKI). A hazai kutatások, a korábbi magfizikai és lézerfizikai tapasztalatokra építve elsősorban a plazma tulajdonságainak vizsgálatára irányultak, új vizsgálati (plazmadiagnosztikai) módszerek születtek. A kutatások hazai kísérleti berendezése 1979-től 1998-ig állt a kutatások rendelkezésére. Az 1990-es évek elejétől szoros együttműködés jött létre német és svájci kutatóintézetekkel. A külföldi laboratóriumokban folytatott kutatások nagyrészt a magyar tokamaknál végzett munka folytatásának, illetve az ott kifejlesztett eljárások alkalmazásának tekinthetők.

A forró plazma paramétereinek meghatározására kidolgozott sikeres diagnosztikai módszerek egyikében gyorsított semleges lítiumatom-nyalábót irányítanak a plazmába és megfigyelik a keletkezett sugárzást, ez a plazma sűrűségfluktuációiról hordoz információt. A KFKI RMKI kutatói kaptak megbízást a lítiumnyaláb-diagnosztika továbbfejlesztésére a ma működő legnagyobb tokamakon. Ez az Angliában működő Joint European Torus (JET). Itt hoztak létre a világon először szabályozott termonukleáris fúziót

<sup>1</sup> V.ö.: *Zoletnik Sándor*: Szabályozott magfúzió mágneses összetartással I–II., *Fiz. Szle.* 2005/3. 100. o., 2005/7. 234. o. írását.

1991-ben. Az utóbbi években a JET-nél folyó kutatómunkát az EURATOM keretprogram támogatja és koordinálja. 2000-ben jött létre a Magyar-EURATOM Fúziós Társulás a KFKI RMKI koordinálásával, a KFKI Atomenergia Kutatóintézet és a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem részvételével.

A KFKI RMKI már bekapcsolódott az ITER tervezésébe is, számítógépes szimulációval vizsgálják a plazma teljes sugárzási vesztesége mérésének lehetőségét.

(Az írásban felhasználtam az [origo] internetes portálon megjelent cikkem részleteit.)

Jéki László

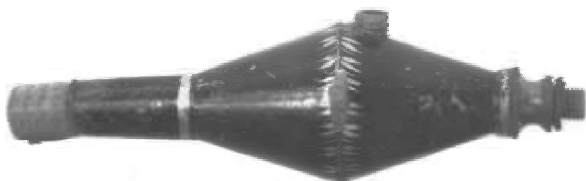
## VÉLEMÉNYEK

# MIT TANULTAM A VOLTA-PISZTOLY KAPCSÁN?

Néhány éve volt szerencsém „négermunkát” végezni a CERN-ben. Szabadidő az kevés volt, de végül sikerült pár órát Genfben eltöltenem. A tóparti szép nagy parkban találtam egy kis emeletes villát, amely régi fizikai-mérnöki eszközök gyűjteményét rejtette, valamint néhány helyi mérési érdekességet ismertetett. Például, hogy az egyik első Mont Blanc-expedíció felcipelte egy nagy hordót a hegyre, hogy odafenn megtöltsék jó hegyi levegővel, amelyet aztán lehozván a városban majd kielemeznék. Beszámoltak továbbá a Genfi tavon végzett hangterjedési mérésekről: az egyik partról a másikra kiabáltak át, illetve kongatásokat észleltek a vízen át (vízben és levegőben egyaránt). Nos a sok 100–200–300 éves mérnöki szerszám és fizikai demonstrációs eszköz között láttam meg a Volta-pisztolyt. Meglepett, mert azt hittem, eléggé ismerem a fizika történetét, de ezzel még nem találkoztam!

A Volta-pisztoly kiállított példánya olyan volt, mint egy jó nagy májkrémes konzerv, egy üvegpalack alakú, csak fémlémezből, és még egy parafadugó is volt a tetején. Volt olyan változata is, ami egy arasznyi kis bádoglemezekből kártyavárként összerakott házikóban foglalt helyet. A működését egy rövid videoműsor mutatta be. A palackot megtöltötték robbanó gázeleggyel (pl. mocsárgáz és levegő), a parafadugóval lefojtották, majd az edény oldalán található szigetelt bevezetéshez csatlakozó kis rézgömbhöz egy feltöltött Leydeni-palackot érintve elektromos szikrával felrobbantották az elegyet, ami nagy pukkanás közepette kilőtte a dugót, és ha a kis pléh kártyavárban volt, akkor az látványosan összedőlt. Hogy én erről miért nem hallottam azelőtt?! Csak azt nem értettem tisztán, hogy a fémpalackot miért nevezik pisztolynak?

Egy Volta-pisztoly képe a 18. századból (The Bakken Library and Museum, Minneapolis, USA)



Debrecenben, a Dóczyban létrehoztak egy „varázskuckót”, amely kicsiben a pesti Csodák Palotájának helyi változata. Ez egy kísérletező hely az iskolásoknak: természettudományos játszóház. A kuckó egyéves születésnapját 2002-ben egy jó hangulatú kísérletező délutánnal ünnepelték meg, ahová akkor én is meghívást kaptam. Élveztem a sok szellemes, ám egyszerű kísérletet, és eszembe jutott, hogy itt egy Volta-pisztoly is bemutatható lenne. Az ott lévő fizikatanároktól megkérdeztem, hogy ők vajon találkoztak-e már ezzel a játékszerrel? Csupa nemleges választ adtak. Nem akartam csak úgy egyszerűen megmondani, hogy miről van szó, így két „nagy öregnek” feladtam „házi feladatként”, hogy jutalom (egy darab helyi ásványtani érdekesség: gyepvasérc) ellenében mondják meg nekem, hogy mi is az a Volta-pisztoly. Jutalom ide, jutalom oda, eljött a kuckó kétéves születésnapja is, de még nem kaptam választ a kérdéseimre. (Lehet, hogy a jutalom nem volt eléggé csábító?) Az újabb kísérletező délután végén az egyik ott lévő tanárt megkérdeztem, hogy mire jutott a házi feladatommal? Mismá-solt, hogy nem volt ideje utánanézni a dolognak, később meg el is felejtette. Szomorú voltam...

Másnap az Intézetben egy diákkörös hallgatóval akadt dolgom, aki büszkén újságolta, hogy a programozói szak után, pontosabban mellé, felvette a fizikus szakot is. Na – mondom neki –, akkor nézz utána, hogy mi is az a Volta-pisztoly? Szeretnék egy szakszerű leírást kapni róla! Gondoltam, itt is hasonló lesz a helyzet, szépen elfelejtkezik majd róla. Másnap kaptam tőle egy e-mailt, amelyben mentegetődzik, hogy sajnos nem sok ideje volt utánané-zni a Volta-pisztolynak, így csak öt honlapon talált erre vonatkozó adatokat (lásd a hivatkozásokat).

Ekkor viszont igencsak megőrültem! Sorra látogattam a honlapokat, és láttam, hogy mind az én „kedvenc” Volta-pisztolyomról szólnak. Kiderült, hogy *Volta* egyike volt az elsőknek, akik a földgázt, mocsárgázt vizsgálták. A gáz minőségét úgy próbálták megállapítani, hogy egy kalibrált térfogatú üvegcsőbe vezették, villamos szikráztatással a gázt „kiégették” és megmérték, hogy mennyivel lett kevesebb a bezárt gáz térfogata. Az erre a célra épített berendezést nevezték eudiométernek. Ennek demonstrációs változata lett a Volta-pisztoly, amelynek van valóban

pisztoly kinézetű változata is, ami a parafadugót lőtte ki. Az általam Genfben látott változatot alakja után akár Volta-féle mozsárágyúnak is nevezhetnénk. A Volta-pisztoly különböző variánsai még az 1930-as években is kaphatók voltak különböző szemléltetőeszköz-gyáraktól. Jó demonstrációs eszköz arra, hogy elektromos szikrával fel lehet robbantani robbanó elegyeket (gázt vagy szilárd anyagot, pl. puskaport).

Érdekes, hogy a idősebb generáció a könyvtári bogarászástól megijedt, nem vállalkozott rá, míg a friss modern hallgatói gondolkodásmód egyből a legegyszerűbb, leggyorsabb, leghatékonyabb internetes megoldáshoz nyúlt!

Azóta is kérdeztem a fizikával foglalkozókat, hogy ők vajon hallottak-e róla? Kutatóintézeti dolgozók, egyetemi tanerők, középiskolai tanárok eddig mind azt vallották, hogy ők nem is hallottak ilyen szerkezetéről... Vajon miért nem? Ha valamelyik iskolában bemutatták vol-

na a kísérletet, valószínű, hogy az ifjúságból legalább néhányan emlékeztek volna rá, hiszen a fiataloknak természetesen a „nagy durranások”!

Aki többet is szeretne tudni a témáról, annak azt ajánlom, hogy keresse fel a fentebb felsorolt honlapokat, illetve keressenek további ezzel foglalkozó helyeket az interneten, vagy a honlapokon idézett hagyományos folyóiratokban nézzenek utána a leírásoknak.

*Török István, ATOMKI*

Internet hivatkozások a Volta-pisztolyra:

<http://www.thebakken.org/artifacts/Voltapistol.htm>

[http://physics.kenyon.edu/EarlyApparatus/Static\\_Electricity/Voltas\\_Pistol/Voltas\\_Pistol.html](http://physics.kenyon.edu/EarlyApparatus/Static_Electricity/Voltas_Pistol/Voltas_Pistol.html)

<http://physics.kenyon.edu/EarlyApparatus/Thermodynamics/Eudiometer/Eudiometer.html>

[http://spazioinwind.libero.it/gabinetto\\_di\\_fisica/elettricitaelectrostatics.htm](http://spazioinwind.libero.it/gabinetto_di_fisica/elettricitaelectrostatics.htm)

<http://www.uniurb.it/PhysLab/strumenti/e15.html>

## FIZIKUSNAPTÁR

### MEGHÍVÓ A SCIENCE ON STAGE PROGRAM HAZAI ELŐKONFERENCIÁJÁRA

Szeptember 23–25. között, Székesfehérváron rendezzük meg a nemzetközi *Science on Stage* program hazai fő konferenciáját. Erre a konferenciára várunk mindenkit, akinek új ötletei vannak a természettudományok, elsősorban a fizika tanításának érdekesebbé tételéhez. Keresünk újszerű kísérleteket, módszereket, új tananyagokat.

Mivel a határidő szűk, kérjük, hogy aki ezt a felhívást olvasta, legyen szíves kollégáinak, ismerőseinek is ajánlani. A konferencia egyben „selejtező” a Svájcban tartandó központi rendezvényre (november 21–25., CERN, Genf).

Kérjük tehát, hogy akit a rendezvény érdekel, be akar mutatni valamit, műhelyt tartana, kiállítana, jelentkezzen 2005. szeptember 10-ig a következő címen:

*Ujvári Sándor*, 8000 Székesfehérvár, Sütő utca 38. II. 12.

tel.: (22) 326 954, mobil: (30) 913 2470

e-mail: [ujvari@mail.datatrans.hu](mailto:ujvari@mail.datatrans.hu)

Részletes információ: [www.kfki.hu/elft/aktual/scionstage/scionstage.htm](http://www.kfki.hu/elft/aktual/scionstage/scionstage.htm)

Jelentkezni a bemutatandó munka vázlatával lehet.

Azoktól a résztvevő kollégáktól, akik nem pályáznak a fesztiválon való részvételre, de részt kívánnak venni a székesfehérvári konferencián, a szállásköltség (nap 1400 Ft) megtérítését kérjük.

*Kovách Ádám*

ELFT főtitkár

a program nemzeti koordinátora

[kovach@atomki.hu](mailto:kovach@atomki.hu)

### A VÁKUUMFIZIKAI SZAKCSOPORT SZEMINÁRIUMAI 2005. II. FÉLÉVÉBEN

(a IUVSTA Magyar Nemzeti Bizottságával közös rendezésben)

*A szemináriumok ebben a félévben az intézményekhez kihelyezett rendhagyó alkalmak, az előadások után a mérőberendezések megtekintésére is nyílik lehetőség.*

2005. október 26. (szerda), 13 óra

ELŐADÁSOK A BME ATOMFIZIKAI TANSZÉK FELÜLETFIZIKAI LABORATÓRIUMÁBAN

*Hárs György*: Tömegspektrométer-fejlesztések

*Vargáné Josepovits Katalin*: Felületfizikai kutatások

*Kiss Gábor*: Szenzorok, elektrolit kondenzátorok

*Gali Ádám*: Kvantumkémiái kutatások

Helyszín: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Fizikai Intézet, Atomfizika Tanszék, Felületfizikai Laboratórium. F épület III. lépcsőház, magasföldszint, szemináriumi szoba.

2005. november 22. (kedd), 14 óra

*Major Márton* (MTA KFKI RMKI): A KFKI RMKI új molekulasugaras epitaxiaberendezése

Helyszín: MTA KFKI Részecske- és Magfizikai Kutatóintézet, Budapest, XII., Konkoly-Thege M. út 29–33., 3. épület, tanácsterem.

2005. december 14. (szerda), 10:30 – kb. 13:00

BODÓ ZALÁN-EMLEKÜLÉS

Az MTA Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézet és az MTA Elektronikus Eszközök és Technológiák Bizottságával közös rendezvény. *Gyulai József* akadémikus: Megnyitó, néhány személyes emlékek bővítve

*Gergely György*: Szigeti György, Bodó Zalán és munkatársai amatőr videomozi-felvételeken

*Gergely György*: Bodó Zalán élete és optikai kutatásai

*Beleznay Ferenc*: Bodó Zalán úttörő munkája a hazai félévezető-fizikában

*Hartmann Ervin*: Bodó Zalán a Műegyetemen

*Ádám János*: Az első hazai ellipszometér megépítése és kutatási eredményei

*Lobner Tivadar*: Az ellipszometria 25 éve Csillebércen

*Fried Miklós*: Az ellipszometria jelene és jövője

Helyszín: MTA Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutató Intézet, Budapest, XII., Konkoly-Thege M. út 29–33., 26. épület, I. emeleti tanácsterem