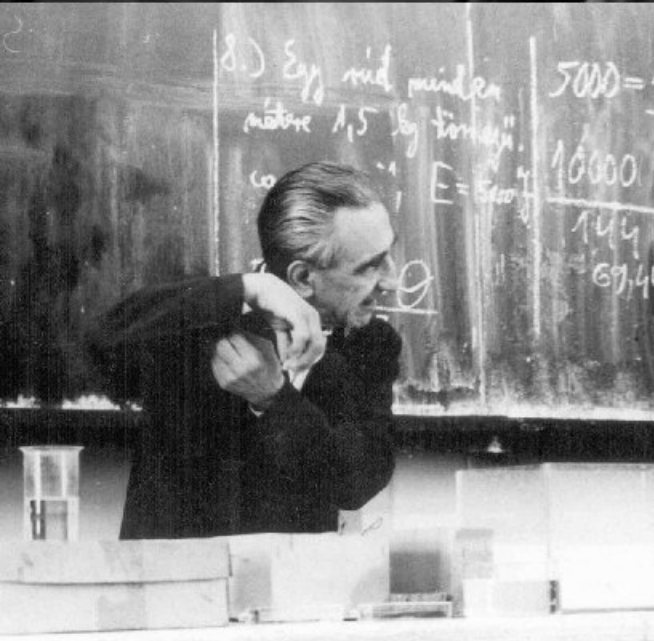


fizikai szemle



2005/5



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 (Négyzetes kerék),
Horváth Dezső (Mag- és részecskefizika),
Jéki László, Kanyár Béla (Sugárvédelem),
Németh Judit, Ormos Pál (Biofizika),
Papp Katalin,
Sükösd Csaba (Vélemények),
Szókefalvi-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:

Vermes-centenárium 2005. április 2.,
Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest
– egy tudós tanár hétköznapjai

TARTALOM

<i>Krassói Kornélia, Zanati Béla:</i> Egy tudós tanár – 100 éve született Vermes Miklós	161
<i>Kucsman Árpád:</i> Emlékezés Vermes Miklósról, a Fasori Gimnázium tanárára	164
<i>Radnai Gyula:</i> Vermes Miklós és az Egyetem	166
<i>Staar Gyula:</i> Vermes Miklós és a Természettudományi Közlöny	168
<i>Nagy Márton:</i> Emlékezés Vermes Miklósról születésének 100. évfordulóján	171
<i>Horváth Gábor, Barta András, Buchta Krisztián, Varjú Dezső:</i> Binokuláris ferde pillantás a vízfelszínen át	172

MEGEMLÉKEZÉSEK

Vermes tanár úr – a mi Muki bácsink (<i>Vastagb György</i>)	181
Emlékezés Vermes Miklósról (<i>Kövesi Sándorné</i>)	182
Nagyon szubjektíven Vermes tanár úrról (<i>Tótfalusi Istvánné Koncz Éva</i>)	183
Megemlékezés Muki bácsi 100. születésnapján (<i>Sebestyén Zoltánné</i>)	184

A FIZIKA TANÍTÁSA

<i>Békéssy László István, Bustya Áron:</i> Fizikai kettősinga vizsgálata – kaotikussá váló mechanikai síkmozgás egy példája	185
--	-----

MINDENTUDÁS AZ ISKOLÁBAN

A káosz (<i>Gruiz Márton, Tél Tamás</i>)	191
--	-----

A FIZIKA VILÁGÉVE HÍREI

LEVÉL A SZERKESZTŐHÖZ	192
-----------------------	-----

<i>K. Krassói, B. Zanati:</i> M. Vermes, teacher and scientist	
<i>Á. Kucsman:</i> M. Vermes, teacher of "Fasori" Lutheran Gymnasium	
<i>J. Radnai:</i> M. Vermes and the University	
<i>Gy. Staar:</i> M. Vermes and the journal Természettudományi Közlöny	
<i>M. Nagy:</i> The M. Vermes Centenary	
<i>G. Horváth, A. Barta, K. Buchta, D. Varjú:</i> Skew binocular viewing across plane water surfaces	

COMMEMORATIONS

Professor M. Vermes, our "Uncle Muki" (<i>G. Vastagb</i>)	
Remembering M. Vermes (<i>S. Kövesi</i>)	
M. Vermes – very personal remembrances (<i>E. Koncz-Tótfalusi</i>)	
A centenary: M. Vermes, born 1905 (<i>Z. Sebestyén</i>)	

TEACHING PHYSICS

<i>L.I. Békéssy, Á. Bustya:</i> The twin pendulum. An example of a 2D mechanical motion going chaotic	
---	--

SCIENCE IN BITS FOR THE SCHOOL

Chaos (*M. Gruiz, T. Tél*)

WORLD YEAR OF PHYSICS 2005 NEWS, LETTER TO EDITOR

<i>K. Krassói, B. Zanati:</i> M. Vermes, Lehrer und Wissenschaftler	
<i>Á. Kucsman:</i> M. Vermes, Lehrer am Budapester Evangelischen Gymnasium	
<i>J. Radnai:</i> M. Vermes und die Universität	
<i>Gy. Staar:</i> M. Vermes und die Zeitschrift Természettudományi Közlöny	
<i>M. Nagy:</i> Hundertjahrfeier für M. Vermes	
<i>G. Horváth, A. Barta, K. Buchta, D. Varjú:</i> Schiefe Strahlengänge beim Beobachten von Objekten jenseits ebener Wasseroberflächen	

ZUR ERINNERUNG

Herr Lehrer M. Vermes, unser „Onkel Muki“ (<i>G. Vastagb</i>)	
Erinnerungen an M. Vermes (<i>S. Kövesi</i>)	
M. Vermes – Ganz subjektive Erinnerungen (<i>E. Koncz-Tótfalusi</i>)	
Zum hundertsten Geburtstag von M. Vermes (<i>Z. Sebestyén</i>)	

PHYSIKUNTERRICHT

<i>L.I. Békéssy, Á. Bustya:</i> Das Doppelpendel als Beispiel chaotischer Bewegungen im zwei Dimensionen	
---	--

WISSENSWERTES FÜR DIE SCHULE

Chaos (*M. Gruiz, T. Tél*)

EREIGNISSE DES WELTJAHRS DER PHYSIK 2005, LESERBRIEFE

<i>К. Крашои, Б. Занати:</i> М. Вермеш, учитель и ученый	
<i>А. Кучман:</i> М. Вермеш, учитель знаменитой Лутеранской Гимназии	
<i>Д. Раднаи:</i> М. Вермеш и Университет	
<i>Д. Штаар:</i> М. Вермеш и журнал «Természettudományi Közlöny»	
<i>Г. Хорват, А. Барта, К. Бухта, Д. Варью:</i> Ход косых лучей при бинокулярном видении сквозь поверхности воды	

НА ПАМЯТЬ

Профессор М. Вермеш, наш «Дядя Муки» (<i>Д. Ваштаг</i>)	
Памяти М. Вермеша (<i>Ш. Кёвешу</i>)	
Очень субъективные воспоминания о М. Вермешем (<i>Э. Конц-Тотфалуши</i>)	
Столетие со дня рождения М. Вермеша (<i>Э. Шебештен</i>)	

ОБУЧЕНИЕ ФИЗИКЕ

<i>Л.И. Бекешу, А. Буштя:</i> Двойной маятник – пример хаотичного двухмерного движения	
---	--

НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ ДЛЯ ШКОЛ

Хаос (*М. Груиз, Т. Тэль*)

ИЗВЕСТИЯ ВСЕМИРНОГО ГОДА ФИЗИКИ 2005, ПИСЬМО К РЕДАКТОРУ

Fizikai Szemle

MAGYAR FIZIKAI FOLYÓIRAT

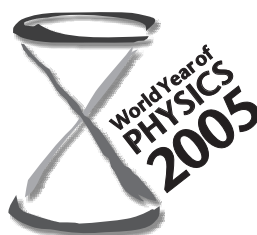
A Fizikai Szemle az Akadémia által 1862-ben elindított Matematikai és Természettudományi Értesítő és az 1891-ben Eötvös Loránd által alapított Matematikai és Physikai Lapok utóda és folytatása

LV. évfolyam

5. szám

2005. május

NEM ÉLHETÜNK



FIZIKA NÉLKÜL



EGY TUDÓS TANÁR

100 éve született Vermes Miklós

Krassói Kornélia, Zanati Béla
Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest

Ma már szinte elképzelhetetlen, hogy egy középiskolai tanár a rohamosan gyarapodó és mélyülő tudományos ismeretek világában naprakész legyen. *Vermes Miklós* a maga korában ilyen tanár volt. Fiatal kora óta publikált, először a mechanika törvényei alapján működő eszközök magyarázatával foglalkozott (kerékpározás, hintázás, hangszerek, síugrás). A rádiózás titkát is szívesen osztotta meg az akkori érdeklődőkkel. A 30-as években sokat foglalkozott a fényképezéssel, annak gyakorlati és elméleti vonatkozásaival. (Fényképlemezek megvilágítása, az infravörös sugarakkal való fényképezés, színes fényképezés.) Biztosak lehetünk abban, hogy *Vermes Miklós* 1939-ben jutott legközelebb a fizika akkor legjelentősebb felfedezéséhez, amikor az atommaghasadás elmélete a szakirodalomban megjelent. Barátja, *Kunfalvi Rezső* 1985-ben erre így emlékezett:

„Mindig a legelső között volt, akik a tudomány legújabb, gyakorlati borderejű felismeréseire, vagy felfedezéseire reagálnak. Például 1939-ben jelent meg *Otto Hahn* Atomhasadás című korszakalkotó műve, és *Vermes Miklós* még abban az évben, a magyar szakirodalomban először közölt erről cikket a Természettudományi Köz-

lönyben *A ciklotron, az atomrombolás új eszköze címmel. Világosan látta ennek az új felismerésnek a jelentőségét, felhasználásának háborús és békes lehetőségeit. Vermes Miklós élete végéig publikált, egy napig sem volt nyugdíjban, mindvégig fogékony volt az újra, például hazánkban elsőként használt lézert középiskolai demonstrációra, egy a KFKI-ban dolgozó volt tanítványai által készített eszköz segítségével.*”



Tanulmányai, a kezdeti évek

1905. április 3-án született Sopronban. Szülei postahivatalnokok voltak. Nevetve mesélte, hogy számolni édesapja kártyapartijain tanult meg, ugyanis ő vezette és adta össze a pontszámokat. A híres soproni evangélikus líceumban érettségizett, ahol kiváló tanárok alapozták meg természettudományos érdeklődését.

Elsősorban a kémia érdekelt, de a humán tárgyakból ugyanolyan kitűnő volt. Ez a sokoldalúság egész életében jellemezte őt.

Diákkorában kitűnt szorgalmával, érdeklődésével és éles eszével. Ezt egyértelműen bizonyítják azok a fennmaradt szakköri dolgozatai, melyeknek könyv formájában történő kiadását a szülőváros, Sopron már előkészít-



tette. A későbbi években mindig szívesen látogatott vissza Sopronba kirándulni, előadni.

Pályaválasztását a család anyagi helyzete határozta meg. Vegyészmérnök szeretett volna lenni, de állami költségen csak tanárképzés folyt. 1923-ban beiratkozott a budapesti Pázmány Péter Tudományegyetem matematika-fizika-kémia szakára, és került a híres, tudostanárok képzését segítő Eötvös Kollégiumba, a hozzá hasonló kiemelkedő tehetségű, tudásvágytól fűtött ifjak közé.

Az Eötvös Kollégium egészen különleges intézmény volt abban az időben. *Eötvös Loránd* alapította édesapja, *Eötvös József* emlékére. Az egyetemisták legjelesebbjei kerültek be ide, akiknek egyetemi éveik alatt a kollégiumban kiváló szakemberek álltak rendelkezésükre tanácsaikkal, hogy egy-egy szakterületen elmélyülhessenek. A lakószobákba különböző évfolyamokról osztották be a hallgatókat: az irányító szempont az volt, hogy egymástól is sokat tanulhassanak.

Vermes Miklós évtizedek múlva is csillogó szemmel mesélt a kollégium pezsgő szellemi légköréről. Életre szóló barátságok születtek itt, például Kunfalvi Rezsővel. Tőle hallottuk, hogy akkortájt tankönyvek nemigen voltak, az előadásokon készített saját jegyzeteiből tanultak. A hallgatók körében híresek voltak és vizsgák előtt kézzel jártak Vermes Miklós csodálatosan tiszta, áttekinthető, okosan és rendes írással készült jegyzetei. Neves egyetemi tanárai voltak, többek között *Fejér Lipót*, *Tangl Károly*, *Fröhlich Izidor*.

1923-tól 1927-ig volt az egyetem hallgatója. A következő tanévet a Mintagimnáziumban töltötte és egy tanársegédet helyettesített az Elméleti Fizika Tanszéken. 1928-ban szerzett tanári diplomát mind a három tantárgyból. Vizsgáit mindig kitűnően tette le.

Egy éven át fizetés nélküli gyakornok, majd helyettes tanársegéd, végül 1930-tól 1935-ig tanársegéd a II. sz. Kémiai Intézetben. Vermes Miklós ragyogó, különlegesen ügyes kísérletező volt.

Folyamatosan megjelenő cikkei és ismeretterjesztő előadásai révén neve egyre ismertebb lett. Fiatal korától kezdve kitűnő előadó volt. Mesterien egyeztetette az elméletet a gyakorlattal. Az egyetemen töltött 7 év alatt többször helyettesített a Fásori Evangélikus Gimnáziumban, mígnem 1935-ben megpályázott egy ottani tanári állást. Számos jelentkező közül az igazgatótanács őt választotta. Akkortájt nyolcévfolyamos gimnáziumi oktatás folyt és bizony 50–60 kis kamaszt nehéz volt lefoglalni. Igazgatója az ugyancsak fizika szakos, híres *Mikola Sándor* jóin-

dulattal és sok bölcs tanáccsal segítette. Tőle tanulta meg, hogy az a jó tanár, aki tudja és szereti tantárgyát, szereti a gyerekeket és jó az idegrendszere.

A kezdeti nehézségek után innen indult magasba ívelő tanári pályája, melynek csúcspontját szakmailag a csepeli Jedlik Ányos Gimnáziumban érte el, ahová 1952-ben helyezték az Evangélikus Gimnázium feloszlata után.

A csepeli évek

1952-ben került Csepelre, a bencések által 1945-ben alapított, majd államosított iskolába. Mivel a Fásori Evangélikus Gimnáziumot megszüntették, lehetőség nyílt a fizikaszertár állományának áttelepítésére. Vermes ekkor 47 éves volt, gyakorlott tanár, képzett fizikus. Az ELTE vezetőtanára, aki módszertani jártasságával, egyszerű, világos magyarázataival és nem utolsósorban kivételes kísérletező kedvével messze földön hírnevet vívott ki magának. Legendás bőröndjében, mellyel járt-kelt, mindig volt néhány csodatételre alkalmas eszköz.

Az évek folyamán több szakkönyvet, cikket és tanácskötetet írt, példatára évtizedekig a legkedveltebb segéd-eszközök közé tartozott. 1980-ig az Eötvös Loránd Fizikai Társulat egyik alelnöke volt. Két évvel halála után, az ott tanító Vermes-tanítványok javaslatára a csepeli Tejút utcai Általános Iskola felvette nevét.

A Jedlik Ányos Gimnázium, melynek sok dicsőséget szerzett, megőrizte emlékét. Szobája és szertára azóta is őrzi a Tanár úr szellemiségét és keze nyomát. Az eszközök a helyükön vannak, sőt naponta használatban állnak. Az élő szertár éppen Vermes eszmeiségét megőrzendő,

A Vermes-centenárium előadói és hallgatósága



egyben fejlődő szertár is, tehát ma már ott a számítógép és egyéb modern elektronikus eszköz, melyet bizonyára maga is szívesen használt volna, sőt működésüket magától értetődő természetességgel magyarázná nyílt tekintetű, érdeklődő tanítványainak.

Tehát melyek voltak azok a lépcsőfokok és adottságok, melyek a tudós tanársághoz vezettek? A tehetség, a tanulást támogató család, kiváló tanárok a középiskolában és az egyetemen, az Eötvös Kollégium, önzetlen, segítőkollégák a tanári pálya kezdetén, nyitottság a tudomány legújabb felfedezéseire, végül a megszerzett tudás továbbadása igényesen, érdekesítően, türelemmel.

Vermes Miklós munkásságát nem csak kollégái, tanítványai értékelték nagyra, bőven volt része hivatalos elismerésben is. Munkásságáért az alábbi kitüntetések kapták: Kiváló Munkáért Érdemrend (1948), Kossuth-díj (1954), Mikola-díj (1961), Munka Érdemrend ezüst fokozata (1965), Kiváló Tanár (1972), Eötvös-érem (1973), Munka Érdemrend arany fokozata (1975), Apáczai-díj (1979), Magyar Népköztársaság Zászlórendje (1985), Prometheus-díj (1987), posztumusz Szily Kálmán díj (1991), posztumusz Csepel Díszpolgára (1995).

Vermes tanár úr arra is példát adott, hogyan kell meghalni: csendben és fegyelmezetten. Temetése 1990. április 20-án volt a Farkasréti temetőben. Halálának első évfordulójára elkészült síremléke is, amelyet nagyon sokáig tervezünk, hogy hozzá méltó és illő legyen. Puritán, de mégis ünnepélyes. Termésköböl készült, rajta jellegzetes aláírása bronzbetűkkel, és egy kis bronzból készült szikladarab.

Muki bácsi hagyatéka, emléke

Szellemi hagyatéka olyannyira élő, hogy tavaly sor kerülhetett a négyévfolyamos gimnáziumi fizikakönyv két kötetben történő kiadására, valamint arra, hogy a Jedlik Ányos Gimnázium fizikatanárainak közreműködésével a Jedlik Oktatási Stúdió Bt. gondozásában megjelenhessenek könyv alakban összegyűjtve azok a kísérletleírások, melyeket eddig jobbra a hagyományok őriztek, illetve különböző leírásokban maradtak fenn.

Dolgozószobájában, szertárában minden tárgy ott és úgy maradt, ahogy még ő rendezte el: a könyvei, a játékaik, a vegyszerek, a köpenye a fogason, a bőröndjei a szekrény tetején, írásos utasításai az eszközökön.

A Vermes-kiállítás a Jedlik Ányos Gimnáziumban



A termet, ahol tanított, róla neveztük el. Tablók számolnak be sokszínű munkásságáról.

A terem bejáratánál *bronz emléktáblája* alatt, éppúgy, mint a Farkasréti temetőben friss virág jelzi, hogy nem felejtették el.

Tankönyveit az iskola átdolgozva újra kiadta.

Kísérletei kerületi szakkörökön is bemutatásra kerülnek.

Tiszteletére eddig *4 emléktábla*, *3 alapítvány*, *2 díj* jött létre és egy csepeli általános iskola vette fel nevét, ahol évenként fizikaversenyt rendeznek.

A Vermes-centenárium

A Jedlik Ányos Gimnázium és a Csepeli Vermes Alapítvány felkérésére *Pálffy Katalin* szobrászművész a centenárium alkalmával Vermes-emlékplakettet készített, melynek első példányát a Vermes Miklós emlékének megőrzésében végzett tevékenységéért a Vermes Miklós Általános Iskola kollektívája kapta.

Iskolánk 2005. április 2-án emléküléssel tisztelgett a nagy pedagógus munkássága előtt, melyet *Tóth Mihály*, Csepel polgármestere nyitott meg. A rendezvényen felszólalt *Kucsman Árpád*, az ELTE TTK egyetemi tanára, egykori fasori diák, *Vastagh György* tanár, Balatonfüredről, aki a Jedlikben volt tanítvány. *Kövesi Sándorné*, *Tótfalusi Istvánné*, *Sebestyén Zoltánné* jedlikies tanárok a közös munka hangulatát idézték fel. Emlékezett *Radnai Gyula* egyetemi docens (ELTE), akivel a tanárképzés teendői kötötték össze, és *Staar Gyula* főszerkesztő (*Természet Világa*), aki sok írását szerkesztette és közölte. Előadást tartott *Károlyházy Frigyes* egyetemi tanár (ELTE), akivel a fizika tanításának módszertani kérdéseiről és a kitűzendő versenyfeladatokról konzultáltak sokat. *Nagy Márton* tanár, a Soproni Vermes Alapítvány elnöke, aki kuratóriumi döntés alapján a Vermes-örökség megőrzéséért Vermes-plakettet adományozott a Jedlik Ányos Gimnázium közösségének.

Hasonló indoklással Vermes-emlékérmet vehetett át a gimnázium három fizikatanára. A felszólalások szünetében Vermes tanár úr kedvenc zenészámainak részleteit hallhatták a résztvevők. A program végén jellegzetes Vermes-féle kísérleteket mutatott be a hagyatéka gondozója, *Lakó Ferenc Péter*. Az iskola időszakos kiállítással adózik Vermes Miklósnak.

2005. április 5-én Budapest–Csepel Önkormányzata és két intézménye, a Jedlik Ányos Gimnázium és a Vermes Miklós Általános Iskola a sírjánál tartott ünnepélyes koszorúzással méltó módon emlékezett Csepel díszpolgárára, leghíresebb pedagógusára, illetve névadójára.

Mindkét alkalommal mintegy 200 tisztelője volt jelen és rőtta le kegyeletét, köztük egykori pályatársak, tanítványok, de voltak fiatalok is szép számmal. Az ünnepségek hangulata arról tanúskodott, hogy Muki bácsi emléke nem múlt el, szellemisége atomjaiban ott van minden tanítványában. Sugárzó egyéniség volt, és akit ezek a sugarak értek, az nemcsak tudásban, de emberségben is gazdagodott. Mi, az örökhagyói emléke ápolásával igyekszünk minden tőlünk telhetőt megtenni, hogy az utánunk következőknek is jusson belőle.

EMLÉKEZÉS VERMES MIKLÓSRA, A FASORI GIMNÁZIUM TANÁRÁRA

Kucsman Árpád
ELTE, Szerves Kémiai Tanszék

A 100 éve született *Vermes Miklós* személye szerencsére nem ment feledésbe. Írtak róla monográfiát, szakdolgozatot, utolsó interjúja könyvfejezetként is megjelent, munkatársai és tanítványai több alkalommal megemlékeztek róla szóban és írásban. Nevét viseli iskola, alapítvány, tanulmányi verseny. Emléktáblák utalnak személyére, szócikkkel szerepel a Magyar Nagylexikonban. Róla sok újat hát nemigen lehet mondani. Engedjék meg ezért, hogy ezúttal visszafordítsam az idő kerekét, és egy egykori fasori diák hangján szólaljak meg, így emlékezzem Vermes Miklós Fasori Gimnáziumban töltött éveire.

Az én fasori Vermes-történetem 1937 nyarán kezdődött. *Petró Elek* evangélikus lelkész arra bízta szüleimet, hogy taníttassanak tovább és írássanak be a jó hírű fasori iskolába. A felvételre édesanyám vitt el. Itt egy adatlapot kellett kitöltenie, amitől kissé zavarba jött. Tétovaságát észrevette Vermes Miklós, az I.B osztály kijelölt főnöke, és hozzánk lépve kedvesen ezt mondta: „Tessék csak bemondani az adatokat, én majd írom.” Elővette legendás kéktintájú tolltollát, és utánozhatatlan írásával munkához látott. Ellenőrizte a születési anyakönyvi kivonatokat is, tőle tudtuk meg, hogy családi nevemet helyesen egy n-nel kell írni.

10 évesen tehát Vermes tanár úr osztályába kerültem. Ő akkor 32 éves volt, és először kapott osztályfőnöki megbízást. Őt éven át számtant tanított nekünk – akkoriban így hívták a „matek”-ot. Tankönyvet nem használtunk, volt viszont két füzetünk, a „diárium” és a „gyakorlófüzet”.

A diáriumba egyszerű és pontos definíciókat jegyeztünk fel, ezek szövegét a tanár úr a táblára is felírta. Nem csoda, hogy Vermes tanítványai megtanultak tömören és érthetően fogalmazni.

A gyakorlófüzetek jól tükrözték Vermes Miklós gyakorlatias és érdeklődésre törekvő tanítási módszerét. Kifogyhatatlan volt az ötletekben. Grammra lemértük tankönyveink súlyát – lám-lám, minden tudás alapja a mérés! – és a tételeket összeadtuk. Kiszámítottuk Budapest tíz kerületének népsűrűségét, az Orient expressz átlagsebességét, a hegyi vasutak emelkedési szögét. Az órák végén gyakran felhangzott a kórus: „tanár úr, becsüljünk!”. Akkor ő ilyen kérdéseket tett fel: „Az egypengős érme átmérője 22 mm. Hány pengővel lehetne körberakni az egyenlítő?” Lehetett tippelni. Vermes Miklós nagyra becsült mentorától, *Mikola Sándor* igazgatótól tanulta meg, hogy az órát érdekessé kell tenni, a tanulókat be kell vonni a munkába, és akkor nem lesz se fegyelmetlenség, se zajongás.

A hatodikban új tantárgyat kaptunk, a kémiát. Vermes volt a Fasorban az egyetlen kémiatanár. Nagyon értett ehhez a tárgyhöz, hiszen hét éven át volt tanársegéd az Egyetem egyik kémiai intézetében. A tanár úr a kémiaórákat kísérletek bemutatására alapozta. A munkáltató gyakorlaton viszont a diákok maguk végeztek kísérleteket, levonva belőlük a következtetéseket. Mindez nagyszerű

tréning volt azok számára, akik később kémiai laboratóriumba kerültek. Bár a negyvenes évek honvédelmi problémái igen csak távol álltak egyéniségétől, elérte azt, hogy taníthassa a „Honvédelmi ismeretek” tárgyat is. Ezalatt ő persze tisztán kémiát értett, a robbanószerek és harcigázok ismeretét. A tanár úr nem riadt vissza a figyelemfelkeltő hecckektől sem. Az iskolaudvaron a tanári kar rémületére impozáns füstbomba-bemutatót tartott, az órán nitroglicerint gyártott és robbantott, bűzös piridint locsolt szét az előadásban. Vermes tíz éven át tanított kémiát a Fasorban. Tanítványai közül tizenegyen kémikusnak mentek, közülük heten a kémiai tudomány doktorai lettek, hárman kandidátusok, egy diákja pedig egy dél-afrikai bánya aranyfeldolgozó üzemének szakmai vezetője volt.

A hetedik–nyolcadik osztályban a fizika tanítását szerencsére Vermes Miklósra bízta. Így remélhettük, hogy a matematika és a kémia után a fizika terén is részesülhetünk a tanár úr híres repertoárjából. A háború sajnos közbeszólt, és a nagy ívű fizika tananyag átadása már tőle sem lehetett zavartalan. A bombázások miatt a 43/44-es tanév csak novemberben kezdődött és mindössze március végéig tartott. Ekkor az iskolát hadikórházzá alakították, és a diákokat szélnek eresztették.

Vermest a rendkívüli idők rendkívüli tettekre sarkallták. Mindent megtett azért, hogy az oly sok szeretettel és törődéssel nevelt osztályközösség ne essen szét. Tartotta tanítványaival a kapcsolatot, igyekezett átadni annyi tu-

Fizikaóra a Fasori Evangélikus Gimnázium VIII. osztályában, 1941. január





Kucsman Árpád emlékezik Vermes Miklósról

dást, amennyit csak lehetett. Sikertelen megőriznie a fizikai szertár integritását, itt rendezte be főhadiszállását. Innen küldött diákjainak minden héten stencilezett levelezőlapokat, amelyeken megoldásra váró matematikai és fizikai példák voltak. Itt tartott inspekciót, ide várta tanítványait információcserére és tanácsadásra. Akik nem tudtak eljönni, azoknak levelet írt. Féltett bennünket a katonai behívótól, a hadimunkára való berendelésétől.

1944 októberében a Deák téri Leánygimnáziumban tartott óráknak már inkább csak demonstratív jelentősége volt. A tanárokat behívták katonának, ezt elkerülendő Vermes a Beszkárt segédmunkásaként dolgozott, majd feleségével együtt végül ő is bujkálásra kényszerült. A tanítás december elején megszűnt, mindenki menekült, ahová tudott, a nyári érettségink álomképnek tűnt.

Amikor a fasori évekről beszélek, próbálom visszaidézni a Vermes-órák meghitt légkörét. Látom tanár urat a fizikai szertár előadótermében rendezgetni, mert nála az óra kezdetét nem az jelentette, hogy hatásosan belép az ajtón, hanem az, hogy az asztalra kiteszi a zsebkönyvét, melynek forgatható tüvegén kék csík jelezte az óra végét. Így tudta pontosan tartani a menetrendet, fehér dobozba gyűjtött óravázlatait követve. Akkor még nem sejtettük, hogy ezek a lapok egyszer majd kézzel kézre járnak közöttünk, a tanár úr közvetítésével. És az ostrom idején ezekből próbáljuk kislabizálni a duális fényelmélet, az atomszerkezet és a relativitáselmélet rejtelmét.

De egyelőre még voltak Vermes-órák. Látom a különös mozdulatát, amellyel homlokába hulló haját visszarendezi, tenyerébe rejtett zsebfésűjével. Hallok sajátos torokköszörülését, amellyel súlyt akart adni következő fontos mondanivalójának.

Vermes Miklós osztályfőnöknek is kiváló volt, hivatásának ezt a részét is nagyon komolyan vette. Az órákon kívüli kapcsolat fontos színtere volt a szertár. Ez minden érdeklődő számára nyitva állt, itt a gyerekek kedvükre pepecselhettek, olvasgathattak, kérdéseket tehetek fel. Én például szerves preparátumokat állítottam elő. *Gunda Laci*, egy vidéki fiú, falujában kőrishogarakat gyűjtött egy nagy cipőskatulyába, hogy azok bűzös maradványaiból egy kantaridin néven ismert ajzószeret extraháljon. Mások elektrotechnikával, rádióépítéssel, fotózással foglalkoztak. Szabadon forgathattuk a szertár szakkönyveit, folyó-

iratait. Meggyőződhetünk, milyen széles körű tanárunk érdeklődése, tudása. Örömmel fedeztük fel az általa írt könyveket, szakkikkeket. Mivel kíváncsisága határtalan volt, rengeteg mindennel foglalkozott. A rádió, a gramofon, a fényképezés, a televízió (már 1938-ban!), az atomenergia felhasználása (már 1939-ben!) mind-mind érdeklődésének homlokterébe került. Ezekről közérthetően és élvezetesen írt, mert tudását mindenkor meg akarta osztani másokkal.

És azok a felejthetetlen osztálykirándulások! Fokozódó nehézség szerint szervezve, a János-hegytől a Bükkön át az Erdélyi havasokig. Emlékeinket vicces útinaplók őrzik és sok-sok fénykép, amelyeket magunk hívtunk elő és nagyítottunk. Természetesen erre is a tanár úr tanított bennünket. Így közel kerültünk tanárunkhoz, őt magunk közt csak Mukinak hívtuk. Tapasztalhattuk széles műveltségét, élvezhettük sajátos humorát, vicceit. Gyakran került sor kedélyes foglalkozásra egy cukrászdában, ilyenkor persze a vendégei voltunk. De előzőleg nem mulasztottuk el megnézni a bazilikát Esztergomban és Egerben, a Házsongárdi temetőt Kolozsváron, az örmény vártemplomot Gyergyószentmiklóson. Nem csak gyalogtúrára került sor. Volt síelés, kerékpározás, úszás a Fedettben – Arkhimédész törvényének kísérleti igazolásával –, strandolás Pünkösdfürdőn és a közeli tavakban. Színházba, operába és kiállításokra is vitte osztályát. Én vele voltam először operában, és tőle tanultam meg úszni. A háborús idők komorsága ellenére a fasori diákoknak sok vidám és szép emléke fűződött Vermeshez.

1945 tavasza Vermes Miklós számára is új élet kezdetét jelentette. Elsők között látott munkához a Gimnáziumban, rendbe hozta romjaiból a szertárat. A nyáját őrző pásztor szerepét teljes erővel folytatta. Mindenkiről mindent tudott, információit levelezés útján megosztotta tanítványaival. Tanácsokat adott, segített, karszalagokat és orosz nyelvű igazolványokat gyártott, nehogy bajunk essék. A júliusi érettségi tablón, amelyet ezúttal Vermes készített jellegzetes Rolleiflex gépével, 8 tanár és 39 diák látható. A csonka tanévben is nagy elánal készítette fel diákjait a fizika érettségire. Megszerezte magának a filozófiaórákat. Természetesen itt is fizikát tanított, így hidalva át a rendszerváltással járó ideológiai törésvonalakat.

Kapcsolata tanítványaival az érettségi után sem szakadt meg, segítette őket a pályaválasztásban. Egyeseket a Műegyetemre, másokat az orvoskarra küldött, nekem az Eötvös Kollégiumot és a tanári pályát ajánlotta.

A háború után szomorú végjáték kezdődött a Fasori Gimnáziumban. Egy ideig még a régi módon ment a munka, de politikai okokból a légkör egyre romlott. A tanári kar felhígult, a diákok fele már nagyon gyenge tanuló volt. 1952-ben a Fasori Gimnáziumot megszüntették. Vermes Miklóst Csepelre helyezték át, és ő oda vitte mindazt, ami menthető volt. De ez már egy másik történet.

Nem lenne azonban teljes a fasori Vermes-kép, ha nem emlékeztetnénk arra, hogy az újrászerveződő iskola 1989-ben visszahívta régi tanárát. Ő meg is jelent az egyik alakuló közgyűlésen, ahol szünni nem akaró tapsvihar fogadta. 84 évesen már nem vállalta a régi-új környezetbe való visszatelepülést, de azért ahol tudott segített. Egy évre rá meghalt. Azóta 15 év telt el. Jó volt rá emlékezni.

Nagy „torta” ez a téma, öt széletet választottam ki belőle. Mindegyikhez *Vermes* egy-egy meghatározó tulajdonsága párosul: szerénység, humor, ötletesség, igazságszeretet, segítőkészség. Ez az öt tulajdonság így együtt talán segít kirajzolni Vermes felejthetetlen személyiségét. Előre is elnézést kérek a visszaemlékezés szubjektivitásáért.

A professzorság elutasítása: Vermes szerénysége

A második világháború befejezését követően meglehetősen nagy zűrzavar közepette zajlott a magyar felsőoktatás újjászervezése. Elhunyt és az országból eltávozott professzorok helyett kellett újakat találni, emellett új intézmények is létrejöttek. A merítési bázis az ambiciózus és szakmailag is kiváló középiskolai tanárok kezdetben szűk, majd fokozatosan szélesedő köre volt. Akik „jókor voltak jó helyen”, jó eséllyel pályázhattak egyetemi professzorságra. Így volt ez a legtöbb tudományágban, de fizikában különösen. Íme három, a huszadik század második felében országos hírűvé vált fizikusprofesszor, akik 1945 előtt középiskolai tanárként kezdték pályafutásukat:

Novobátsky Károly (1884–1967) a budapesti Kölcsey Gimnáziumban tanította a fizikát a háború előtt, miközben szorgalmasan látogatta az Ortvay-kollokviumokat. *Ortvay Rudolf* 1945-ben bekövetkezett tragikus halála után ő nyerte el az elméleti fizika tanszékét a budapesti tudományegyetemen.

Öveges József (1895–1979) a szegedi, váci, tatai, majd budapesti piarista gimnáziumban eltöltött évek után a Közgazdasági Egyetemen, majd a háború után létrehozott budapesti Pedagógiai Főiskolán jutott fizikatanszékhez. Már 1948-ban Kossuth-díjat kapott, s a hazai televíziózás kezdetétől fogva ő lett a fizika igazi népszerűsítője az országban. Az „Öveges professzor” nevet mindenki ismerte, s ő nem is tiltakozott a professzori megszólítás ellen.

Tarján Imre (1912–2000) a Mintagimnáziumból került a budapesti Orvosegyetem fizikatanszékére, melyet intézté fejlesztett. Akadémikus lett, karrierje csúcán az MTA III. (matematikai és fizikai) osztályának elnöke volt.

Az akkori idők egyik, ma is élő tanúja, a *Fizikai Szemle* volt szerkesztője is megerősítheti, hogy Vermes Miklóst, akkor a Fasori Gimnázium szakmai körökben jól ismert és elismert tanárát is megkeresték hasonló, egyetemi katedrát ígérő felkéréssel, de ő nem vállalta a professzorságot. Középiskolai tanár akart maradni, mindig is a középiskolai tanársággal tudott csak azonosulni. „*Mi nem oktatjuk, csak tanítjuk a fizikát*” – mondogatta.

Babits írja a Jónás könyvében: „Jónás rühellé a próféta-ságot.” Nos, Vermesre pedig ezt mondhatjuk: „Vermes rühellé a professzorságot.” Nem csábította őt az egyetemi karrier, nem akart többnek látszani, mint aminek tartotta, tudta magát.

Módszertani előadások: Vermes humora

Ha nem is vállalt állandó egyetemi oktatói állást, külső előadóként szívesen tartott módszertani előadásokat az egyetemen, középiskolai fizikatanár szakos hallgatók számára. Jómagam az 1960/61-es tanévben jártam Vermes előadásaira. Nem kellett kollokválnunk, csak aláírást szereznünk tőle a félév végén, s ő gondolkodás nélkül aláírta mindenki indexét. Sohasem tartott katalógust, mégis mindig ott volt a teljes évfolyam az előadáson.

Mindig pontosan érkezett. Megjelent jellegzetes vulkánfíber kisbőröndjével, amelyet elhelyezett az előadói asztalon, s mi vártuk, mikor nyitja ki, mikor vesz ki belőle valami „meglepetéskísérletet” a mi okulásunkra. Azok is szívesen jártak be Vermes előadására, akik jobban szerették a matematikát a fizikánál (ők voltak többen), mert élvezték Vermes történeteit, melyeket mindig saját tapasztalatából merített, s a történethez illő fanyar humorral adott elő. Álljon itt néhány.

A fizika tanításának egyik kritikus pontja a hullámtan tanítása. Kísérletek nélkül üres „krétafizika” válik belőle. Jól felszerelt iskolákban van hullámkád, de mit csinálhat a tanár ott, ahol nincs ilyen? „*Tessék leemelni az egyik ablakot! Ráfektetni a tanári asztalra – vízcsap ugye van minden iskolában. Elég 1–2 cm magasan megtölteni az ablaktáblát vízzel, s már kezdődhetnek is a kísérletek! Nem látják a tanulók? Világítsuk meg egy pontfény-lámpával, az osztály meg bámulhatja a falat, vagy a mennyezetet, ahova a visszavert fény esik. (Ügyesebbek alulról történő átvilágítással is próbálkozhatnak, de ehhez már két asztalra van szükség.) Hadd báméskodjanak a tanulók! Fizikaórán szabad báméskodni!*”

A rádióhullámok magyarázatára a felnőttek is kíváncsiak lehetnek. Vermes szívesen mesélte ezzel kapcsolatos élményét a harmincas évekből. Fiatal tanárként írt a témáról egy ismeretterjesztő cikket a *Természettudományi Közlöny*be. Fényképet is adott hozzá: egy szép panorámaképet a Dunáról, rajta az Erzsébet híddal. Hogy szemléltesse a lakihegyi adóból jövő rádióhullámok hullámhosszát, ráretusált a képre egy függőleges nyílakból álló virtuális hullámmot; a fél hullámhossz volt összemérhető az Erzsébet híd hosszával. „*Egyetlen érdeklődő levél érkezett be utána a szerkesztőségbe. Azt tudakolta a felcsigázott olvasó, hogy mekkora expozíciós időt és milyen előhívót használtam, hogy ilyen szépen megjelent a képen a rádióhullám.*”

A fénytan és a csillagászat tanítása kedvenc témái közé tartozott. Egyik alkalommal éppen tanítási időre esett egy részleges napfogyatkozás. Vermes tudta, hogy nem minden gyereknek lesz olyan sötét üvege, amelyen keresztül majd megfigyelheti ezt az érdekes jelenséget. „*Ezt pedig mindenkinek látnia kell! Tudtam, hogy akárbány kormozott üveget is készítek, mindig lesz olyan tanuló, aki nek nem jut. Bejöttem hát jó korán az iskolába, s a folyosón bekormoztam a délre néző ablakokat. Nem végig persze, csak addig, ameddig a gyerek szemé ellát. Utána néhány napig igyekeztem a takarítónőket elkerülni.*”



Radnai Gyula kísérletezve emlékezik

Tanulmányi kirándulásokon is rengeteg fizikát lehet tanítani; Vermes ki is használt erre minden adódó alkalmat. Amikor kötelező gyárlátogatást kellett beiktatni, elvitte a gyerekeket például a MÁV Járműjavítóba. Felmászott egy javítás alatt álló gőzmozdonyra, jöhetett utána az osztály. *„Egyik oldalon fel, a másikon le, szépen egymás után jöttek a gyerekek. Fent mindent lehetett kérdezni. Ismertem a műszereket, tudtam a legtöbb kallantyúról, hogy mire jó. Egyetlen kérdés volt, amire nem tudtam válaszolni, ezt az egyik kislány tette fel: – Tessék mondani, melyik itt a kormány?”*

Az egyetemi felvételi bizottságban: Vermes ötletessége

A hatvanas évek második felétől fogva egyre szélesebb körben került sor központi írásbeli felvételi vizsgára az egyetemeken. A felvételi feladatokat összeállító bizottság vezetője *Simonyi Károly* professzor volt, Vermes Miklós pedig csaknem kezdettől fogva tagja a bizottságnak. Jómagam egy évvel később kapcsolódtam be a munkába, mint ahogy a tudományegyetemekre is kiterjedt a rendszer. Jó visszagondolni a Simonyinál töltött kedd délutánokra, az ülések nyugodt légkörére, mely éles ellentétben állt a mindennapok „fortélyos félelem által igazgatott” hajszájával. Benjaminsként is alkalmam volt megfigyelni az egyes tagok szereplését, hozzájárulását a közös produkcióhoz. Vermes hozta általában a legérdekesebb feladatokat. Igazán fizikus ötletei voltak, és sohasem terjeszkedett túl a középiskolai tananyagban. Ha a többiek leszavazták, mert valamilyen különös, szokatlan ötlet kellett a megoldáshoz, egyet se búsult, csak visszakérte a feladatot. *„Megy a Mat. Lapokba!”* – és adott helyette két másikat. A visszakért papírt gyorsan odacsúsztatta *Kunfalvi Rezső*höz, a Lapok fizikai rovatának szerkesztőjéhez, aki ugyancsak tagja volt a Simonyi vezette bizottságnak.

Sok jó feladat fűződik Vermes nevéhez, de talán a leg híresebb az 1976-os budapesti fizikai diákolimpián kitűzött feladata lett: *„Hogyan lehet megmérni egy üveg-gömbben lévő légbuborék átmérőjét?”*

Visszatérve a felvételi bizottságban végzett munkához, Vermes nem szerette a feladatok szövegén való rágódást, a „szőrözéseket”, a fogalmazás legkisebb részleteire is kiterjedő, aprólékos diszkussziót. „Felesleges fecsegés”-nek tartotta ezt is, mint annyi mászt akkoriban. Nem tiltakozott, de nem is vett részt a diszkusszióban. Kikapcsolt. Lehunyta a szemét, ki tudja, hol járt közben. Viszont azonnal feléledt, amint visszatértünk valamilyen fizikai kérdés megvitatásához.

Eötvös-verseny: Vermes igazságérzete

Az Eötvös-verseny kezdettől fogva szoros kapcsolatban van az Egyetemmel. Az egyetemi tanárokat mindig is érdekelte, kik a letehetségesebbek egy-egy újonnan induló évfolyamon. Ezt mérte fel már a XIX. században is ez a verseny, melyen akkor még csupán az abban az évben érettségizett diákok indulhattak.

1950-től 1988-ig Vermes szervezte, vezette, vezényelte az Eötvös-versenyt a feladatok kitzűzésétől az eredmény kihirdetéséig. Tette, amire csak szükség volt, ha kellett, adminisztrált, ha kellett, felügyelt a versenyen. Amikor a versenyen való részvétel ürügyén hazajöhettek egy-két napra az egyetemre „előfelvett” kiskatonák, Vermes előre gyártott számukra igazolásokat, csak a nevét kellett bediktálnia annak, aki nem akart öt órát elveszíteni az eltávozásra kapott drága időből. Aki pedig maradt, legalább nyugodtan dolgozhatott a feladatok megoldásán.

Emlékszem, egy ilyen Eötvös-verseny felügyelet során sikerült először jobban is elbeszélgetnem Vermes Miklóssal. Fiatal tanársegédként vállaltam, hogy helyettesítem egy órára, amíg elmegy és „bekap valamit”, azután visszajött és suttogva végigbeszélgettük az egész versenyt. Ennek a beszélgetésnek nyomán született meg első publikációm a *Fizikai Szemlében*, amelyet azután *Kunfalvi Rezső* segítségével sikerült egy nyugatnémet folyóiratban is megjelentetni.

Néhány év múlva, amikor *Károlyházy Frigyes* hosszabb időre az Egyesült Államokba utazott, engem kért meg Vermes Miklós, hogy legyek tagja a versenybizottságnak. Ennek bizony már több mint harminc éve, s több mint tizenöt éve annak is, hogy Vermes rám testálta a bizottság vezetésével járó feladatokat. Hála Istennek, Károlyházy Frigyes ma is tagja a bizottságnak, évről évre érdekesebb feladatokat talál ki az Eötvös-versenyen indulók számára. Ma már *Gnädig Péter* és *Honyek Gyula* is tagja az Eötvös-versenyért felelős csapatnak, s a lebonyolításban igyekszünk megtartani mindazt a jót, amit Vermes bevezetett.

Mindenekelőtt és elsősorban az igazságosságot. Soha, semmilyen módon nem lehetett Vermest az általa igazságosnak vélt útról letéríteni. Az ő szellemében dolgozunk ma is, az elbírálásban semmilyen más szempont nem vezet, csak a beadott dolgozat minősége. Talán ennek tudható be, hogy soha, semmilyen óvás a bizottság döntésével szemben nem volt. Igaz, mindig ügyeltünk arra is, hogy a döntés előtt jusson elég idő a dolgozatok értékelésére, s a bizottság minden tagja, ha akarja, láthassa az összes dolgozatot. Vermes igazságérzete jelölte ki azt az utat, amelyen csak végig kellett mennünk. Ma is ezt az utat járjuk.

Tanítani tanítani? Vermes segítőkészsége

Nyílt titok, hogy a Jedlik Ányos Gimnázium azért lett az ELTE külső gyakorlóiskolája, mert itt tanított Vermes Miklós. Igaz, hogy a hetvenes évektől kezdve már nem tartott az Egyetemen módszertani előadásokat, de változatlanul vállalta évi egy-két tanár szakos, utolsó éves hallgató bevezetését a fizikatanítás rejtelseibe. Az ötödév a „gyakorlóév” az egyetemen folyó (középiskolai) tanárképzésben, egy-egy félévet kell a tanárjelölt hallgatónak egy-egy tárgy tanítását tanulva a gyakorlóiskolában eltöltenie. Közben a szakdolgozata elkészítésére is kell, hogy maradjon ideje, ezért a lelkiismeretes tanárjelölt sokszor kerül időzavarba. Vermes tudta ezt, soha nem követelt több munkát a hozzá beosztott hallgatótól, mint amennyi feltétlenül szükséges. Jó szíve azonban túlságosan is elnézővé tette.

Szívesen jártam Vermeshez a tanárjelöltek óráit látogatni. Nem csak a „vizsgatanítások” érdekeltek, és mivel más közös dolgaink is voltak, például ősszel az Eötvös-versennyel kapcsolatosak, gyakran jöttem előzetes bejelentkezés nélkül. Az egyik ilyen alkalommal egy 2. órára mentem ki Csepelre. Jól kaptam csatlakozást, és már fél kilenc-re odaértem. Vermes szertárába lépve mit látok? A tanár úr cipeli ki az eszközöket a tanterembe, majd elkezd összerakni az asztalon a kísérleteket. Előkészít a tanárjelölt órájára. És a jelölt? – „Óh, ő csak 9-re jön. Akkor már nincs idő ilyesmire” – mondta a tanár úr. Kicsit mintha szégyellte volna magát, hogy rajtakapták valami csínytevésen. Úgy történt, ahogy megjósolta: a jelölt éppen becsöngetésre érkezett meg. Letette a kabátját, kért egy kávét – az is elő volt készítve –, s már ment is órára. Biztos lehetett abban, hogy a kísérletekkel nem lesz semmi gond. Óra után megkérdeztem tőle, honnan jár ide Csepelre. Kiderült, hogy hármunk közül ő lakott a legközelebb az iskolához.

Pedig Vermestől lehetett tanítani tanulni – elég ostoba volt az a jelölt, aki nem élt ezzel a lehetőséggel. És más

is lehetett tanulni Vermestől: emberi tartást, egyenes beszédet. De leginkább a segítőkészsége volt az, ami lenyűgözte az embereket. Legendás segítőkészsége odacsalt a szertárba tanárt és tanulót, mindenkit, akinek csak valamire szüksége volt. Megtalálható volt nála minden: tű, cérna, olló, festék, ragasztó, ami csak kellett egy háztartásban. Könyvek, szótárak, újságok, albumok, amelyeket ő állított össze a kirándulásokon, utazások közben készített fényképeiből. Olyan természetesen jártak be hozzá a gyerekek az óraközi szünetekben újságot nézegetni, mintha csak otthon lettek volna.

A sok fizikai kísérleti eszközön kívül rengeteg fizikai játék is volt Vermes szertárában. Ez különösen vonzó volt számomra: magam is szenvedélyesen gyűjtöm a fizikai játékokat. Akárhányszor kimentem Csepelre, soha se érkeztem üres kézzel. Volt a közelben egy ügyes trafikos, nála mindig találtam valamit, amiről csak Vermes meg én tudtuk, hogy az is lehet fizikai játék. S ha végképp nem találtam semmit, akkor az ABC-ből hoztam két doboz narancslevet.

– Ezzel mit csináljunk? – kérdezte gyanakodva.

– Az egyiket meg kell fagyasztani a hűtőszekrény mélyhűtőjében, azután le kell őket engedni egyszerre egy lejtőn – mondtam lelkesen.

– Te azt hiszed, hogy egy iskolában van hűtőszekrény?! Bár az igazgatóságon lehet, hogy van valami, de odáig én még sose jutottam el.

Amikor utoljára találkoztam Vermes Miklóssal – *Staar Gyuszival* látogattuk meg a kórházban –, nekünk adta a parizeres zsömléjét. Addig erősködött, amíg végül is el tettük, az ő kedvéért.

– Mit csináljak veled? – kérdeztem tőle zavartan és ostobán, könnyekkel küzdve.

– Tedd be otthon a hűtőszekrénybe – mondta alig hallhatóan, a fájdalomtól eltorzult mosollyal. Akkor is, ott is tréfált, közben pedig segíteni akart, mint egész életében.

VERMES MIKLÓS ÉS A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY

Staar Gyula

a Természet Világa főszerkesztője

A rám osztott feladat szerint röviden szólnom kell *Vermes Miklós* kapcsolatáról egy tudományos ismeretterjesztő folyóirattal, a *Természettudományi Közlönnnyel*, mai nevén a *Természet Világával*.

A gazdag múltból villanásszerűen három találkozást emlétek, melyek jól jellemzik Vermes Miklóst, és ezeket lehetőségem nyílik az ő szavaival is kommentálni.

Vermes Miklós először 24 évesen, 1929-ben írt cikket a Magyar Természettudományi Társulat folyóiratába, a *Természettudományi Közlönybe* az *Elektromos hangszerekről*. Az egy évvel későbbi írásai már igazi bestsellerek lettek. Az akkori újdonságról, a rádióról írt ötrészes sorozatot a folyóiratba, áttekintve a legfontosabb tudnivalókat.

Ötven évvel később, 1980-ban már e lap szerkesztőjeként kértem meg arra, hogy tekintsen vissza cikksorozata megszületésének körülményeire és annak fogadtatására. Többek között ezeket írta, illetve mondta:

Akkoriban a rádió világszenzáció volt, a sajtakereskedésben pult alól kondenzátorokat árultak, mindenki szupervevőt fabrikált odabaza, miközben a legtöbben azt sem tudták, mi az áram.

Ennek a lázas amatőr tevékenységnek egyik mozgatója az eredményes cselekvés nyomán érzett öröm volt. Hozzájárult ehhez a csodásnak tűnő újszerűség: ballani, amit száz kilométeres távolságban beszélnek, pedig nincs is drót közöttük? (Mintha akkor nem lett volna éppen annyira csodálatos.)



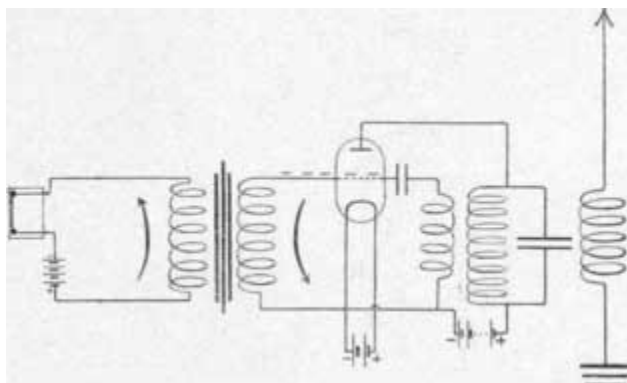
Staar Gyula előadás közben

Ekkor történt, hogy a Természettudományi Társulattól Gombocz Endre felszólított, írjak a Természettudományi Közlönybe egy cikksorozatot, amelyben megmagyarázom a rádiót. Éppen pályámat kezdő egyetemi tanársegéd voltam a szemközti házban (Puskin utca). Írtam egy öt részből álló cikksorozatot. A harmadik cikkben megmagyaráztam a modulációt, a hang ráülletését az elektromágneses hullámra. Én magam akkor ezt a dolgot egy bécsi napilap, a Neues Wiener Tagblattnak egy Pfeiffer-Richtera által írt filléres mellékletfüzetéből tudtam meg; ez a ponyvának számító füzetke volt olyan tisztességes, hogy azt magyarázta meg, amit kell. (Természetesen komoly, nagy szakkönyvekben biztosan benne lett volna, de hát...) Úgy látszik, a cikksorozatom akkoriban tényleg hiányt pótol. Elmesélték, hogy Buchböck Gusztáv kémia-professzor anynyira kíváncsi volt, mitől szól a rádió, hogy a következő cikket már a szerkesztőségben elolvasta.

Nekem személyesen az akkori rádiózással kapcsolatban két emlékem van. Az egyik: az audion-egyenirányítás matematikai leírásáról szolt a doktori disszertációm.

Doktori vizsgámra készültem, a két főtárgy, a fizika és a kémia mellé melléktantárgyként a matematikát választottam. Elmentem Fejér Lipóthoz és ünnepélyesen megkértem, badd legyen matematikából a doktorandusza. „Természetesen boldogan vállalom” – mondta, aztán két dologra hívta föl a figyelmemet: 1. sajtóhiba van a disszertációm címlapján, 2. egy sokoldalas levezetést három sorban is elintézhettek volna, ha ismerem a perturbációelméletet. „De tudja

Egy Vermes-ábra 1930-ból: Rácsmodulációs kapcsolás vázlatja.



mit,“ – mondta Fejér – „bajjuk a maga unalmas témáját, inkább magyarázza el nekem, mitől szól a rádió.”

A magyarázat sikerült. Emlékszem, hogyan faggattott Fejér Lipót: miért kell azt a gombot ide-oda csavarni, anélkül nem szólna? Elvben igen, mondtam, de hangolás nélkül százszor, ezerszer gyengébben. Végül is beletörtött abba, hogy egy kvantitatív körülmény a gyakorlati eredmény szempontjából lényeges lehet.

A másik emlék: 1946 karácsonya előtt három nappal felbágtam az akkor újjáépült 300 méteres lakihegyi antennatorony legtetefjére. Az akkori közlekedési viszonyok mellett odáig eljutni volt nebez. A helyszínen egyszerűen el kellett indulni a beépített létrán egészen a tetefjére. Senki sem mondta, hogy nem szabad, senki sem kérdezte, miért. Egyszerűen fel lehetett menni. Ez a második élmény számomra a tartalmasabb, mert az egyetlen folyamatosan sokan doktorálnak, de vajon ki ment vagy megy fel közülük az antenna tetefjére?

Ugorjunk most csaknem egy évtizedet. A Természettudományi Közlöny 1939. szeptemberi száma Dr. Vermes Miklós tollából az alábbi címmel közöl írást: *Lehetséges-e az atommag energiájának gyakorlati felhasználása?*

A jelenlévők figyelmét nem kell különösebben felhívni arra, hogy az uránhasadás felfedezését Hahn és Strassmann munkájának a megjelenésétől számítják, 1939 januárjától, februárjától.

Vermes cikkében, a Természettudományi Közlönyben még ez év szeptemberében, a következő olvasható:

Közismert, hogy az atommagok energiája rendkívül nagy, de gyakorlati felhasználásra még nem nyílt alkalom. Ha ez lehetséges volna, akkor az emberiség életkörülményei gyökeresen megváltoznának... Csak legújabbban fedeztek fel Hahn és Strassmann olyan átalakulást, amely megérdemli az atomrobbolás nevet... A neutronokkal bombázott uránatom más atomokra és újabb neutronokra bomlik. Így megvan a lehetősége annak, hogy ezek a neutronok újabb uránatomok szétbomlását okozzák, amivel újabb neutronképződés jár és így tovább. Az egyetlen neutronnal megindított folyamat láncolatosan folytatódna tovább, mindig rohamosabban, amíg csak a közelben levő összes uránatom el nem fogy. Ezáltal lehetségessé válna nagy mennyiségű urán átalakítása és sok energia termelése.

A cikk ezután konkrét számok tükrében megmutatja, miként alakítható ez a folyamat „végzetes” robbanássá vagy békés áramtermeléssé.

Amikor ezt a részt a beszélgetésünk során felolvastam neki, kifakadt: Csak ne támadjon valakinek az a kényszerképze, hogy én mutattam rá először az atomenergia gyakorlati felhasználásának lehetőségeire. Egyszerűen olvastam az ismert fizikus, Flüggé cikkét a Naturwissenschaften 1939. júliusi számában és elég érdekesnek találtam abhoz, hogy felhívjam rá mások figyelmét is. Nincs mit csodálkozni ezen.

Én azért tovább csodálkoztam, mondván: miért természetes az, hogy amikor Amerikában Nobel-díjasok győzködik nagy titokban az elnököt a maghasadás, a láncreakció jelentőségéről, akkor ezzel egy időben egy kis kelet-európai ország fizikatanára könnyed eleganciával a napnál világosabban elemzi az uránmaghasítás lehetőségeit? Igazi



Muki bácsi eligazítja a filmrendezőt



Előkészületek a „mikromágiához” (Staar Gyula felvételei)

vermesi választ kaptam: – *Mondtam már, olvastam Flügge cikkét és megérttem. A többi már stílus kérdése. Igen, ez volt rá jellemző: soha nem nagyította fel a saját érdemeit.*

Jómagam 1974-ben lettem a *Természet Világa* munkatársa. Először Vermes Miklós évfolyamtársával és barátjával, *Kunfalvi Rezső*vel kerültem nagyon jó kapcsolatba, később Muki bácsival is volt néhány emlékezetes akciónk.

Rávettem arra, hogy újra írjon folyóiratunkba, hosszabb beszélgetéseinkből interjúkat készítettem. Még azt is vállalta, hogy filmrendező szakot végző barátom vizsgafilmjének főszereplője legyen egy emlékezetes hétvégén, itt a Jedlik Gimnáziumban. Kedvenc kísérleteivel brillírozott: bolognai üvegcsappal vízzel telt poharat robbantott szét, a fémoxid és alumíniumpor keverékének begyújtása után pedig a plafonig szikrázott fel a magas hőfokú termitje... Muki bácsit nem kellett rendezni, a látottakat kommentáló fanyar humorú szövegével mindenkit levett a lábáról. (*Kéri Gyuri* barátomat pedig a legjobb vizsgafilmhez segítette hozzá!)

Tudtam, hogy felnézett *Mikola Sándorra*, tanítómesterének tartotta, ezért megkértem, írjon róla egy visszaemlékezést a *Természet Világába*. Az írása 1978-ban jelent meg, máig érvényes mondandóval.

Muki bácsi emlékezett egy Mikola-festményre. Ajánlotta, keressük meg, és azt tegyük a cikkéhez. Levélben mozgósított a feladatra:

A Mikola-festmény fekete-fehérben



Kedves Kollégám! Megtudtam, az az arcképfestmény, amely Mikolát eszközei között ábrázolja, jelenleg az evangélikus egyház levéltárában van, VIII. Üllői út 24. Ajánlom figyelmébe a képet, igen jellegzetes, még sehol sem közzélték. Az Üllői u. 24. alatt igen szívesen állnának rendelkezésére, de lehetne bivatkozni Dr. Gyapay Gáborra (történettanár a Fazekas Gimn.-ban). Ő egyéb információra is képes, régi évkönyvei vannak stb.

Ugyebár majd, majd a mellékletként küldött iratok, képek visszakerülnek hozzám?

Amennyiben az a Mikola-cikk közlésre kerülne, szívesen beszúrnék egy félmondatot, akár ott maguk felé járva vagy megírnám levélben. Úgy tudom, ezt mélynyomásnál nem jó későre hagyni. Üdvözlettel: Vermes Miklós

A levél utolsó sorai mutatják, hogy a megvalósítás technikai részleteire is értőn figyelt.

Soha nem felejttem el, ahogyan kettesben nekiindultunk, hogy az evangélikus egyház Üllői úti levéltárában megtaláljuk a festményt. Muki bácsi vadászósztone segített: csalhatatlan érzékkel talált rá az egyik poros szekrény mögé támasztott festményre. Kivittük a körfolyosóra, lefotóztuk, megjelent a lapban.

1991-ben szerkesztőségünk a lap alapítójáról elnevezett díjat alapított, melyet olyanok kaphatnak, akik már 50 éve szerzői folyóiratunknak. A Szily Kálmán-emlékermet sajnos már nem adhattuk át Muki bácsinak, helyette diákjai és *Zanati Béla*, az iskola igazgatója vette át. Az ő posztumusz elismerése mellett akkor *Kunfalvi Rezsőnek*, *Bay Zoltán*nak és *Szuromy Gézá*nak adtuk át a Szily-emlékermet.

Hozzájuk mérhető szenvedéllyel ma már egyre kevesebben élnek közöttünk.

Irodalom

VERMES MIKLÓS: *Elektromos hangszerek* – Természettudományi Közlöny, 1929. jan. 1. 20–24

VERMES MIKLÓS: *A rádió. I. Elektromos rezgések és hullámok* – Természettudományi Közlöny, 1930. ápr. 15. 234–241; *II. A rádiólampá működése* – TTK, 1930. máj. 1. 273–281; *III. A hang átvitele rádióhullámok segítségével* – TTK, 1930. jún. 1–15. 356–367; *IV. Az audióonlompás felvevőkészülék* – TTK, 1930. aug. 1–15. 450–460; *V. A felvevőkészülékek főbb típusai* – TTK, 1930. szept. 1–15. 497–506

VERMES MIKLÓS: *Lehetséges-e az atommag energiájának gyakorlati felhasználása* – Természettudományi Közlöny, 1939. szept. 538–541

VERMES MIKLÓS: *Emlékezés Mikola Sándorra* – Természet Világa, 1978/10 574–577

VERMES MIKLÓS: *A rádió (50 éve)* – Természet Világa, 1980/9 409

STAAR GYULA: *Az örökéző. Beszélgetés Vermes Miklós Kossuth-díjas fizikatanárral* – Forrás, 1989/4 69–86

EMLÉKEZÉS VERMES MIKLÓSRA SZÜLETÉSÉNEK 100. ÉVFORDULÓJÁN

Nagy Márton
Vermes Miklós Fizikus
Tehetségápoló Alapítvány, Sopron

Száz esztendeje született *Vermes Miklós*, a Soproni Evangélikus Líceum egykori tanítványa, a legendás hírű fizikatanár. *Krassói Kornéliától* azt a megtisztelő feladatot kaptam, hogy röviden szóljak Vermes Miklós bácsi Sopronhoz való kötődéséről.

1963-ban kerültem Dunántúl legrégebbi iskolájába, a Berzsényi Dániel Gimnáziumba. Tanított itt akkor még 8–10 úgynevezett „licista” tanár, akik jól ismerték az iskola múltját, történetét, egykori neves tanárait, híressé vált diákjait és könyvtárának kincseit.

Én *Pröble Jenő* bácsitól szereztem tudomást az ősi alma mater múltjáról. Ő a híres könyvtárat igazgatta, de az iskolák államosításakor ő volt az iskola igazgatója.

Tőle tudtam meg, hogy licista diák volt *Rácz László*, *Renner János* és *Mikola Sándor* is, akik a méltán világhírű Fasori Evangélikus Gimnázium tanárai, majd igazgatói lettek. Valamivel később közölte velem, hogy a még aktív tanárok közül idejárt a *Vermes is!* Amikor ez utóbbi tanár személye felől érdeklődtem, ő csupán annyit mondott: Vermes Miklós jelenleg az ország fizikatanára!

Ismeretes mindönnk előtt, hogy ezen négy tanárnak igen nagy része van abban, hogy a magyar fizika és egyáltalán a hazai tudományos élet világhírű lett a 20. században.

Vermes Miklós bácsit személyesen a hatvanas évek végén ismertem meg, az Eötvös Loránd Fizikai Társulatban egy ülésen vettünk részt mindketten. Ő szólított meg, amikor tudomást szerzett arról, hogy egykori iskolájában tanítok. Hosszasan elbeszélgettünk és barátként váltunk el. Felajánlotta segítségét és én rögtön éltem is a lehetőséggel: meghívtam Sopronba egy előadás megtartására. Első útját számtalan követte. Szülővárosába rendszeresen ellátogatott, előadásokat tartott, kísérleteket mutatott be, feladatokat oldott meg, fizikaversenyeken és tanári összejöveteleken segédkezett. Ott segített, ahol csak tudott.

Érdekes kapcsolat alakult ki köztünk. Általában havonta felhívtam telefonon. Minden esetben megkérdezte azt, hogy mi újság van a városban, illetve a Líceumban. A válasz meghallgatása után a lényegre tért kérdésével: *Miért hívtál fel, mit parancsolsz?*

Szabadkoztam, hogy nem parancsolok, csak kérné szeretnék ismét valamit. Ő nem hallgatta végig mondókámat, közbevágott: *Ne fecsegj annyit! Te csak parancsolj, mert az a dolgod, én pedig teljesítem, mert az a kötelességem.* Ezután megbeszéltük a következő soproni útjával kapcsolatos kérdéseket. A megbeszélte időben pontosan, egy délelőtti vonattal érkezett mindig.

Megvártam az állomáson, átvettem elmaradhatatlan bőröndjét és bevitettem azt az előadás színhelyére. Miklós bácsi pedig az állomástól gyalog elindult a soproni erdőkebe, illetve a hegyek közé, oda, ahova rendszeresen járt kirándulni gyermekként is.

Az előadás színhelyére délután pontosan és megfiatalodottan érkezett meg. Elmesélte, hogy mit látott a Fáber-

réten, a Kecsepataknál vagy az Ólomforrásnál. Ezután megtartotta előadását, majd – mivel az állomás mellett lakunk – bejött hozzánk és nálunk tartózkodott a vonat indulásáig. Valamivel megkínáltuk és jól elbeszélgettünk. Így ment ez jó húsz esztendeig, mi – soproniak – végtelemül hálásak vagyunk Vermes Miklós tanár úrnak segítségért, támogatásáért.

Szólni kell még Miklós bácsi iskolai munkájáról is.

1915-ben iratkozott be Dunántúl legrégebbi iskolájába, a híres Evangélikus Líceumba. Ez igen kiváló, régi tradíciókkal rendelkező iskola volt. A matematika-, kémia- és fizikaórák jelentették számára a legnagyobb örömet, de sokoldalúsága már ekkor megmutatkozott, mivel a legjobb tanítványának tartotta a magyar-, a filozófia- és a testnevelő tanára is.

Középiskolai munkásságát úgy mutatom be, hogy néhány idézetet felolvasok a híres, 1780-as években létrehozott *Nemes Magyar Társaság* korabeli jegyzőkönyvéből:

– Az ifj. Magyar Társaság Dante halálának 600. évfordulója alkalmából díszülést tartott. Vermes Miklós alkonytáros felolvasta *Dante és műve* című dolgozatát;

– VIII. osztályos korában verseket szavalt, tisztségeket viselt mind a Magyar Társaságban, mind a Deákúti Vármegyében. Ez utóbbi a diákok önkormányzati szerveződésének volt az eredménye. 1848 után betiltották, majd 67 után újra indult.

Legsikeresebben azonban a reáltárgyakban szerepelt.

– Hatodikos korában *A festékanyagokról* című pályázatával 100 korona jutalmat nyert el.

– Hetedikes korában *A függvénytan elemei* című dolgozata kapott szép elismerést.

További dolgozatai a teljesség igénye nélkül: *Erdély természet kincsei*, *Spektroszkópia*, *A technika legújabb eszközei a hadviselésben*. Ezen munkák híven tükrözik mind Vermes Miklós szakmai felkészültségét, mind az iskolánkban folyó kulturális munkát, a ma is korszerűnek mondható természettudományos oktatást és nevelést.

Nagy Márton a volt licista diákra emlékezik



Miklós Bácsi ezen dolgozatait – korabeli eszközökről és városunkról készült színes képekkel illusztrálva – szándékozunk a Sopronban 2005 júniusában tartandó ünnepségünkre megjelentetni.

Vermes Miklósról már életében legendák keletkeztek.

Napjainkban tereket, iskolákat, tanulmányi versenyeket és díjakat nevezünk el róla. Mi, soproniak a Kárpát-medence fiataljait összefogó természettudományos vetélkedőnket neveztük el Vermes Miklós Nemzetközi Fizika-versenynek. Ezen a megméretésen életében Miklós bácsi is részt vett.

Alapítványunk, amely halála után Vermes Miklós nevét vette fel, *Vermes Miklós-díjat* alapított azon fizikatanárok részére, akik a fizikus tehetséggondozásban hosszú időn keresztül eredményesen szerepelnek.

Az idei díjazottak: ZANATI BÉLA, KRASSÓI KORNÉLIA és LAKÓ FERENC PÉTER, a Jedlik Ányos Gimnázium tanárai.

A *Vermes Miklós Plakettet* pedig a JEDLIK ÁNYOS GIMNÁZIUM nyerte el Vermes Miklós szellemében végzett áldozatos oktató-nevelő munkájukért.

2005. június 18-án Sopronban felavatjuk Vermes Miklós szobrát!



Krassói Kornélia, az egyik idei Vermes-díjas

BINOKULÁRIS FERDE PILLANTÁS A VÍZFELSZÍNEN ÁT

A vízfelületen túli világ fénytöréstől torzult bonyolult szerkezete, avagy egy klasszikus optikai probléma helytelen megoldásairól és azok kijavításáról

Horváth Gábor, Barta András, Buchta Krisztián
ELTE, Biológiai Fizika Tanszék, Budapest
Varjú Dezső

Eberhard Karls Egyetem, Kognitív Neurotudományi Tanszék, Tübingen

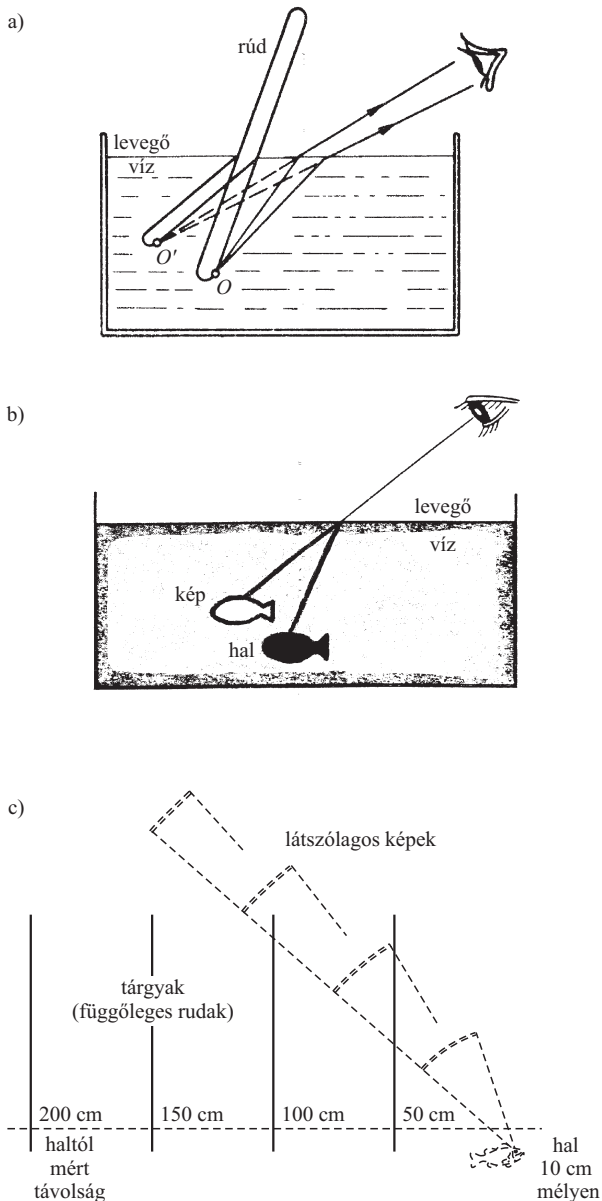
Egy klasszikus geometriai optikai probléma helytelen megoldásairól

Mind a középfokú, mind pedig a felsőfokú oktatásban, éppen úgy a múltban, mint a jelenben állandóan fölütötte, illetve fölüti a fejét az a klasszikus geometriai optikai probléma, hogy hol látja a vízbéli halat egy levegőbeli megfigyelő. A régmúltból például *Bolyai Farkas* 1846/47. tanévi, *Szász Károlynak* föltett, 13. optikai vizsgakérdése említhető [1]: „*Mi történik, ha az átlátszó gátollya a világosságot, és mi a refractio törvénye? ... A pisztrángot ott irányozza-e a szigonnyal a mokány, ahol látszik?*” E kérdésben az „átlátszó” üveget, a „refractio” fénytörést, a „világosság” fényt, a „mokány” pedig hegyvidéki román embert jelent. Az már a régmúlt homályába veszett, hogy mit is fogadott el helyes válasznak Bolyai Farkas, illetve hogy mit válaszolt a tanuló.

Az iskolában megtanultuk, hogy az emberi látórendszer mélységérzékelésének az az alapja, hogy a tárgyakat egyik szemünkkel kicsit eltérő irányból és máshogyan észleljük, mint a másikkal. Ha egy végtelen távoli tárgyat

két szemmel (binokulárisan) nézünk, akkor szemeink optikai tengelyei párhuzamosak, a tárgy fokozatos közeledtével pedig e tengelyek közti szög egyre nő. Agyunk a tárgyról a két retinánkon kialakuló képek közti apró eltérésekből, valamint a szemlencséink akkomodációjából következtet a tárgy távolságára.

Az iskolai fizikaórákról emlékezhetünk még arra az egyszerű optikai kísérletre, melyben egy vízzel teli pohárba egy rudat merítettünk. Ha megfelelő irányból néztünk a pohárba, úgy tűnt, mintha a rúd a víz felszínénél megtört volna, és így két részből állt volna, melyek valamilyen szöget zártak be egymással (*1.a ábra*). Ha azonban kihúztuk a vízből a rudat, megbizonyosodhattunk arról, hogy az sértetlen maradt. E közismert látvány magyarázatát az az optikai jelenség adja, hogy különböző optikai törésmutatójú átlátszó közegek határán áthaladva a fény útja megtörik a jól ismert Snellius–Descartes-féle fénytörési törvényt követve. Szokásos fejtartás mellett a rúd bármely, víz alatti pontjának képe ott keletkezik, ahol a pontból kiindul és a két szembe érkező fénysu-



1. ábra. Levegőből nézett víz alatti tárgyak (a: [7], b: [9]), illetve vízből nézett levegőbeli tárgyak (c: [11]) binokuláris képeinek helytelen ábrázolásai.

garak víz fölötti megtört szakaszainak visszafelé meghosszabbított egyenesei metszik egymást. E metszéspont helye eltér a tárgyponthelyétől, s ez okozza azt a látszást, mintha a rúdban törés lenne a vízfelszínnél.

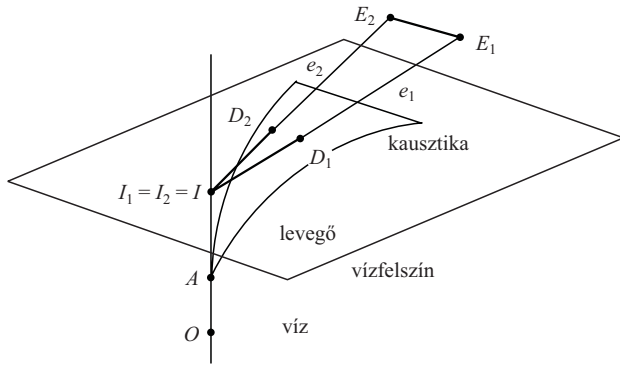
De vajon hogyan torzul a fénytöréstől egy levegőbeli megfigyelő víz alatti látóterének szerkezete, ha a két szem összekötő szakasz nem párhuzamos a víz felszínével, mint általában, szokásos fejtartás mellett? Miként látja egy víz alá merülő bűvár vagy állat a víz fölötti világot, ha tetszőleges irányban elfordítja a fejét? E kérdéseket geometriai optikai számításokkal válaszolhatjuk meg, sokszor csak számítógép segítségével. A mindennapi életben hasonló jelenséggel találkozhatunk, mikor például csónakázás közben a tó fenekét nézzük, vagy egy úszómedencében a víz alól figyeljük az úszócsarnok mennyezetét, illetve mikor egy akvárium vízi világában gyönyörködünk [2]. A levegőből halakra lecsapó madarak (például gé-

mek), valamint a vízből levegőbeli rovarokra vadászó halak (például lövőhalak), ugyanezzel az optikai problémával állnak szemben, s bizony hamar éhen halnának, ha nem vennék figyelembe a binokuláris látóterük vízfelszíni fénytörés miatti torzulását.

Érdekes módon az optikai irodalomban mind ez ideig senki sem vette a fáradságot, hogy kiderítse, miként is fest a vízfelszínen túli, fénytöréstől torzult világ szerkezete általános esetben, mikor a szemek a vízfelülethez képest ferdén helyezkednek el. Mi pótoltuk e hiányosságot [3, 4]. A címbe *ferde* pillantás tehát nem átvitt értelemben, hanem *szó szerint* értendő. A szakirodalom tanulmányozása során meglepve tapasztaltuk, hogy többnyire még a legszínvonalasabb optikai/fizikai tankönyvekben is [5–10] helytelenül vagy hiányosan oldották meg azt a klasszikus optikai problémát, hogy hol látja egy levegőbeli megfigyelő a víz alatti tárgyat, illetve hol látszik egy levegőbeli tárgy a víz alól nézve. Cikkünk végén röviden kitérünk a leggyakoribb hibákra és azok kijavítására is.

Ha sokszor még a szakma sem ismeri a szóban forgó probléma helyes megoldását [5–11], akkor nem csodálkozhatunk azon, hogy a fizikus egyetemi hallgatók is hibás válaszokat adnak arra a kérdésre, hogy hol látszik egy víz alatti tárgy a levegőből két szemmel nézve. Nemrég akkor tapasztalhattuk ezt, mikor kijavítottuk az ELTE TTK Fizikus Diákköre, a Magyar Fizikus Hallgatók Egyesülete és az Eötvös Loránd Fizikai Társulat 2003-ban 34-ik alkalommal meghirdetett (ezúttal immár hatodszor nemzetközi) Ortway Rudolf Fizikai Feladatmegoldó Verseny 42. feladatát.¹ E versenyen minden hazai és külföldi egyetemi hallgató indulhatott. A beadott megoldások közül kettő kivételével (melyek szerzői, B.A. és B.K. egyben a jelen dolgozat, továbbá a [3] és [4] cikkeink társszerzői is) sajnos mind rossz volt. Mindez jól mutatja, hogy e klasszikus geometriai optikai probléma nem is annyira egyszerű, mint első pillantásra látszik. Számításainkkal tisztáztuk a probléma általános elméletét, cikkünkben főbb eredményeinket foglaljuk össze. Akiket a geometriai optikai és számítástechnikai részletek is érdekelnek, azok elmélyülhetnek a [3, 4, 12–14] közleményeinkben.

¹ A 2003. évi 42. Ortway-feladat: A koncentrikus korallzátony-gyűrűvel övezett, kókuszpálmáiról nevezetes Focus-sziget közelében, a kristálytisza víz fenekén hever fényes pályafutása után bekövetkezett legendás hajótörése óta Félfejú Joe, a rettegett kalózkapitány háromboccos hajója, a *Szent Snellius*. A meszewani egyetem híres kutatója, J.B. Curcas, az atlantisi csillagvizsgáló közismert felfedezője (lásd az 1991. évi Ortway-verseny 25. feladatát) és asszisztense, Lee ben Canal szeretné felkutatni a kapitány kincsét. Repülőgéjük állandó magasságban, egyenes vonalban halad a tenger felett. A két kincskereső kidüldelt szemekkel fürkészi a tükörsíma vízfelszín alatt velük szembe száguldó tengerfeneket. Egyszer csak messze maguk előtt megpillantják az elsüllyedt hajót. De az első öröm után Lee ben Canal halálra váltan felsikolt: „Uram Isten, megmozdult!” És valóban: az elképedt kutatók szeme láttára a kalózhajó furcsa mozgásba kezd ... Legalábbis így olvastuk a történeteket a meszewani egyetemről érkezett, kissé gyűrött, és ezért nehezen kislabizálható e-mailben. Hát ezért maradt el a kincs kiemelése, és ezért nem ajánlhatják fel a pihent agyú szervezők Félfejú Joe legszebb aranykeretes kontaktlencséit az Ortway-verseny győztesének. Már csak az a kérdés van hátra: milyen pályán látták mozogni a meszewani kutatók a *Szent Snellius*-t? (A Cserti József, Dávid Gyula és Piroth Attila szervezésében közölt feladatok magyar és angol nyelven letölthetők az Ortway-verseny honlapjáról: <http://ortway.elte.hu>, <http://www.saas.hu/ortvay>).



2. ábra. Ha a víz alatti O tárgypontról kiinduló és a levegőbeli E_1, E_2 szempárba jutó fénynyalábok e_1 és e_2 egyenesei az O -n átmenő függőleges tengelyű egyazon kúp palástja mentén futnak, akkor e_1 és e_2 az O -n átmenő függőleges egyenes mentén, az $I_1 = I_2 = I$ pontban metszi egymást. Így O binokuláris képe az I pontban alakul ki.

Érdeemes megjegyezni, hogy a témában az egyik legalaposabb és a legkevesebb félreértést okozó korábbi munka magyar nyelven jelent meg *Kedves Miklós* tollából a *Fizikai Szemlében* [15]. De ez a dolgozat is csak a vízszintes elhelyezkedésű, levegőbeli szempár víz alatti binokuláris képalkotásának speciális esetét tárgyalta. A magyar nyelvű optikai témájú tankönyvek azóta sem vetették át a szóban forgó részprobléma helyes megoldását *Kedves* 1956-ban közölt cikkéből.

A *Fizikai Szemle* 2004. évi 7. számában bukkantunk *Vankó Péter* írására [16], akinek az egyik megállapítása igen aktuálissá teszi jelen cikkünket: Vankó Péter számtalan szakmai hibát fedezett föl a 2004. május 26-án az országban számos helyen megírt próbaérettségi középszintű és emelt szintű fizika feladatainak szövegében és/vagy megoldásában. Többek között hibás volt a 16. feleletválasztós („teszt”) kérdés megoldása is, mely feladat szövege így szólt:

16. feladat: Hova kell nyúlnia a folyóban lazacra halászó medvének, ha sikeres akar lenni?

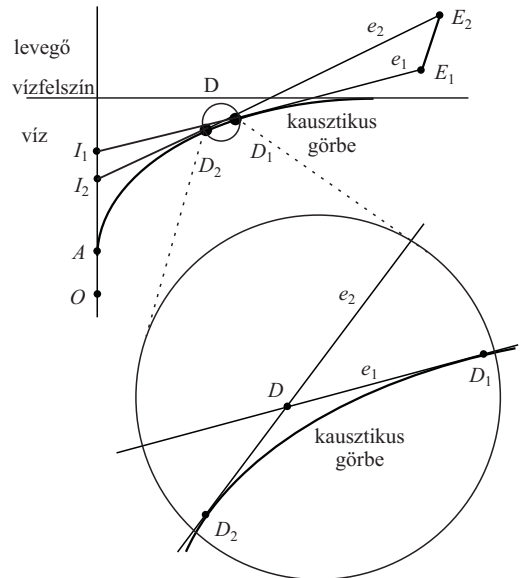
A – Lejjebb és távolabb, mint ahol látja a halat.

B – Lejjebb és közelebb, mint ahol látja a halat.

C – Feljebb és távolabb, mint ahol látja a halat.

D – Feljebb és közelebb, mint ahol látja a halat.

Amint Vankó Péter rámutatott, e feladat hivatalosan jónak ítélt B válasza rossz, mint ahogyan a feladat maga is, hiszen a megoldás attól függ, hogy a medve miként tartja a fejét, vagyis hogyan helyezkednek el a szemei a vízfelszínhez képest, amiről viszont nem található felvilágosítás a feladat szövegében. A nem eléggé körültekintő feladatkitűző nyilván egy hibás ábrát használt föl. Mint fent már említettük, sajnos még az optikai szakirodalomban is ilyen hibás ábrák tömkelegével találkozhatunk, melyek közül három tipikus mutat az 1. ábra. Cikkünk tárgya éppen az, hogy a szóban forgó klasszikus geometriai optikai probléma helyes megoldását mutassuk be a legáltalánosabb esetben, továbbá korrigáljuk a szakirodalomban hemzsegő, idevonatkozó hibás ábrák néhány tipikus példányát. Reményeink szerint dolgozatunk segít a problémakörrel kapcsolatos tévedéseknek a magyar nyelvű tankönyv- és szakirodalomból történő végleges kiirtásában, mely tévedések immáron a kétszintű érettségi fizika feladataiba is befészkeltek magukat.

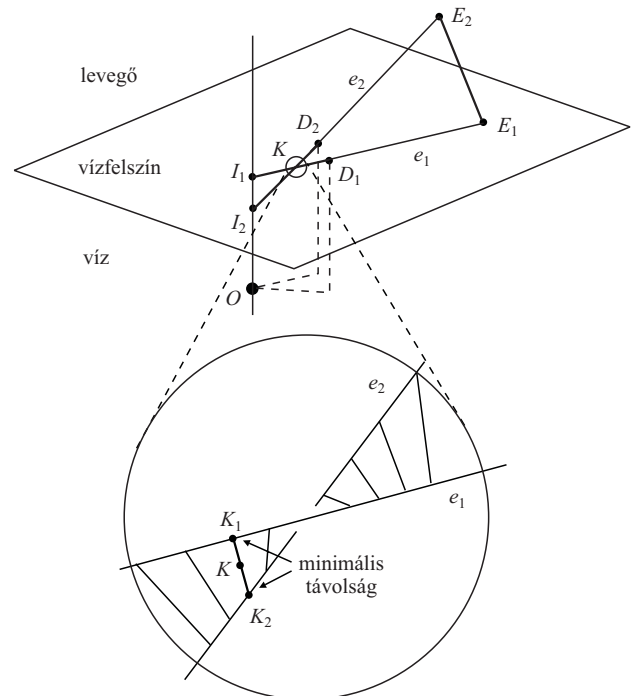


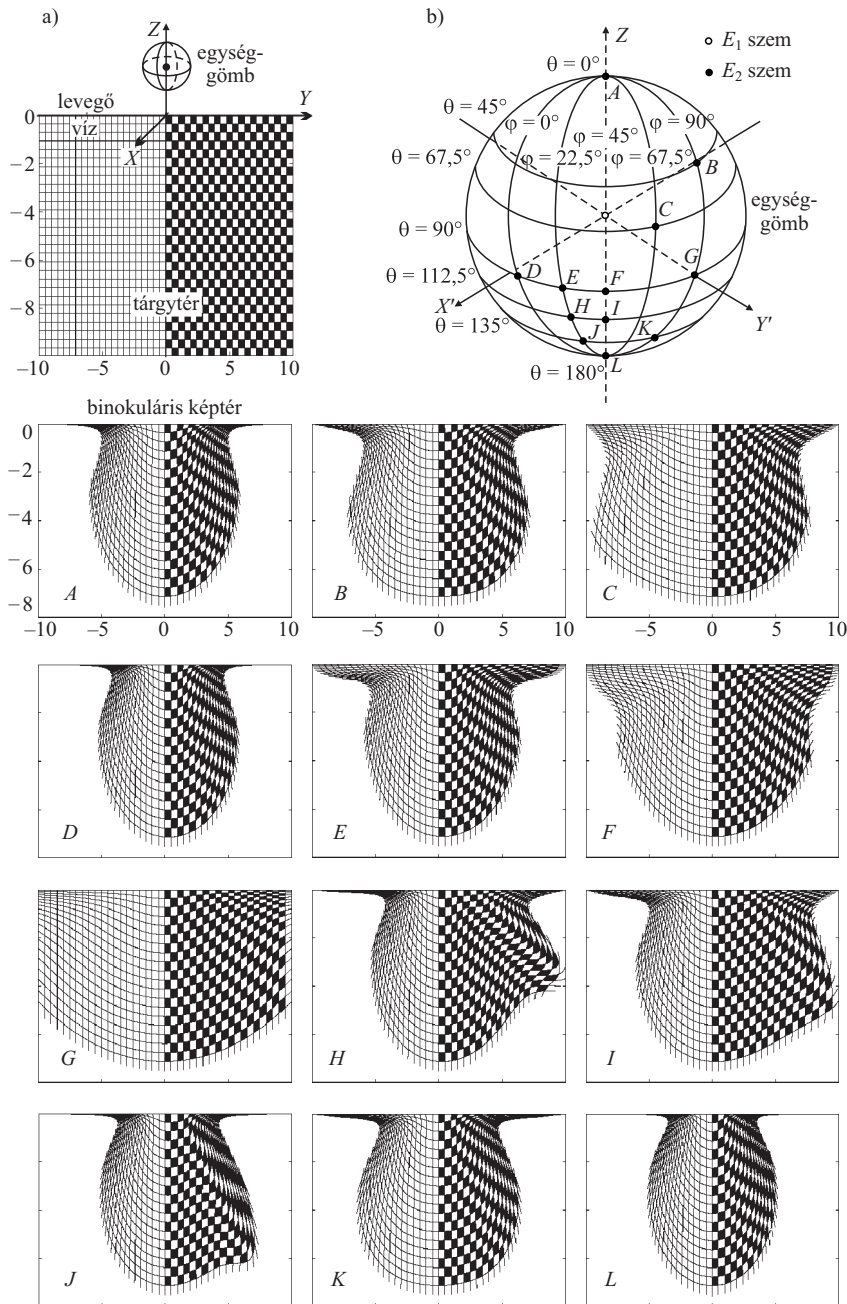
3. ábra. Ha a levegőbeli E_1, E_2 szempár, valamint az O víz alatti tárgypon ugyanazon függőleges síkban helyezkednek el, akkor az O binokuláris képe a megtört nyalábok e_1 és e_2 egyenseinek D metszéspontja.

Binokuláris képalkotás a vízfelszínen át

A továbbiakban vízfelszínen túli világ alatt egyrészt a levegőből nézett vízi világot értjük, másrészt pedig a vízből figyelt levegőbeli világot. Egy megfigyelő vízfelszínen túli binokuláris látóterének fénytöréstől torzult szerkezetét meghatározandó, ki kell számítani a tárgyter minden egyes pontjának látszólagos helyét, azaz binokuláris kép-

4. ábra. Ha a levegőbeli E_1 és E_2 szemekbe jutó megtört fénynyalábok e_1 és e_2 egyensei térben kitérnek egymás elől (azaz nem metszik egymást), akkor ezen egyenesek egymáshoz legközelebb eső pontjai K_1 és K_2 . Ekkor az O víz alatti tárgypon binokuláris képe a K_1 -et és K_2 -t összekötő szakaszt felező K pont, amennyiben a szemek optikai tengelyei egybeesnek e_1 -gyel és e_2 -vel.





5. ábra. Függőleges síkban lévő, víz alatti tárgyponctokról alkotott binokuláris kép a sima vízfelszín fölötti szemek helyzetének függvényében. a) Az $Y-Z$ függőleges síkban lévő, víz alatti négyzetrács mint tárgyter, melynek jobb felét pepitára színeztük. A levegőben, az egységgömb középpontjában rögzített E_1 szem koordinátái $X = 0, Y = 0, Z = 2$. A kis gömb az egységgömböt szimbolizálja, melynek felületén helyezkedik el az E_2 szem, a gömb sugarát pedig egységnyinek vesszük. b) Az E_2 szem egységgömbön elfoglalt különböző helyei. $A-L$: az a) ábra négyzetrácsának binokuláris képe az E_2 szem egységgömbön elfoglalt (θ, φ) helye függvényében.

pontját a fénytörés törvényének felhasználásával. Vegyük fel a koordináta-rendszert úgy, hogy a víz felszíne az $X-Y$ síkban legyen, az egyik, E_1 szem essen a függőleges Z tengelyre a vízfelszíntől adott távolságra, a másik, E_2 szem pedig helyezkedjen el egy olyan gömbfelületen, melynek középpontja az E_1 szem, sugara pedig a két szem közti távolság, amelyet egységnyinek tekintünk a továbbiakban. Tekintsük először azt az esetet, mikor a levegőből a vízbe nézünk. A víz alatti O tárgyponct, valamint a víz fölötti E_1 és E_2 szemek egymáshoz viszonyított

helyzetétől függően a binokuláris képalkotás három alapvetően eltérő esete különböztethető meg:

1. Ha a víz alatti O tárgyponctból induló és a levegőbeli E_1, E_2 szempárba jutó megtört fénynyalábok visszafelé meghosszabbított e_1 és e_2 egyenesei az O -n átmenő függőleges tengelyű egyazon kúp palástja mentén futnak, akkor e_1 és e_2 az O -n átmenő függőleges egyenes mentén, a 2. ábra szerinti $I_1 = I_2 = I$ pontban metszik egymást. Ekkor mindkét szemnek az I pontra kell fókuszálnia, és O binokuláris képe is az I pontban alakul ki. Az e_1 és e_2 egyenesek a D_1 és D_2 pontban érintik az úgynevezett kausztikus felületet (röviden kausztikát), amely az O pontból kiinduló és a vízfelszínen megtört fénysugarak alsó burkolófelülete.

helyzetétől függően a binokuláris képalkotás három alapvetően eltérő esete különböztethető meg:

1. Ha a víz alatti O tárgyponctból induló és a levegőbeli E_1, E_2 szempárba jutó megtört fénynyalábok visszafelé meghosszabbított e_1 és e_2 egyenesei az O -n átmenő függőleges tengelyű egyazon kúp palástja mentén futnak, akkor e_1 és e_2 az O -n átmenő függőleges egyenes mentén, a 2. ábra szerinti $I_1 = I_2 = I$ pontban metszik egymást. Ekkor mindkét szemnek az I pontra kell fókuszálnia, és O binokuláris képe is az I pontban alakul ki. Az e_1 és e_2 egyenesek a D_1 és D_2 pontban érintik az úgynevezett kausztikus felületet (röviden kausztikát), amely az O pontból kiinduló és a vízfelszínen megtört fénysugarak alsó burkolófelülete.

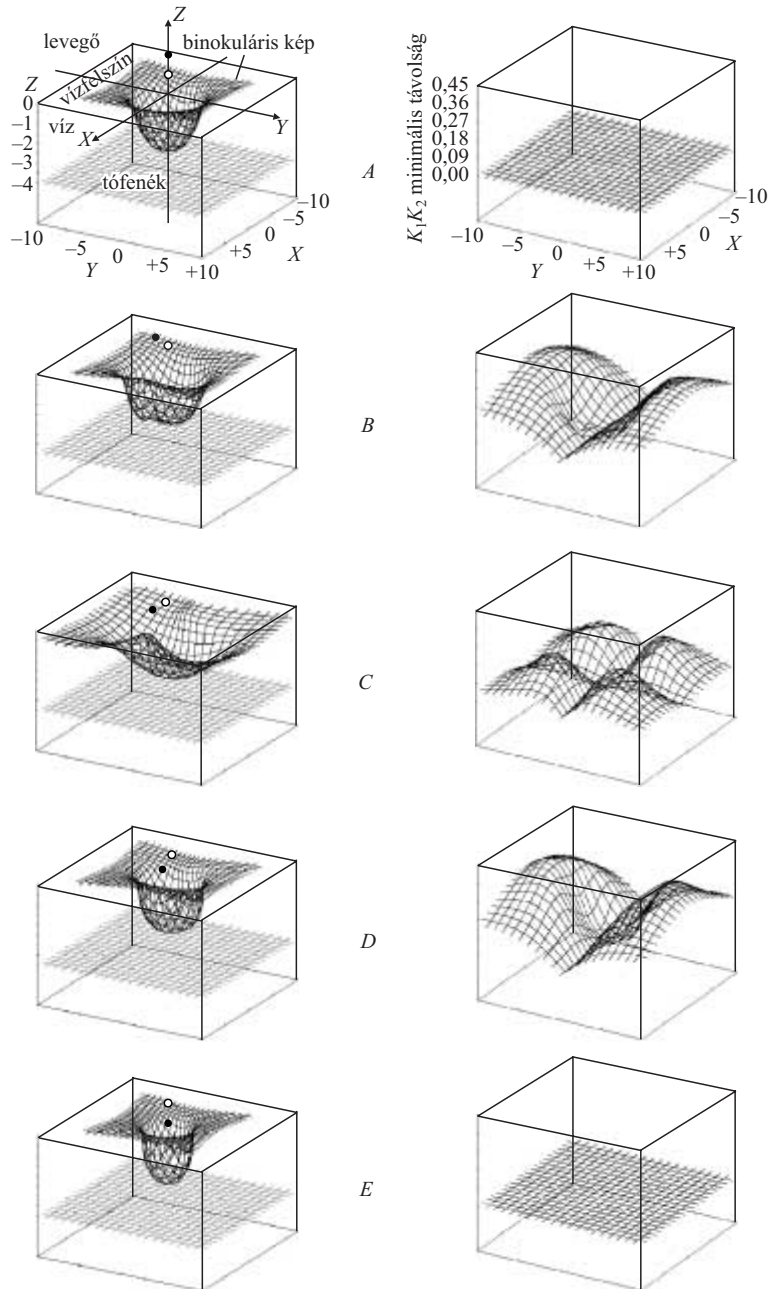
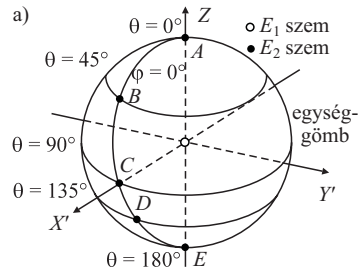
2. Ha a levegőbeli E_1, E_2 szempár, valamint az O víz alatti tárgyponct azonos függőleges síkban vannak, akkor az O -ból induló és a szemekbe jutó megtört fénynyalábok visszafelé meghosszabbított e_1 és e_2 egyenesei a 3. ábra szerinti D pontban metszik egymást. Ekkor az E_1 , illetve E_2 szemnek az O -n átmenő függőleges egyenesen lévő I_1 , illetve I_2 pontra kell fókuszálnia, és O binokuláris képe a D pontban keletkezik.

3. A szemekbe jutó megtört fénynyalábok visszafelé meghosszabbított e_1 és e_2 egyenesei az előző két pontban említett eseteken kívül egyetlen más esetben sem metszik egymást, azaz térben kitérő egyenesek. Ekkor a szemekbe jutó megtört fénynyalábok visszafelé meghosszabbított e_1 , illetve e_2 egyenesének létezik olyan K_1 , illetve K_2 pontja, melyek egymástól mért K_1K_2 távolsága minimális, és az O tárgyponct binokuláris képe a K_1K_2 szakasz K felezőpontjában alakul ki a 4. ábrán látható módon. Ekkor az E_1 , illetve E_2 szemnek az O -n átmenő függőleges egyenesen lévő I_1 , illetve I_2 pontra kell fókuszálnia, és O a K pontban látszik. Ahhoz, hogy valóban lét-

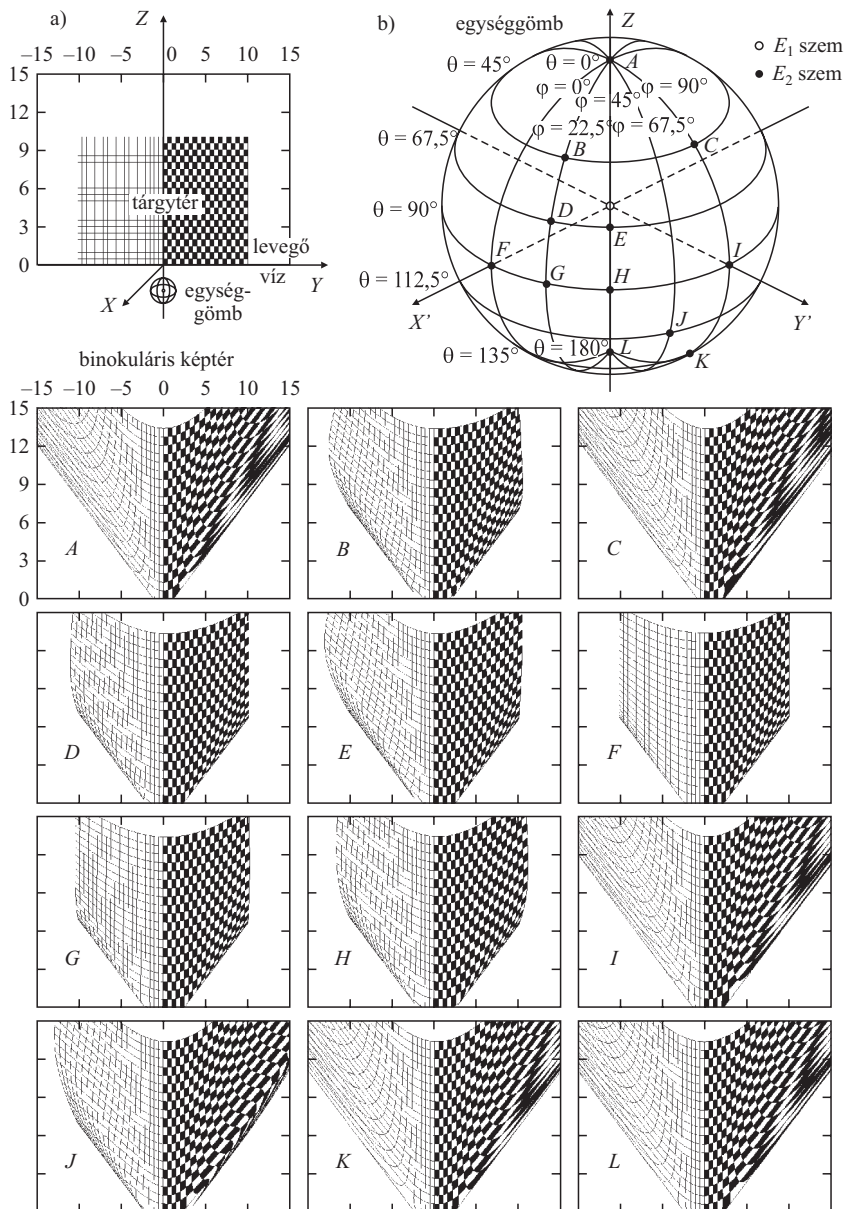
szakasz felezőpontján, valamint a K ponton átmenő síkban szét kell tartaniuk. A szemtengelyeknek a szemeken és a K -n átmenő síkban történő összetartása nem okoz nagy problémát az emberi látórendszernek, azonban az erre merőleges síkbeli széttartást csak kismértékben tudja megvalósítani. Csak akkor látjuk az O tárgypontot valóban a K pontban, ha szemeink mindkét szükséges szemmozgást megfelelőképpen el tudják végezni, és így létrejön a képegysítés. Ellenkező esetben két egymástól elkülönült képpontot látunk határozatlan távolságban, hiszen egyetlen szemmel képtelenek vagyunk meghatározni a képtávolságot.

Egy víz alól nézett levegőbeli tárgypont binokuláris képének helye a fentiekhez hasonlóan határozható meg [3, 14]. A leglényegesebb eltérés az előző esethez képest az, hogy ekkor a vízfelületen megtört fénysugarak alsó burkolófelületének, a kausztikának más az alakja, s az nem a víz alatt, hanem a levegőben van. Hogy az E_1 , illetve E_2 szemnek miért mindig az I_1 , illetve I_2 pontra kell fókuszálnia, annak részletes indoklása meghaladja e cikk kereteit, amelynek fő célja a vízfelszínen át történő binokuláris képalkotás tárgyalása. A részletes magyarázat megtalálható [12–14]-ben, ahol egy levegőbeli (ill. víz alatti) szem víz alatti (ill. levegőbeli) monokuláris (egyetlen szemmel történő) képalkotását és annak a pupilla alakjától való függését is tárgyaltuk. Itt rövid magyarázatként csak a következőt jegyezzük meg:

Egy víz alatti O tárgypontból eredő és a levegőbeli emberi szem pupilláján függőleges síkú ívek mentén belépő megtört fénysugárpárok visszafelé való meghosszabbításainak metszéspontjai a kausztikus felület fölötti tér különböző, de egymáshoz igen közeli pontjaiban helyezkednek el. Mivel minden ilyen metszésponthoz csak két geometriai sugár tartozik, ezért a függőleges sugárpárok valójában nem is alkotnak fizikai képpontot. Ugyanakkor a pupillán egy vízszintes síkban fekvő ív mentén belépő összes fénysugár az O -n átmenő függőleges egyenes ugyanazon pontjában metszi egymást és hoz létre így egy fizikai képpontot, amelynek a fényerőssége annál nagyobb, minél hosszabb a vízszintes pupillaív. Az egyetlen szemmel észlelhető képpont, vagyis ahova a szemlencsének kell fókuszálnia, tehát nem más, mint a kör alakú emberi pupilla közepén átmenő (leghosszabb) vízszintes pupillaívhez tartozó képpont. Az O levegőből látható monokuláris képe valójában egy igen rövid függőleges pálcika, melynek fényerőssége a közepétől a szélek felé rohamosan csökken. Emiatt lehetetlen tökéletesen éles képalkotást megvalósítani a levegőből a vízfelszínen át.



6. ábra. Vízszintes síkban lévő víz alatti tárgypontokról alkotott binokuláris kép a sima vízfelszín fölötti szemek helyzetének függvényében. a) Az E_2 szem egység-gömbön elfoglalt különböző helyei. A levegőben, az egység-gömb középpontjában rögzített E_1 szem koordinátái $X = 0, Y = 0, Z = 2$. A–E: bal oszlop: Az X – Y síkbeli vízfelület alatt $Z = -4$ mélységben lévő vízszintes négyzetrács binokuláris képe az E_2 szem egység-gömbön elfoglalt θ szöge függvényében $\varphi = 0$ esetén. A szemek helyét pontok jelzik. A–E: jobb oszlop: A vízfelszínen megtört és a szemekbe jutó fénysugarak egyenesének K_1 és K_2 legközelebbi pontjai közötti K_1K_2 minimális távolság a víz alatti vízszintes négyzetrács pontjainak X és Y koordinátái függvényében.



7. ábra. Függőleges síkban lévő levegőbeli tárgypontról alkotott binokuláris kép a sima vízfelszín alatti szemek helyzetének függvényében. a) az Y - Z függőleges síkban lévő levegőbeli négyzetrács mint tárgyter, melynek jobb felét pepitára színeztük. A víz alatt, az egység-gömb középpontjában rögzített E_1 szem koordinátái $X = 0, Y = 0, Z = -2$. A kis kör az egység-gömböt szimbolizálja, melynek felületén helyezkedik el az E_2 szem. b) az E_2 szem egység-gömbön elfoglalt különböző helyei. $A-L$: az a) ábra négyzetrácsának binokuláris képe az E_2 szem egység-gömbön elfoglalt (θ, φ) helye függvényében.

A vízfelszínen túli világ fénytöréstől torzult összetett szerkezete

Az 5-9. ábrák azt mutatják, hogy milyen erősen torzul a megfigyelő által látott vízfelszínen túli világ szerkezete a vízfelszíni fénytörés következtében a két szem közötti szakasz irányát jellemző θ és φ szögek függvényében. Általános jelenség, hogy a vízfelszínen át megfigyelt tárgy pont a valódi helyénél magasabban látszik, és ez a látszólagos emelkedés annál nagyobb, minél nagyobb a tárgy pont megfigyelőtől mért vízszintes távolsága, vagyis minél nagyobb szögben törnek meg a képalkotásban résztvevő sugarak a vízfelületen.

Az 5. ábrán egy víz alatti függőleges négyzetrács fénytöréstől torzult binokuláris képe látható a levegőbeli szempár különböző helyzeteire. A függőleges és vízszintes egyenesek binokuláris képei a szemek alatti függőleges irány közelében csak viszonylag kis látszólagos torzulást szenvednek, ha azonban a nézés iránya a vízszinthez közelít, a torzulás mértéke egyre nő. A levegőbeli szemek egymáshoz képesti helyzetének függvényében a víz alatti vízszintes vonalak binokuláris képe általában jellegzetes, közel tükrös-szimmetrikus, fordított harang alakú görbe (5.A, B, D, E, F, G, K, L ábra). Bizonyos szempozícióknál azonban ez az alakzat aszimmetrikussá válik nagy helyi görbületekkel (5.C, H, I, J ábra). A víz alatti függőleges egyenesek binokuláris képei megmaradnak közel függőleges egyeneseknek kisebb-nagyobb görbületekkel, vagy jellegzetes kettős S alakúvá görbülnek. Látható, hogy a négyzet alakú cellák hogyan torzulnak elnyújtott vagy lapított deltoidokká, illetve rombuszokká a nézés irányától és a szemek helyzetétől függően.

A 6. ábra bal oszlopában egy víz alatti vízszintes négyzetrács, például egy úszómedence vagy tó fenekének fénytörés miatt torzult binokuláris képe látható a szemek helyzetétől függően. A négyzetrács bizonyos szemállásoknál sekélyebb, másoknál mélyebb bugyornak, illetve kád alakúnak látszik. A 6. ábra jobb oszlopa az E_1 és E_2 szemekbe lépő megtört fénysugarak e_1 és e_2 egyeneseseinek legkisebb K_1K_2 távolságát mutatja a szemek helyzetének függvényében. Az O tárgy pont K binokuláris képe a K_1K_2 szakasz felezőpontjában jön létre (4. ábra). Minél nagyobb a K_1K_2 távolság, annál nagyobb szemmozgásokra van

szükség a binokuláris képegyesítéshez. Vízszintes és függőleges szemállások mellett $K_1K_2 = 0$ (6.A, E ábra), ilyenkor a szemek optikai tengelyeinek csak az optikai középpontjukon és a K -n átmenő síkban kell összetartaniuk. Ha viszont $K_1K_2 \neq 0$ (6.B-D ábra), akkor a szemek optikai tengelyeinek az erre merőleges síkban is megfelelően szét kell tartaniuk a képegyesítéshez, ami nem mindig sikerül. Ilyenkor két különböző képpontot látunk határozatlan távolságokban.

A 7. ábrán egy víz fölötti függőleges négyzetrács fénytöréstől torzult binokuláris képe látható a víz alatti szemek különböző helyzetei mellett. A 8. ábra bal oszlopa egy levegőbeli vízszintes négyzetrács (például egy úszócsarnok mennyezetének) fénytörés miatt torzult bi-

nokuláris képét mutatja a víz alatti szemek helyzetének függvényében. A négyzetrács bizonyos szemállásoknál érdekes módon lapát alakúvá torzul (8.D ábra). A 8. ábra jobb oszlopa a víz alatti E_1 és E_2 szemekbe jutó megtört fénysugarak e_1 és e_2 egyenesinek minimális K_1K_2 távolságát szemlélteti a szemek helyzetének függvényében.

A 9. ábra azt szemlélteti, hogy miként torzul a fénytörés miatt a víz alatti optikai környezet egy függőleges metszete (hallal és vízínövényzettel), ha azt egy kócsag nézi a levegőből, illetve miként látja a levegőbeli világ egy függőleges metszetét (egy nádas előtt álló kócsaggal) egy hal a szeméi helyzetétől függően. Jól látható, amint a hal kócsag által észlelt alakja lapítottá vagy S alakúvá torzul, valamint hogy a kócsagot milyen elnyújtottan, illetve ellapultan látja a hal a szeméi helyzetének függvényében.

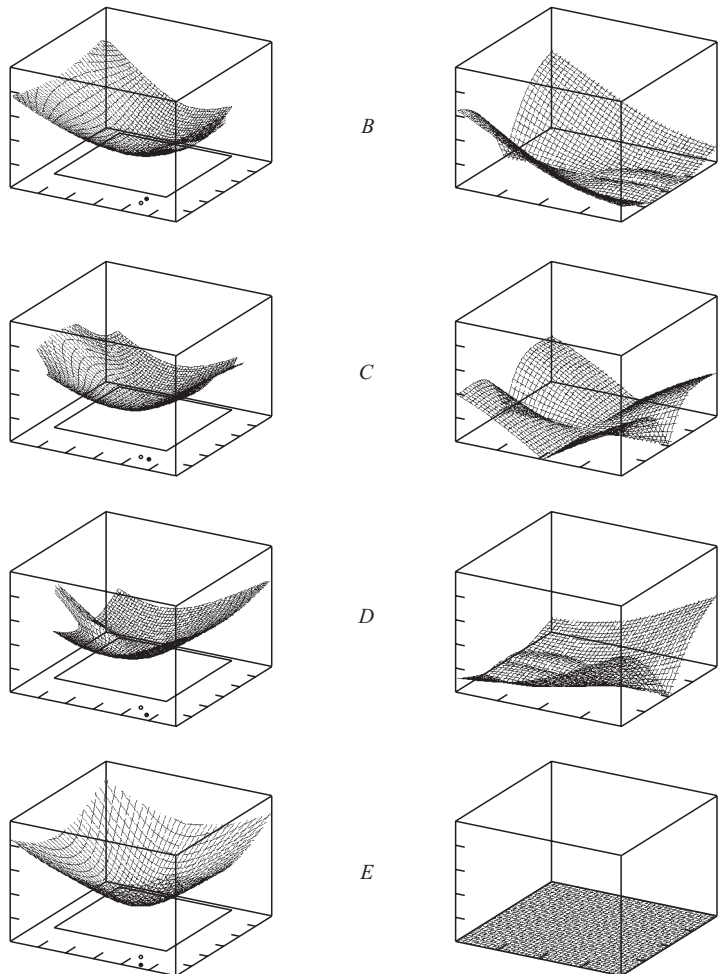
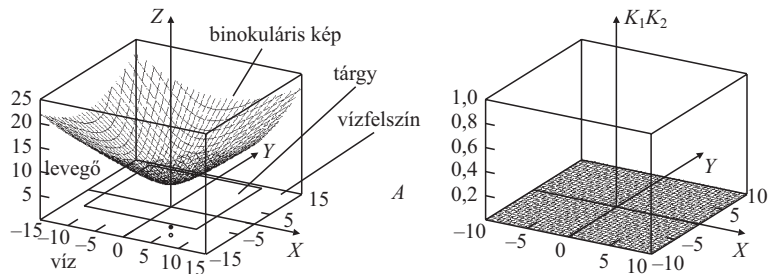
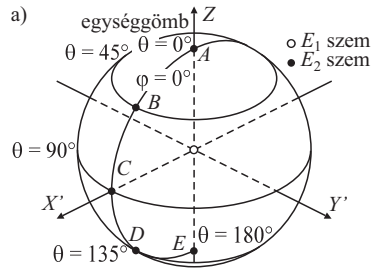
Vízfelszínen át nézett tárgyak képeinek hibás ábrázolásai és azok kijavitása

A vízfelszínen át nézett tárgyról alkotott képek helyével és fénytörés miatti látszólagos torzulásával foglalkozó szakirodalomban már régóta vita folyik arról, hogy egy tárgy képe hol helyezkedik el pontosan. A problémát még a tisztán optikai témájú könyvekben sem tárgyalják megfelelő részletességgel és pontossággal. Mindig figyelmen kívül hagyják, hogy a kép pozíciója erősen függ a szemek egymáshoz és vízfelszínhez képesti elhelyezkedésétől. A biológiai témájú irodalom pedig sajnos kritika nélkül átveszi az optikai témájú irodalom tévedéseit és tisztázatlanságait. Az 1. ábrán három tipikus példa látható minderre. A jellemző hibák a következők:

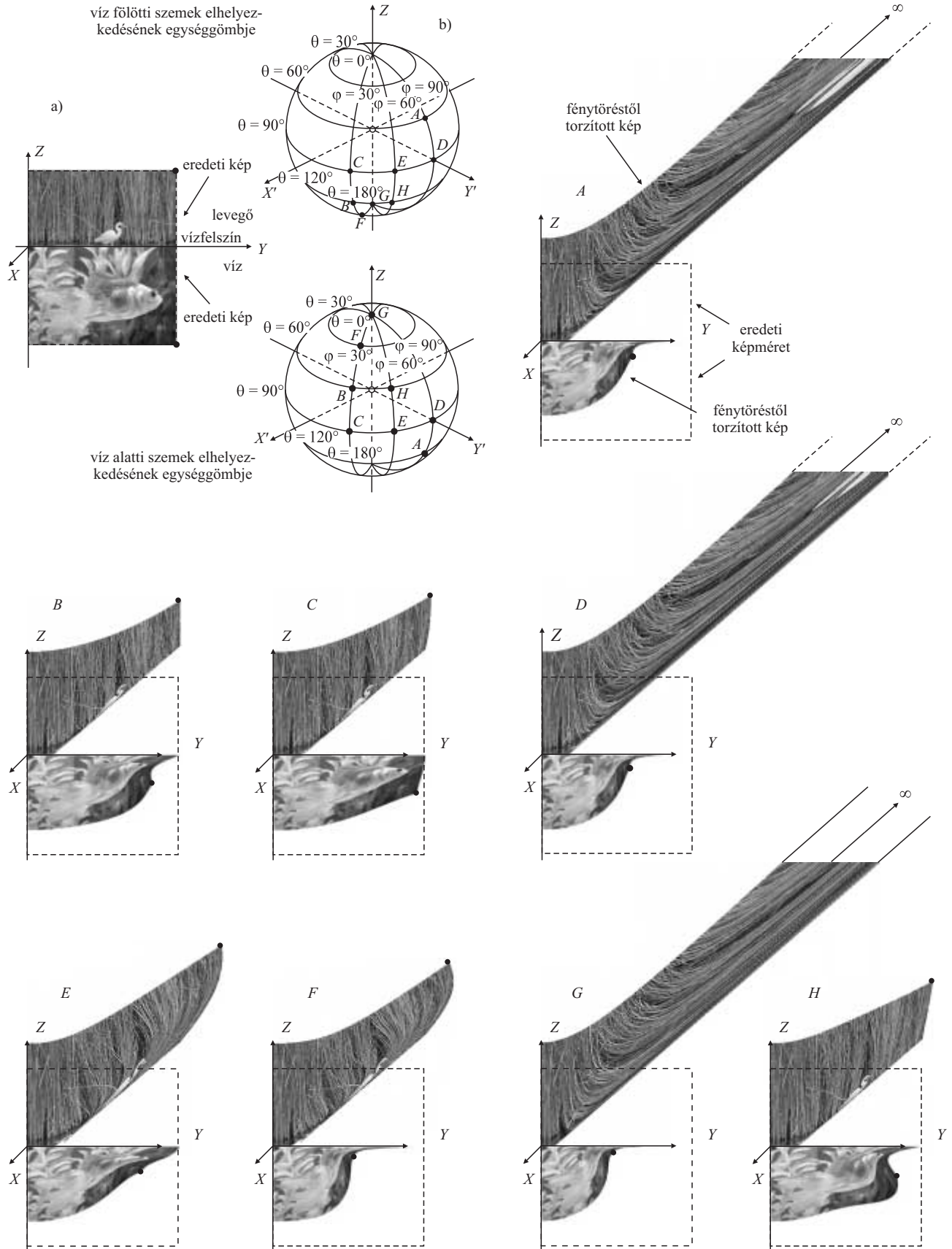
- Nem veszik tekintetbe a tárgyponttól alkotott képpont helyének a szemek vízfelszínhez képesti elhelyezkedésétől való függését, többnyire csak egyetlen szemet ábrázolnak, és nem adják meg a másik szem helyét (1.a, b ábra).

Ugyanakkor nálunk, embereknél csak két szem biztosíthatja a térlátást, és a binokuláris kép pozíciója erősen függ a szemek egymáshoz és a vízfelszínhez viszonyított helyzetétől.

- A levegőből nézett víz alatti tárgyak binokuláris képe a víz fölötti megfigyelőtől – hibásan – vízszintesen eltávolodik (1.a, b ábra). A valóságban a levegőbeli szemek helyzetétől függetlenül egy víz alatti tárgy binokuláris képe függőlegesen mindig a vízfelszín felé tolódik, vízszintes irányban pedig a szemek helyzetétől függően közeledhet a megfigyelőhöz, de sohasem távolodhat tőle.



8. ábra. Vízszintes síkban lévő levegőbeli tárgypontokról alkotott binokuláris kép a víz felszín alatti szemek helyzetének függvényében. a) az E_2 szem egységömbön elfoglalt különböző helyei. A víz alatt, az egységömb középpontjában rögzített E_1 szem koordinátái $X = 0, Y = 0, Z = 2$. A–E: bal oszlop: Az X – Y síkbeli vízfelület fölött $Z = 4$ magasságban lévő vízszintes négyzetrács binokuláris képe az E_2 szem egységömbön elfoglalt θ szöge függvényében, $\varphi = 0$ esetén. A szemek helyét pontok jelzik. A–E: jobb oszlop: A vízfelszínen megtört és a szemekbe jutó fénysugarak egyenesének K_1 és K_2 legközelebbi pontjai közti K_1K_2 minimális távolság a levegőbeli vízszintes négyzetrács pontjainak X és Y koordinátái függvényében.



9. ábra. Mint az 5. és 7. ábra, de most a víz alatti tárgyter egy aranyhalat és vízínövényeket ábrázoló függőleges kép, míg a levegőbeli tárgyter egy nádas előtti vízben álló kócsagot mutató függőleges kép. A függőleges Y - Z síkbeli összetett (montázszerű) tárgyter minden pontjára elvégeztük a K binokuláris képpontok koordinátáinak számítását. Az A és D ábrákon csak részben, a G ábrán pedig egyáltalán nem látható a fehér kócsag, mivel a képe csak a víz fölötti világ teljes torzított képének itt nem ábrázolt távoli részén jelenik meg.

- A vízből nézett levegőbeli tárgyak binokuláris képe vízszintes irányban – helytelenül – a víz alatti megfigyelő felé tolódik el (1.c ábra).

Valójában a víz alatti szemek helyzetétől függetlenül egy levegőbeli tárgy binokuláris képe függőlegesen mindig a vízfelszíntől távolodik, vízszintes irányban pedig a szemek helyzetétől függően távolodhat a megfigyelőtől, de sohasem közeledhet hozzá.

- Általában azt is helytelenül ábrázolják, hogy egyetlen szemnek hova kell fókuszálnia a vízfelületen túli tárgypontra monokuláris képére.

Főnt már említettük, hogy egy tárgypontra a vízfelületen át látott monokuláris képe mindig a tárgypontra átmenő függőleges egyenesen van. Ha egy víz alatti tárgypontra a levegőből nézünk egyetlen szemmel (ill. ha egy levegőbeli tárgypontra a vízből figyelünk egyetlen szemmel), akkor annak monokuláris képe a vízfelületről mért nézési szögtől függő mértékben függőlegesen, a vízfelszín irányába (illetve attól távolodva) tolódik el. Így, ha az 1.a és b ábrák azt akarnák ábrázolni, hogy egy víz alatti tárgypontra hol lát egyetlen (emberi) levegőbeli szem, akkor is hibásak lennének, mivel a monokuláris képpont sohasem távolodhat (és persze nem is közeledhet) vízszintes irányban a megfigyelőhöz képest, amint azt az ábrák helytelenül mutatják.

A próbaérettségi cikkünk elején említett 16. feladata nemcsak a Vankó Péter cikkében [16] írtak miatt hibás, hanem biológiailag is. Egy medvének csak akkor van esélye elfogni egy víz alatti gyors manőverezésekre képes fürge lazacot, ha a hal nem tud kitérni előle. A természetben ez két esetben fordul elő:

1. A medve akkor foghatja el viszonylag könnyen a lazacot, mikor az kiugrik a vízből, hogy egy vízest legyőzve úszhasson tovább a folyásiránnyal ellentétesen a folyó felső szakaszán lévő ívási helyére. A levegőben a hal nyilván képtelen már befolyásolni ballisztikus pályáját, ami megkönnyíti a vízestnél lesben álló medve helyzetét.

2. Ugyancsak gondot okoz egy lazacnak a medvét kikerülni, ha a víz áramlása olyan kis keresztmetszeten történik, amelyet egy medve a mancsaival könnyen átfoghat és szemeivel átláthat, továbbá mikor a lazacnak a gyorsan áramló víz ellenállása legyőzésére kell minden erejét és figyelmét összpontosítania.

Mindkét eset a vízfolyások felső szakaszára jellemző, a lazacok ívóhelyén, ahol a folyók még csak hegyi patakok. Ezt a medvék tapasztalatból tudják is, ezért mindig csak ott vadásznak lazacokra vagy pisztrángokra. Ott a nagy esésű és szakadékokkal szabdaltságot, valamint a kis keresztmetszet miatt a víz olyan gyorsan és turbulensen áramlik, hogy a felszíne nem sima, nem vízszintes, hanem térben és időben gyorsan változó alakú. Ilyen körülmények között a medvék képtelenek figyelembe venni a fénytörésnek a vízfelszín alakjától függő hatását a halak látszólagos helyzetére. Ezért a kizárólag a folyók felső szakaszán vadászó medvék nem is tudják megoldani a próbaérettségi 16. feladatában fölvetett optikai problémát, és így a fénytörés kompenzációja nélkül kísérelnek meg elfogni a lazacokat.

A 16. feladat tehát vizuális ökológiailag is hibás! A feladat kitűzőjének egy lazacra vadászó medve helyett más, biológiailag korrekt mesébe kellett volna ágyaznia a szó-

ban forgó optikai feladatot. Olyan állapotot kellett volna választania, amelyről kísérletileg már bebizonyosodott, hogy miközben a levegőből víz alatti zsákmányra vadászik, tényleg tekintetbe veszi a zsákmány valódi és látszólagos helye közti eltérést, amit a fénytörés okoz. Ilyen állapot például a medvékkel ellentétben hazánkban is honos kiskócsag (*Egretta gularis schistacea*) [17] vagy a jégmadár (*Ceryle rudis*) [18].

Csak egyet tudunk érteni Vankó Péter azon véleményével [16], hogy a próbaérettségi 16. feladata túl nehéz volt egy középiskolásoknak szánt feleletválasztós érettségi kérdéssorban. Gondoljuk csak meg, szerencsétlen középiskolásainknak a cikkünkben írtak zömét tudniuk kellett volna a 16. kérdés helyes válaszához! Erre nemcsak nekik, de még a feladat kitűzőinek sem volt esélyük, hiszen sokszor még a fizikai (optikai) és biológiai (ökológiai) tankönyvek képzett írói sem voltak mindezek tudatában, és ők is csak máshonnan átvett téves információkkal és ábrákkal dolgoztak. Az ELTE TTK Biológiai Fizika Tanszékén a biológusok és biológiai tanárok fizikaoktatásának keretében már évek óta oktatjuk a cikkünkben tárgyalt optikai probléma helyes megoldását [14, 19, 20]. Így talán előbb-utóbb beszivárog ez az ismeret a magyar középiskolák tananyagába is.

Köszönetnyilvánítás

Munkánkat a német Alexander von Humboldt Alapítvány Horváth Gábornak adományozott 14 hónapos kutatói ösztöndíja, valamint a magyar Oktatási Minisztérium 3 éves Széchenyi István Ösztöndíja támogatta. Köszönjük Cserti József (ELTE Komplex Rendszerek Fizikája Tanszék) és Dávid Gyula (ELTE Atomfizika Tanszék) információit a 2003. évi, 34. Ortway-verseny 42. feladatával kapcsolatban, valamint Vankó Péter és Haiman Ottó értékes észrevételeit.

Irodalom

1. GÜNDISCHNÉ GAJZÁGÓ MÁRIA: „A világosság különböző színű szálai hajjai hossza” – *Bolyai Farkas, a fizikatanár* – Fizikai Szemle 44 (1994) 110–113
2. HORVÁTH G.: *Búvároptika: optikai jelenségek a levegő és a víz határán* – Természet Világa 118 (1987) 298–303
3. A. BARTÁ, G. HORVÁTH: *Underwater binocular imaging of aerial objects versus the position of eyes relative to the flat water surface* – J. Opt. Soc. Am. A 20 (2003) 2370–2377
4. G. HORVÁTH, K. BUCHTA, D. VARJÚ: *Looking into the water with oblique head tilting: revision of the aerial binocular imaging of underwater objects* – J. Opt. Soc. Am. A 20 (2003) 1120–1131
5. M. BORN: *Optik – Ein Lehrbuch der elektromagnetischen Lichttheorie*. (3rd ed.), Springer, Berlin–Heidelberg–New York Born, (1972) Fig. 28, p. 57
6. E. GRIMSEHL: *Lehrbuch der Physik* – Band 3: Optik. (16th ed. by H. Hafferkorn), BSB B.G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig, (1978) Fig. 2.12, p. 46
7. BUDÓ Á., MÁTRAJ T.: *Kísérleti fizika III. Optika és atomfizika* – Tankönyvkiadó, Budapest, (1980) 248.3. ábra, 25. o.; 255.8. ábra, 51. o.
8. D. KAMKE, W. WALCHER: *Physik für Mediziner* – B.G. Teubner Verlag, Stuttgart, (1982) Fig. 14.13, p. 460
9. B. GONSIOR: *Physik für Mediziner, Biologen und Pharmazeuten* – F.K. Schattauer Verlag, Stuttgart, New York, (1984) Fig. 8.12, p. 283
10. L. BERGMANN, C. SCHAEFER: *Lehrbuch der Experimentalphysik* – (8th ed. by H. Gobrecht), W. de Gruyter, Berlin, New York, (1987) Fig. 1.36a, p. 33; Fig. 1.74, p. 74
11. J. WALKER: *What is a fish's view of a fisherman and the fly he has cast on the water?* – Sci. Am. 250/3 (1984) 108–113, Fig. 6, p. 110
12. G. HORVÁTH, D. VARJÚ: *Geometric optical investigation of the underwater visual field of aerial animals* – Math. Biosci. 102 (1990) 1–19
13. G. HORVÁTH, D. VARJÚ: *On the structure of the aerial visual field of aquatic animals distorted by refraction* – Bull. Math. Biol. 53 (1991) 425–441

14. HORVÁTH G.: *A geometriai optika biológiai alkalmazása: biooptika* – Egyetemi tankönyv, 400 o., ELTE Eötvös Kiadó, Budapest (2004)
15. KEDVES M.: *Síkfelülettel batározott fénytörő anyagokban keletkező virtuális képek* – Fizikai Szemle 6 (1956) 129–137
16. VANKÓ P.: *Próbaérettségi: elégtelen* – Fizikai Szemle 54 (2004) 240–244
17. G. KATZIR, N. INTRATOR: *Striking of underwater prey by a reef heron, Egretta gularis schistacea* – J. Comp. Physiol. A 160 (1987) 517–523
18. G. KATZIR: *Tuning of visuomotor coordination during prey capture in water birds* – In: Perception and Motor Control in Birds – An Ecological Approach (eds.: M.N.O. Davies, P.R. Green), Springer, Berlin (1994)
19. HORVÁTH G., JUHÁSZ A., TASNÁDI P.: *Hétköznapok fizikája* – ELTE Továbbképzési Füzetek 10. kötet, 290 o., ELTE Nyomda, Budapest (1989)
20. TASNÁDI P., JUHÁSZ A., HORVÁTH, G.: *Fizika körülöttünk* – 257 o., Műzsák Kiadó Reál Szerkesztősége, Budapest (1994)

MEGEMLÉKEZÉSEK

VERMES TANÁR ÚR – A MI MUKI BÁCSINK

Vermes tanár úr mindenkié, ám *Muki bácsi* csak azoké, akiket tanított. Így a miénk is, azon osztályé, itt a Jedlikben, amelynek tagjai a múlt évben ünnepelték meg matúrájuk 50. évfordulóját.

Ezt az osztályt 1952 szeptemberétől tanította Vermes tanár úr, tehát „csak” két éven át. A „csak” ellenére mély nyomokról, melyeket az osztály tagjaiban hagyott, hadd idézzek – mivel annál jobban most sem tudnám megírni – egy őt köszöntő cikkemből.¹

„Egy keveset még várunk, egyre többen leszünk, majd lassan megindulunk fölfelé, a volt osztálytermünkbe. A lépcsők egy kisebb szabad teret ölelnek körül, négy szint magasságban. »Nézd csak,« – mondja valaki közülünk – »itt lógott a Foucault-inga.« Ennyi kellett csak, hogy meginduljon az emlékek lavínja.

...1952. Új fizikatanárt kaptunk. Szikár, szinte aszkéta alkat, hátrafésült haj, élénken figyelő szemek, és bőrrönddel jár, egy közepes méretű, barna, kopott bőrrönddel. Ezek voltak első benyomásaink Vermes Miklós tanár úrról.

És aztán jöttek a fizikaórák. Először még arra figyeltünk, hogy haját tenyérébe rejtett kis fésűvel az órán többször is hátrafésüli. Ám egy kis idő múltán ezt már nem vettük észre, sőt sokszor azt sem, hogy kicsengettek. Megszűntek az órai mással foglalkozások, viszont megszaporodtak a fizikát követő órákról való késések, sőt nem csak azokról. Mi történt velünk, mit csinált velünk – harmincnégy égetnivaló fiúval – Vermes tanár úr, illetve: Muki bácsi, mert már mi is így hívtuk egymás között – elszólásként máskor is –, mióta megláttuk szertára egyik szekrényének oldalán azt a – egy volt diákja által készített – karikatúrát e névvel, mely benzolgyűrűket dobáló zsonglőrként ábrázolta őt.

Mi történt? »Csak« annyi, hogy vele mindig, mindenhol a fizikát – pontosabban a természet, az ember csodáit –

Jelen cikk a csepeli Jedlik Ányos Gimnázium által 2005. április 2-án rendezett Vermes-emlékülésen a szerzőtől elhangzott beszéd alapján íródott.

¹ *Egyetlen cél lebegett szemem előtt?* – Fizikai Szemle 1985/5

tanultuk, úgy, hogy jóformán észre sem vettük. Tanórák, szakkör, szertárban töltött idő, kirándulások, mind-mind egybefolytak. Nem tudtuk, mikor tanulunk és mikor szórakozunk.

A szertárban, ahol hetekig tartó térsakk-csatákat vívtunk, és míg a partner gondolkodott a következő lépésen, könyveket, folyóiratokat forgattunk, vagy az elmúlt évek képi és tárgyi emlékeivel ismerkedtünk? A Normafa lejtőin, ahol együtt sieltünk és közben a sűrűlódásról, a halmazállapotokról és a nyomás alatti olvadásról beszélgettünk egy-egy forduló után? Az uszodában, egy erőmérő végén lógva, megtudandó – Archi-

Kedves Barátom!

Emlékezve a nálatok töltött kellemes napra küldöm ezt a fizetést, hátha találtok benne valamelyest dolgot.

Azonnal vettünk egy olyan színel-generátort, amelyent nálatok láttam. És mivel a csokli-kütyömben volt egy üres lap, arra vásároltuk (bejártatás, engedély, egy pár nélkül) 8800 Ft-ért egy olyan ~~színel~~ oszcillorképet, amelyent nálatok láttam. Eddig még senki sem vette észre vagy kifogásolta ezt a csokelédetünket. Ugyanakkor igazgatohelyzetünkhöz ki-küldte az elváramlásból a 100 Ft-osnyi nátköri illetményemet. Ezeket azért írom, hogy lásd, miként még nálatok anyagilag. Válasz. Üdvözlök Vermes Miklós.

Budapest, 1968. I. 3.

médesz nagyobb dicsőségére –, hogy mekkora a fejünk, és másnap olvashattuk a rangsort a fizikai előadó aijtáján? ...

Nem tudom, hiszen «csak játszottunk», és ő remek játszótárs volt, a legidősebb játszótársunk. De azt tudom, hogy életemben nem volt annyi vidám percem, mint ezeken az együttléteken. S ezért szerettük és tiszteltük őt.

Pedig nem követelte meg a tiszteletet: »a tanár ébresszen tiszteletet a természet dolgai, az emberiség nagy teljesítményei iránt, minden egyéb tisztelettel azután lesz, ami lesz.« Mint például 1954 tavaszán, amikor Vermes tanár úr megkapta a Kossuth-díjat, és mi kamaszos esetlenséggel felköszöntöttük. Ránk nézett előre hajtott fejével a szemüvege fölött és ezt mondta: »Minek ez? Dolgozzunk talán, kérem« – de a szája sarkában mosoly bujkált. (A *Szabad Nép* 1954. március 18-i száma is »felköszöntötte.«.)

Jómagam az érettségi után még egyszer „dolgoztam” együtt Muki bácsival: a júniusi részleges napfogyatkozás-kor itt, a gimnázium utcai lépcsőin követve távcsővel és fényképezőgépekkel a jelenséget.

A következő években én a bukaresti tudományegyetem fizika karán folytattam tanulmányaimat, így nem érhetett az a szerencse, hogy az egyetemen is tanítványa legyek a Tanár úrnak. Csupán a nyári szünetekben, hazatéréseimkor találkoztunk – tehát ritkán. Lelkesedése, alaposága, mozgékonyága még mindig a régi volt, de egy parányi keserűséget már lehetett érezni a hangjában, mely az évek múlásával egyre növekedett.

Azután, hogy itthon megkezdtem tanári pályámat, többször fordultam hozzá szakmai tanácsért személyesen vagy levélben. Egyszer ő is fölkeresett a munkahelyemen, és az ezután írt leveléből megtudhattam – megtudhatjuk –, hogy még a Kossuth-díj sem adhat védelmet a bürokrácia ellen (ld. a mellékelt levél másolatát). Hát nem döbbenetes?!

A múlt évek során azonban nagy-nagy örömmel tapasztaltam, hogy a szakmai és a közmédia is tisztelettel és szeretettel vette körül, nem felejtkezve meg róla.

75. születésnapjára a *Népszabadságban* megjelent méltatásból idézem e néhány mondatot: „Ő csoda. Cso-

dálnivaló. Követni is lehetne persze, de ez szinte lehetetlen. Azért, tanár urak, a gyerekek nevében kérem próbálják meg.”² 1983-ban *Vermes tanár úr és a bálnabangok* címmel jelent meg egy meleg hangú méltatás az *Esti Hírlapban*.³ 80. születésnapján engem ért az a megtiszteltetés, hogy a *Fizikai Szemlében* köszönhettem. A legnagyobb lélegzetű írás azonban *Staar Gyula*⁴ tollából született *Az örökéző* címmel, és a *Forrásban* jelent meg 1989 áprilisában. Egyetlen mondatot emelnék ki a mintegy húsz oldalnyi írásból, egyetlen mondatot, melyben Vermes tanár úr a következőket válaszolta a szerző kérdésére: „Az okos tanár, remélem, sohasem követ szolgáltaian egy tankönyvet. Még a sajátjait sem.”

Halála – mint mindenkit – engem is lesújtott, de némi lelki békét adott annak tudata, hogy oly sok nemzedéknek nyújthatta át humánumát, erkölcsi tartását, szakmai igényességét. És nagy megnyugvással láttam, hogy az „utódok” nem felejtették el ezt, és nagyon sokféleképpen igyekeztek megőrizni Vermes tanár úr – Muki bácsi – emlékét. Sopronban a nemzetközi középiskolai fizikaversenyt nevezték el róla, már 1990-ben, alapítványok jöttek létre, egy csepeli általános iskola fölvette a nevét, sírjára művészi sírkövet helyeztek. A Jedlik Ányos Gimnázium alapításának 50. évfordulóján Vermes-emléktáblát avatott a Tanár úr szertáránál, a folyosón. És most ez a szép centenáriumi ünnepség!

Volt azonban még egy megemlékezés a Tanár úrról, ezt azonban tudatosan hagytam a végére, a személyes kötődés okán, mivel a *Vermes tanár úr* című, 2000-ben megjelent könyv szerzője, *Róth Ágnes* egykor tanítványom volt.

Így lett számomra kerek a Vermes-világ.

Köszönöm megtisztelő figyelmüket!

Vastagh György, volt jedlikies diák
Lóczy Lajos Gimnázium, Balatonfüred

² *Pintér István* újságíró, volt tanítvány

³ *Molnár Gabriella* újságíró

⁴ A *Természet Világa* főszerkesztője. (Az interjú még 1987-ben készült!)

EMLÉKEZÉS VERMES MIKLÓSRA

Vermes Miklós tanár úr 1952-ben, egy nyári napon jelent meg először az iskola irodájában. Azon a héten éppen én voltam az iskolatitkár mellé beosztott ügyeletes tanár. Bemutatkozott, s mondta, hogy őstől itt a csepeli Jedlik Ányos Gimnáziumban fog tanítani, aztán így folytatta: *Kérem, hogy az iskolavezetés rendeljen számomra egy teherautót – lehet kettőt is –, és lehetőleg azonnal, mert elintézttem, hogy a Fasori Evangélikus Gimnázium fizika-szertára anyagának egy részét ide, ebbe az iskolába elhozhatom.* Elintéztük, amit kért, és ő 3 napig szállított. És abból, amit elhozott, berendezte birodalmát. Ettől kezdve végig, amíg köztünk volt, ott a 3. emeleten, az ő fizikata-

nítását meghatározó környezetben tartózkodott szinte állandóan. Sokat dolgozott. (Így mondta: „*tanítottam és egyéb értelmes és fontos dolgokkal foglalkoztam*”.)

Én magam közel négy évtizeden át voltam a folyosó túloldalán a szembe-szomszédja. (Ugyanis a tanár úr szobája és a biológia szertár között csak kb. tíz lépésnyi a távolság.) Az ünnepélyen a megemlékezők közé tehát azért kerültem, hogy szólaljon meg az a kollégája, aki bár nem szakos társa Vermes Miklósnak, de sok-sok éven át a közelében dolgozott. Nem kell aggódni, nem kezdek bele személyes emlékeim felsorolásába, és mindazt, amit róla elmondani szeretnék, igyekszem röviden megfogalmazni. Már csak



MAGYAR FOTÓ. Sándor Zsuzsa

azért is, mert közismert, hogy a tanár úr (én mindig így szólítottam őt) mennyire nem szerette a sok, szerinte felesleges beszédet. De az is jellemző volt rá, hogy mindig szívesen segített annak, aki hozzá fordult. Társalogni csak ritkán lehetett vele, de kérdezni tőle bármikor. Komolyan, figyelmesen meghallgatta az illetőt, aztán a jól-rosszul elmondottakból kihámozta, hogy mi a kérdező problémája, továbbá számításba véve, hogy az mennyire lehet tájékozott a témában, úgy válaszolt – az érdeklődő személyéhez és tudásához igazítva –, hogy az embernek az volt a benyomása, hogy a leglényegesebbet a legérthetőbben és használhatóbban tudta meg arról, amit megkérdezett.

Gyakran bementem meghallgatni Vermes tanár úr fizikaóráját. Leültem az utolsó padba, figyeltem, és igyekeztem tanulni. Nem annyira fizikát, hanem inkább tanári magatartást és módszert. Például érdekelt, hogy az új tan-

anyag tárgyalásakor milyen kérdéseket tesz fel az osztálynak. A válaszokat hogyan használja fel magyarázatában? Hogyan értékeli, ha a tanuló értelmesen kérdez? Mikor hatásos, és mikor viszi előre az ügyet egy-egy tréfás megjegyzés? Hogyan éri el, hogy a tanulók rájöjjenek arra, hogy már nem lehet boldogulni az okoskodással és csak a – természetesen előkészített – eredmény fogja a helyes irányba terelni a közösen végzett, tudományos nyomozást. Megrendezte, hogy úgy tűnjön a tanulóknak, hogy – bár némi tanári segítséggel – tulajdonképpen ők fedezték fel azt a fizikai törvényt, „amelyet az egész órán annyira kerestek”. (Az idézett részt az egyik tanuló fogalmazta így.) Legyen, hadd gondolják úgy, hogy övék az érdem, mert hiszen ők válaszoltak jól a feltett kérdésekre, és ők kérdeztek olyan okosan, és ők keresték meg azokat a tényeket, amelyeket még figyelembe kellett venni. Talán még a tanár úr által végzett kísérlet is azért sikerült olyan jól, mert ők kellő érdeklődéssel figyelték.

Vermes tanár úrnak volt valami utolérhetetlen, jellegzetes személyes varázsa, ami persze a tanításában is érvényesült. Azonban kollégái és a tanárjelöltek nemcsak kiváló fizikaórákat láthatták, hanem azt is, hogy azok előkészítésében milyen sok és rendszeres munka van. Azzal, ahogy dolgozott és tette a dolgát – magatartásával – hatott ránk. Az ember igyekezett többet kihozni magából, és többet is jobban dolgozni azért, hogy tanítása eredményesebb legyen. Megtanultuk tőle, hogy a legbeváltabb módszert is lehet tovább javítani, tökéletesíteni, korszerűbbé, hatékonyabbá, élményt adóbbá tenni. Én is megpróbáltam példáját követni. És ha igyekeztemnek volt valami eredménye: köszönöm Tanár úr, hogy segített nekem.

Kövesi Sándorné

Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest

NAGYON SZUBJEKTÍVEN VERMES TANÁR ÚRRÓL

Tudós munkatársak, tanár kollégák, volt diákok emlékeznek *Vermes* tanár úrra. Én mint volt diákja s egyszersmind későbbi tanár kollégája szólnék néhány szót emlékeimről.



Diákja a csepeli Jedlik Ányos Gimnáziumban lettem, elsős gimnazista koromban, oda kerültem vissza tanárnak, és lettem csodáló kollégája haláláig. Ez a kettős minőségem már megkülönböztet emlékező társaimtól, de van még egy lényeges különbség köztük és köztöm. Mégpedig az, hogy ők (az Eötvös Kollégiumban és a Farsorban megszokott szóhasználatnál élve) dögészek, én meg filosz volnék, magyar–angol szakos bölcsész.

Ezt lényeges közlendőnek tartom, hisz bárki tudhatja, hogy mennyire más a kétféle érdeklődésű ember agya járása. És mégis, jóllehet engem nem befolyásolt a tanár úr hatalmas tudása a pályaválasztásban, és azoknak a szellemi örömöknek sem lehettem részese, amelyeken tudós társaival osztozott, legalább annyit köszönhetek Vermes tanár úrnak én is, mint a másik tábor.

Neki köszönhetem először is a természetet. Kisgyerekoromtól kezdve könyvmoly lévén, semmi nem vonzott, csak a szoba mélyén az olvasás, meg a nyelvek mérhetetlenül érdekes világa, és akkor a fizika előadó ajtaján egy-

szer csak megjelent egy rózsaszínű selyempapírra gépelt cédula: „Vasárnap séta a budai hegyekbe. Indulás 8 óra-
kor a Boráros térről.” Séta? Nos, pár barátnőmmel a lehetőségekhez képest kiöltözve megjelentünk. Hő esett előtte, a vastag hólepel tetejére vasárnapra kéreg fagyott. Csúcshegy. Vasárnapi cipőinkben lábszárközépig beroppanva a hóba. A télikabátok alja jéggel bélelve. Egy csomó kaján, hegymászásra öltözött fasori volt diák. Nos, akkor alaposan megtanultuk, mi újonc jedlikés lányok, mit jelent Muki bácsinál a „séta”. És attól kezdve mindig vele mentünk. Hegyre, biciklitúrákra, síelni, uszodába. Mulatság volt, testedzés, de mindig tanulsága is volt ezeknek a „sétáknak”. Őáltala ismertük meg sok társammal együtt a természetet, szerettük meg, lett része az életünknek.

S a zene. A zenéhez nem ő vitt engem közel, de a tanítás előtti komolyzenei hangos napkezdésével, az állandó zenedélutánjaival, a kísérletekben gazdag szakköreinek végén felhangzó zenei zárással megéreztettem, élményé tette, hogy a tudományok és a művészetek milyen nagy-szerűen egészítik ki egymást.

Mikor tanárként visszatértem a Jedlikbe, sikerült az angoltanári szobát Muki bácsiéval majdnem szemben be-

rendeznünk. Így ismét a közelébe kerültem, és ezt a közelséget igyekeztem is kihasználni. Sokszor bejártam az óráira, nemcsak azért, mert a kísérleteit éppoly kíváncsian vártam, mint diákkoromban, hanem mert a tanártól, a ragyogó módszertanásztól rengeteget lehetett tanulni. Az órák felépítését, az időbeosztást, a súlyos és könnyebben emészthető anyagrészek adagolását, a figyelemfelkeltés módjait, az ismeretanyag többféle megvilágítását, hogy minden értelmi szinten álló tanulóhoz eljusson az adott tétel. Azt, hogy minden órát éppoly hihetetlen alapossággal készített elő, mintha először, és nem ki tudja hányadszor tanította volna azt az anyag-részt – ilyesmiket, és még mennyi minden mást is elles-tem tőle, illetve igyekeztem ellesni.

És azt a végzetetlen türelmet, ahogy a tudását megosz-totta tanítványaival. Azt a meleg emberséget, ahogy segíteni akart és tudott a tanácsért hozzá fordulók. És a kiapadhatatlan humorát, amellyel mindenből és minden-kiből viccet is tudott csinálni. A tudós tanár Vermes Mik-lós páratlan ember volt, páratlan egyéniség.

Tótfalusi Istvánné Koncz Éva
Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest

MEGEMLEKEZÉS MUKI BÁCSI 100. SZÜLETÉSNAJÁN

Muki bácsi tanárjelöltje és kollégája voltam. 1971 nyarán tőle hallottam, van esélyem, hogy a Jedlikbe kerüljek tanárnak. Nagy boldogságomat egy kicsit lehűtötte az a tény, hogy csak fizikaórákat kaptam, ráadásul tagozatos osztályokban is. Rohantam Muki bácsihoz és kértem, segítsen, mert különben bele fogok bukni. Kezdő tanárként, nőként, ismeretlen fizikaszertárral kísérleti fizikát tanítani szinte megoldhatatlan feladatnak tűnt. „Nem lesz semmi probléma” – nyugtatott meg, és nagyon feszes napi programot dolgozott ki számomra. Amellett, hogy megtartottam az óráimat, minden lyukasórán bent ültem az előadóban és figyeltem, hogyan tanít. Ott készítettem azokat az óravázlataimat, amelyeket ma is használok. A tanítás befejezése után együtt készítettük ki a kísérleti eszközöket, állítottuk össze a kísérleteket. Fogásokat, módszereket, trükköket mutatott az eredményes demonstrációhoz. Ezek után nekem kellett bemutatni az általa megtanított kísérleteket. Addig kellett ismételnem, míg meg nem volt elégedve vele. Ekkor beült a padba, én pedig a katedrán állva próbáltam megválaszolni kérdéseit. Azokat a kérdéseket, amelyekkel másnap akár zavarba is hozhattak volna diákjaim. Már este volt, mikor hazaindultunk, viszont nem kellett másnapra készülnöm. A módszer nagyon eredményesnek bizonyult, máig is abból élek, amit így tanultam tőle.

Akkoriban szombaton is tanítottunk és ő nem mentett fel a szombat délutáni felkészülés alól. Családom már kezdett lázadozni, hogy a szombat délutánt is az iskolában töltöm, ezért elhatároztam, hogy 4 óra körül megsző-köm és hazamegyek. Lábujjhegyen kilopóztam a szertár-

ból és azonmód nekiütököttem Muki bácsinak. Valószínű, megsejtette szándékomat, és gyors léptekkel a szertárajtó előtt termett. „Készen van már hétfőre?” – kérdezte, én pedig szó nélkül befejeztem a felkészülést.



Nagyon jó dolgunk volt mellette. Naprakész volt a fizika legújabb eredményeivel. Elvárta, hogy kikérjük véleményét szakmai kérdésekben, hogy kérdezzük a fizika legfrissebb eredményeiről, tanácsot kérjünk kirándulásaink, utazásaink megszervezéséhez. Nem tudtunk olyat kérni, amiben ne segített volna.

Mellette tanultam meg kirándulást, túrát szervezni. Ez többnyire abból állt, hogy mindent elintézt, nekem csak alá kellett írnom a papírokat. Mindig vonattal utaztunk, nem szeretett buszozni. Miután felszálltunk a vonatra, mindenkinek a helyén kellett ülni a vonat indulásáig. Azoknak is, akik nem tartoztak hozzánk. Emiatt szóltam neki, de azt mondta, abból nem lehet baj, ha nyugton maradnak.

A túrákon ragaszkodott ahhoz, hogy ő menjen elől, ő diktálja a tempót. Senkinek nem volt szabad megelőznie. Én voltam a sorban az utolsó. Feltűnő színű pulóverben vagy dzsekiben kellett túráznom, hogy messziről is tudja ellenőrizni, senki nem maradt le, nem került

mögém. Nagyon féltette a gyerekeket. Mindig arra gondolt, mit mondunk a szülőknek, ha valami baj történik.

Volt egy ötnapos hátizsákos túránk a Zemplénben, Sárospataktól Füzéren és Telkibányán keresztül Regécig. Laktunk árvízvédelmi szükségsszállón, turistaházban és pajtában, széna közt. Utaztunk teherautón, de legtöbbször gyalog, végig a gerincen. Mikor már senkinek nem volt innivalója, hátizsákjából elővarázsolt pár doboz konzerv-üdítőt, összeadta térfogatukat, elosztotta az osztálylétszámmal, majd egy mérőhenger segítségével igazságosan szétosztotta a gyerekek között. Volt, amikor szendvicset kaptunk tőle, volt úgy, hogy mi láttuk el édességgel. Nagyon édesszájú volt.

Tanítás vagy túrázás közben sokszor gondolok arra, vajon meg lenne-e elégedve velem. Hálás vagyok a sorsnak, hogy tőle tanulhattam, mellette válhattam tanárrá.

Sebestyén Zoltánné

Jedlik Ányos Gimnázium, Budapest

A FIZIKA TANÍTÁSA

FIZIKAI KETTŐSINGA VIZSGÁLATA

Kaotikussá váló mechanikai síkmozgás egy példája

Békéssy László István, Bustya Áron

Szent László Általános Művelődési Központ, Baja

*A fizikusok valahogy így szeretnek gondolkodni:
„Ezek és ezek a feltételek: mi fog most történni?”*

Richard P. Feynman

A fizikai törvények jellege (Magvető, 1983)

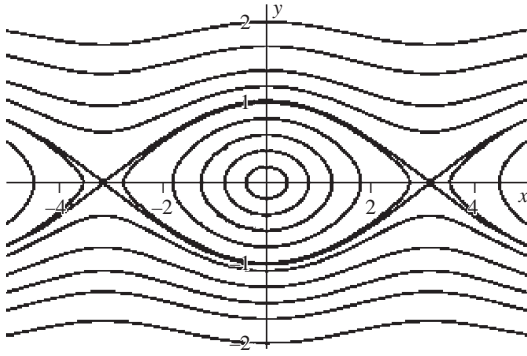
Nagyon sok természettudományos törvény differenciálegyenletek segítségével van leírva. Ha ezeket meg tudnánk oldani, akkor lehetőségünk lenne arra, hogy a kapott függvény segítségével megmondjuk, hogy egy adott tetszőleges időpillanatban a jövőben mi lesz a rendszer állapota. Am nagyon sok esetben ez lehetetlen, és ezért vagyunk képtelenek megjósolni a jövőt. Megadható egy egyszerű feltétel, mely a bonyolult mozgás létrejöttéhez szükséges. Ez a rendszer *nemlinearitása*. Lineáris rendszerben a következmények egyenesen arányosak a kiváltó okkal. Általában azonban a *következmény nem egyenesen arányos a kiváltó okával*, hanem annak bonyolultabb függvénye. A rugóban ébredő erő például arányos a megnyúlással, ha az kicsi, de nagyobb megnyúlás esetén az egyenes arányosságnál gyorsabban nő. *A káosz tehát a nemlineáris rendszerek időbeli viselkedése*. Mivel szinte minden rendszer ilyen, a káosz megjelenése *tipikus*. Ezen azt értjük, hogy a káosz lehetősége szinte minden nemlineáris rendszerben megvan. Az azonban, hogy ténylegesen megvalósul-e, a rendszer konkrét tulajdonságaitól és kezdeti helyzetétől is függ. A számítógépek elterjedésével az utóbbi két évtizedben

hirtelen megfoghatóvá és könnyen szimulálhatóvá váltak a kaotikus mozgás szokatlan sajátosságai.

Egyszerű mechanikai rendszer például egy inga (főnalinga, fizikai inga), melynek egyszerű az időbeli viselkedése: ha meglökjük, egy idő után nyilván megáll. Továbbra is egyszerű marad, ha az ingát játszótéri hinta módjára megfelelő időközönként gyengén lökdössük. Az inga valamely állapotának megadása mindössze két változó – a hely és a hozzá tartozó sebesség – ismeretét igényli. Márpedig, ha mindössze két állapotjellemzőre van szükségünk, akkor ezek értékeit egy síkbeli koordináta-rendszer tengelyeire felmérve az inga bármely állapotát egy *(fázis)síkbeli* ponttal, az inga mozgása során befutott állapotok összességét pedig valamilyen síkbeli alakzattal, görbével (*trajektória*) azonosíthatjuk.

A súrlódás következtében fokozatosan megálló ingának ekkor egy origóba tartó spirál, a hinta mozgásának pedig egy önmagába visszatérő – a periodicitást szemléletesen is megjelenítő – zárt görbe felel meg.

A fázistérbeli pályák a súrlódó inga esetében előbb-utóbb egy *(fix)pontban* kötnek ki, míg az ingaóra (hinta)



1. ábra. A súrlódásmentes fonálinga mozgásának fázissíkbeli képe

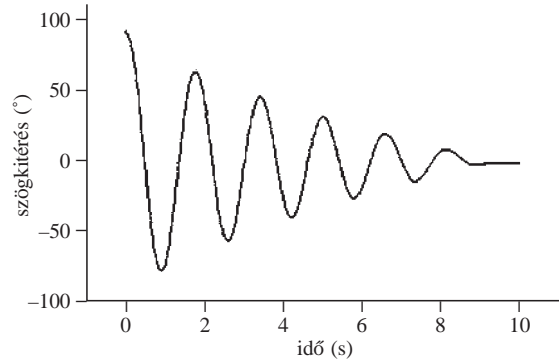
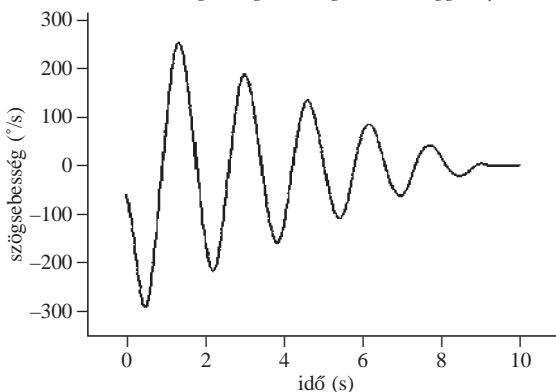
esetében lassan ráhúzódnak egy zárt görbére. Igazán egyszerű alakzatok – egy pont és egy zárt görbe – szemléltetik azokat az állapotokat, amelyek mintegy magukhoz vonzzák a különféle (lehetőleg közeli) kiinduló állapotokból elindított pályákat. A rendszer időbeli viselkedését ezért a továbbiakban éppen ezek az alakzatok, az úgynevezett *attraktorok* szerint osztályozhatjuk. Ha az attraktor egyetlen (fix)pontból áll, akkor a rendszer előbb-utóbb állandósult egyensúlyi állapotban, zárt görbe esetén pedig valamilyen periodikus mozgásnál köt ki. Az inga tehát kettős értelemben is egyszerűnek tekinthető. Egyrészt mert állapotát kevés, mindössze két változó jellemzi, másrészt mert időbeli viselkedése is egyszerű. Itt egyszerű szerkezetű attraktorokkal van dolgunk.

Valamely rendszer időbeli viselkedését attraktorának geometriai tulajdonságaival jellemezzük. Egyszerű attraktor egyszerű, bonyolult attraktor bonyolult dinamikát képvisel. Ha az ingát nem egy rúdra, hanem rugóra erősítjük, vagy másik ingára függesztjük föl, vagy gyengén lökdössük, esetleg magát a felfüggesztési pontot kezdjük vízszintesen rezgetetni, a rendszer továbbra is egyszerű marad, állapotát kevés változó írja le. A rendszer hosszú távú viselkedését meghatározó attraktorok azonban látványosan eltérnek az eddigi megszokottaktól.

Egyszerű fizikai inga mozgásáról

Egy fizikai inga kiterjedt méretű, és a fonálinga általánosításaként fogható föl. Példa lehet rá egy rúd, amely rögzített tengely körül forog súrlódásmentesen. Az egyszerű inga felfogható a fizikai inga speciális eseteként $I = ml^2$

3. ábra. A fizikai inga szögsebessége az idő függvényében



2. ábra. A 90 cm hosszú fizikai inga mozgásának szögkitérés–idő függvénye

tehetetlenségi nyomatékkal, ahol m a nehezék tömege, l a fonál hossza. A fizikai inga mozgásegyenlete a rá ható forgatónyomaték alapján (a súrlódást elhanyagolva):

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{mgl}{I} \sin\theta = 0,$$

ahol I a tehetetlenségi nyomaték, θ a szögkitérés. Definiálva az inga

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{mgl}{I}}$$

rezonanciafrekvenciáját, a mozgásegyenlet

$$\ddot{\theta} + \omega_0^2 \sin\theta = 0$$

egyszerűbb alakot ölt, melyet két elsőrendű differenciálegyenlettel írhatunk át:

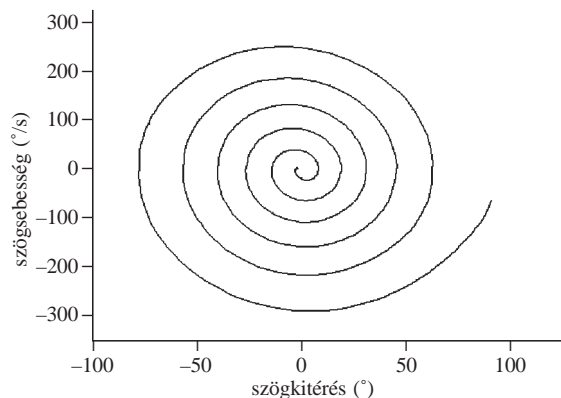
$$\begin{aligned} \dot{x} &= y \\ \dot{y} &= -\omega_0^2 \sin x + f(y), \end{aligned}$$

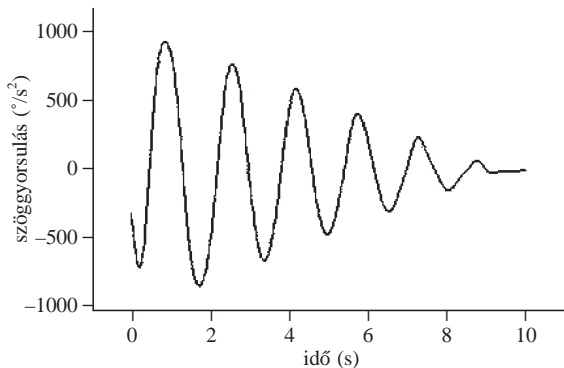
ahol $f(y)$ a súrlódásra jellemző tag, ennek alakját mérésünkénél a 7. ábrán láthatjuk. Ezek alapján megrajzolhatjuk a fázissíkbeli ábrát $f(y) = 0$ esetre (1. ábra).

Kis lengésekre használhatjuk a

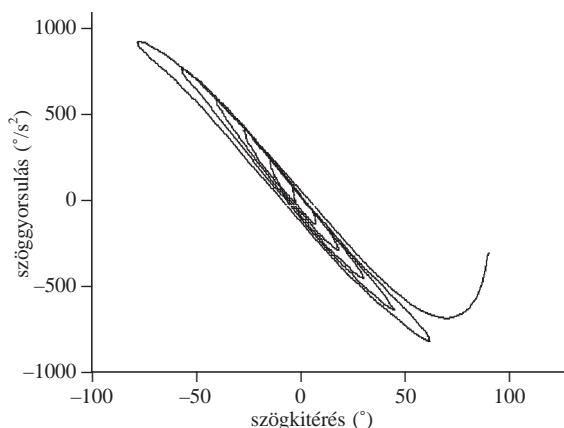
$$\sin\theta = \theta - \frac{\theta^3}{3!} + \frac{\theta^5}{5!} + \dots \approx \theta$$

4. ábra. A súrlódásos fizikai inga fázissíkbeli ábrája. Jól látszik a (0;0) fixpont





5. ábra. A fizikai inga szöggyorsulása jelzi az ingára ható forgatónyomaték változását



6. ábra. Az egyszerű fizikai inga szöggyorsulása a szögkitérés szerint ábrázolva

és a mozgásegyenletre ilyenformán a

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{mgl}{I}\theta \approx 0$$

közelítést. Ennek az egyenletnek van megoldása:

$$\theta = \theta_{\max} \cos(\omega_0 t + \delta), \quad \text{ahol } \omega_0 = \sqrt{\frac{mgl}{I}}.$$

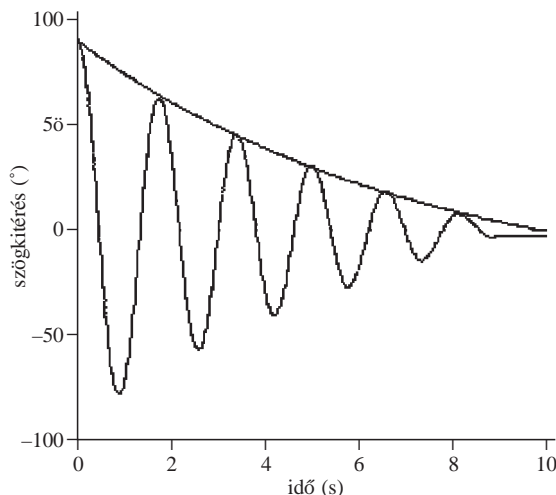
Ily módon a periódusidőre a szokásos

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgl}}$$

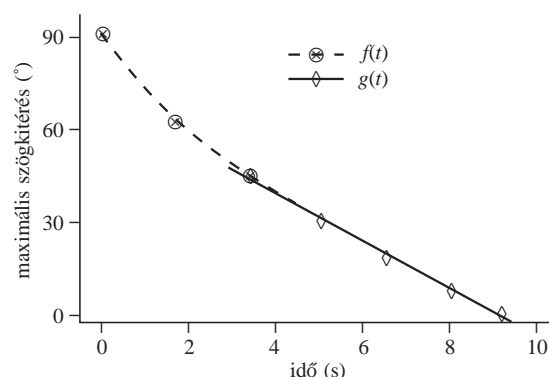
formula adódik.

A fizikai ingánk 90 cm hosszú rúd volt (a 30 és 60 cm-es karokból álló kettősingánknál átmenetileg egymáshoz erősítettük a két tengelyezett részt). Vizsgálataink a szögkitérés-idő (2. ábra), szögsebesség-idő (3. ábra) és a forgatónyomatékról is tájékoztatást adó szöggyorsulás-idő (5. ábra) összefüggésekre koncentráltak. Természetesen a közegellenállást és tengelysúrlódást nem tudtuk kiküszöbölni. A 4. ábra mutatja a fizikai inga mozgását a fázisikonon. A 6. ábrán a szöggyorsulást a szögkitérés szerint ábrázoltuk. Itt jól látszik a súrlódás hatása, mivel ugyanahhoz a szöghöz nem csak egy szöggyorsulás tartozik.

A 8. ábrán a maximális szögkitérés időbeli változása mutatja az ingára ható fékező erők alakulását. A mozgás



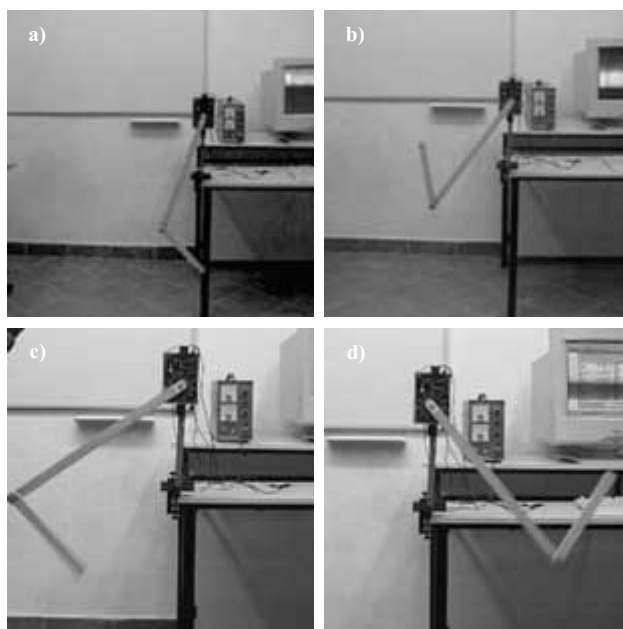
7. ábra. A szögkitérés csillapodása a mérés időtartama alatt (0–8 s) $y = 1,35 \exp(-0,14t + 4,5) - 31$ függvény szerint történt.

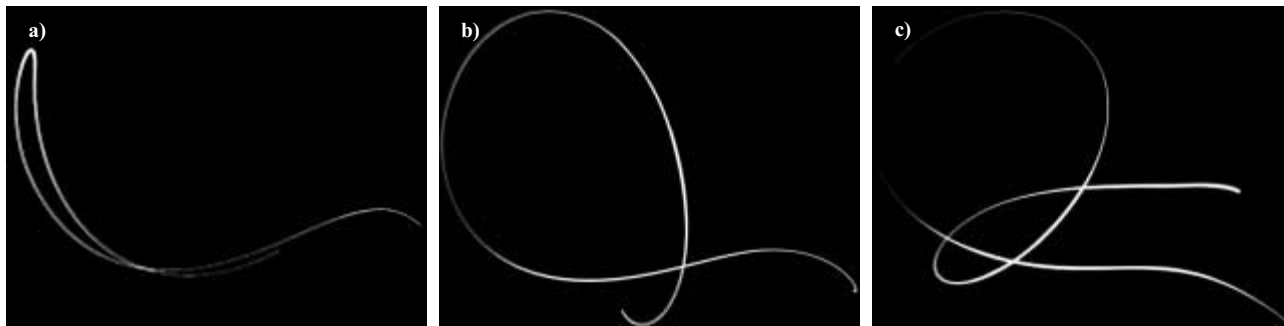


8. ábra. Az inga csillapodásának mérése. Jól látható, hogy a mozgás kezdeti szakaszán a közegellenállás a sebességgel arányos, míg a kisebb sebességeknél a tengelynél és a csuklónál fellépő súrlódás dominál

elején az inga sebessége még elég nagy ahhoz, hogy a sebességgel arányos közegellenállási erő fölülmúlja a tenge-

9. ábra. Az eszköz és a mérési elrendezés, valamint az elengedett inga mozgásának egy-egy fázisa





10. ábra. A mozgás valós térbeli pályái

lyeknél jelentkező sűrűlődést. Itt exponenciálisan csillapodik. A csillapodást az $f(t)$ függvény kitevőjében szereplő tényező jellemzi. A mozgás második szakaszán már a tengelysűrűlődés a nagyobb. Ennek értéke nem változik az idővel, ezért lineáris csillapodást jelent. A sűrűlődést jellemző tényező a $g(t)$ függvény meredeksége.

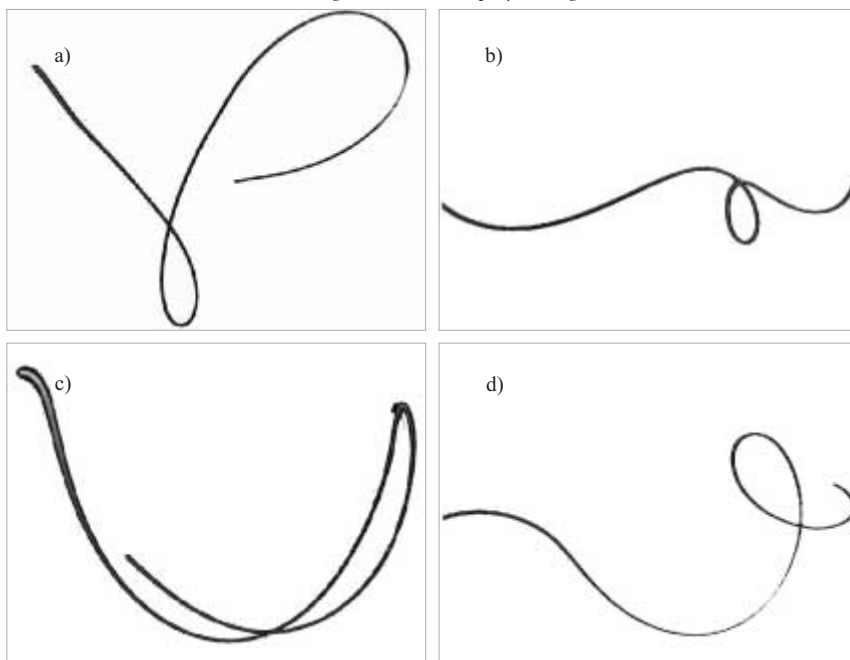
A 8. ábrán látható, hogy a mozgás kezdeti szakaszán (0–3 s) az $f(t)$, a második szakaszban (3–9 s) a $g(t)$ függvény írja le a szögkitérés csökkenését.

$$f(t) = 74,55 \exp\left(-\frac{t}{3,59}\right) + 16,41,$$

$$g(t) = 70,36 - 7,74 t.$$

A $g(t)$ függvény $t > 9$ s időtartamokra már nem értelmezhető, mert az inga megállt.

11. ábra. A mozgás valós térbeli pályái világos háttérrel



12. ábra. A csukló és az alsó kar végpontjának valós térbeli pályái

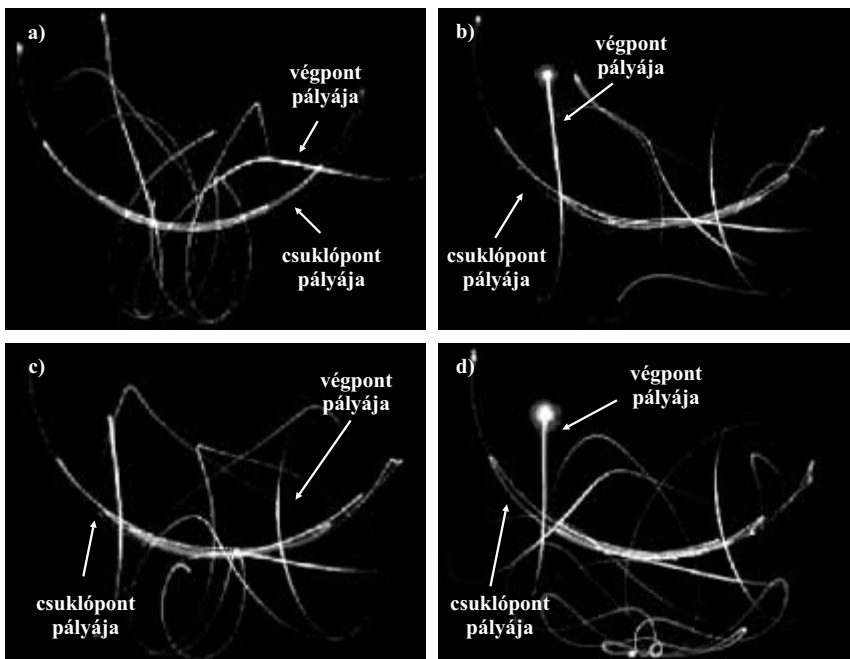
Kettős fizikai inga

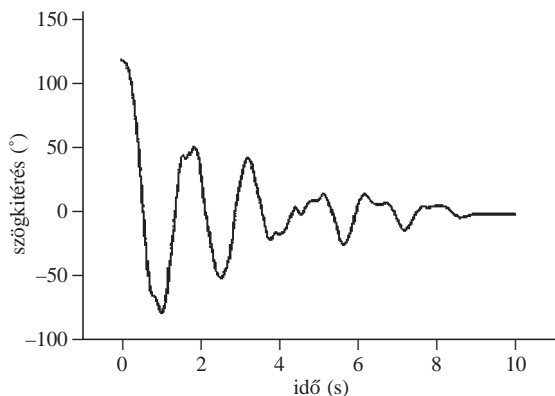
Az eszköz

Az ingát puhafából készítettük, felső része 60 cm, alsó része 30 cm hosszú. A felső végét egy potenciométer tengelyéhez csavaroztuk, így a kilengéseknél a csúszó érintkezőt mozgattja (9.a–d ábra). Sajnos éppen emiatt lép fel itt jelentős sűrűlődés. A két darabot fémcuklóval összeerősítettük. Itt olajozással csökkentettük a sűrűlődést.

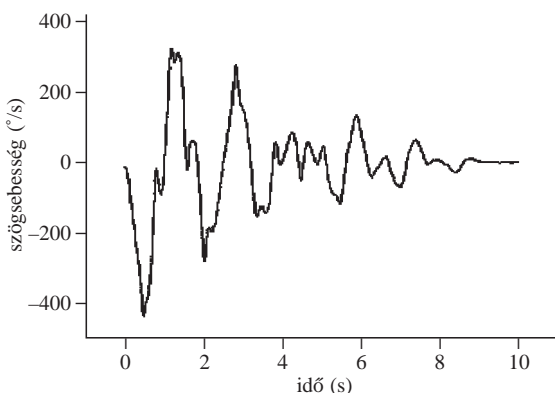
A megfigyelési, mérési folyamat

A méréshez szükséges feszültséget (kb. 5 V) egy stabilizált egyenáramú tápegység szolgáltatta. A potenciométer tengelyéhez rögzített kettős fizikai inga felső karjának szögelfordulásával arányos feszültséget (kalibrálásakor beállítottuk a 0 és a 90 fokok

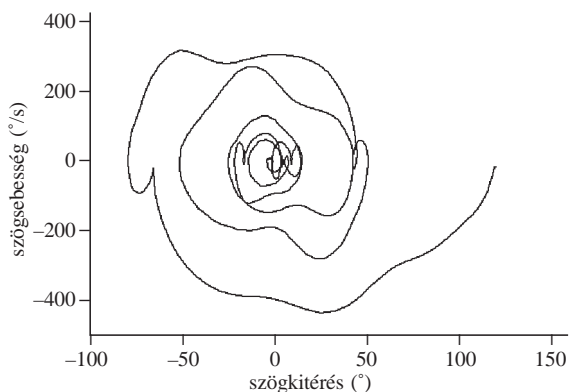




13. ábra. Az egyik mérés szögkitérés–idő grafikonja. Kezddőfeltételek: felső kar kitérése 120°, a két kar által bezárt szög 20°



14. ábra. A szögsebesség–idő grafikon, amit a szögkitérés–idő grafikon numerikus deriváltjaként kapunk



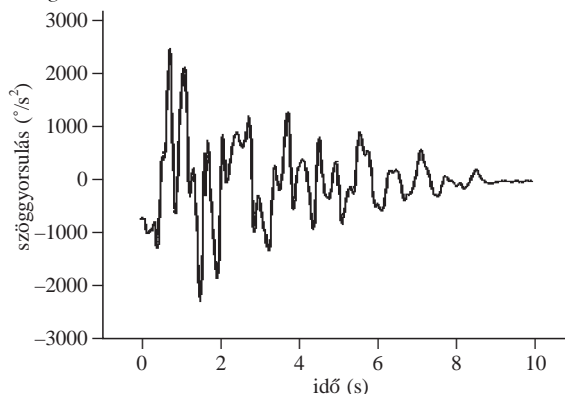
15. ábra. A felső kar mozgásának fázissíkbeli ábrája

szögkitérést) szolgáltatott az interfész (analóg input) egy-
 ségen keresztül a számítógépnek. A *Data Monitor for Windows* (Vernier) szoftver rögzítette a beállított idő-
 tartamon keresztül kapott jeleket. Az inga mozgásáról
 fényképeket és videofelvételt készítettünk. Az inga alsó
 végére világító LED-et szereltünk és a sötétben filmez-
 tük, illetve hosszú expozíciós idejű (3–5 s) felvételeket
 készítettünk. Ezekon kirajzolódott a mozgás valós tér-
 beli pályája. A 10.a–c ábrán ilyen felvételek láthatók az
 eredeti háttérrel, a 11.a–d ábrán az eredeti sötét hát-
 tere fehérre cseréltük. A mozgás valós térbeli pályáját
 még jobban szemlélteti a 12.a–d ábra. Ezekon a köríves
 vonal a két kar csuklójánál lévő vörös LED, a másik von-
 al az alsó kar végén lévő kék LED képe. A felvételek
 expozíciós ideje 6–10 s volt.

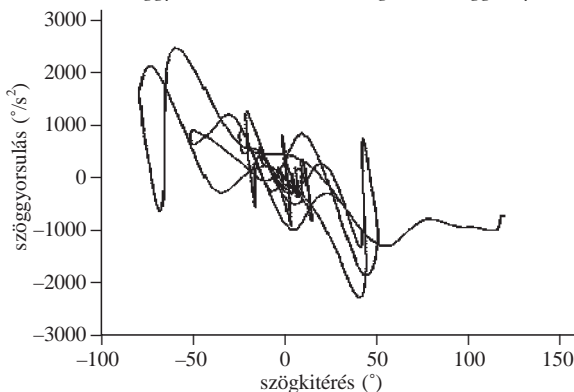
A mért adatok feldolgozása, elemzések

A mérések során kapott φ szögkitérés, t idő adatpárokat
 átmásoltuk egy matematikai programba (*Origin*), mely-
 nek segítségével grafikonon ábrázoltuk (13. ábra). Mivel
 az ábrázolt adatokra függvény nem illeszthető, így a vál-
 tozások jobb követésére elvégeztettük az adatokon a
 numerikus deriválást. Ily módon a ($\dot{\varphi} = \omega$) szögsebes-
 ség–idő grafikonhoz jutottunk (14. ábra). Újbóli numeri-
 kus deriválással kaptuk a forgatónyomatékra utaló ($M = I\beta$) β szöggyorsulás időbeli változását (16. ábra). A fellé-
 pő sűrűlódásra utal, hogy ugyanahhoz a kitéréshez más
 szöggyorsulások is tartoznak (17. ábra). Ábrázoltuk a
 felső kar mozgásának fázissíkbeli trajektóriáját, vagyis a
 szögsebesség (ω) – szögkitérés (φ) grafikont (15. ábra).

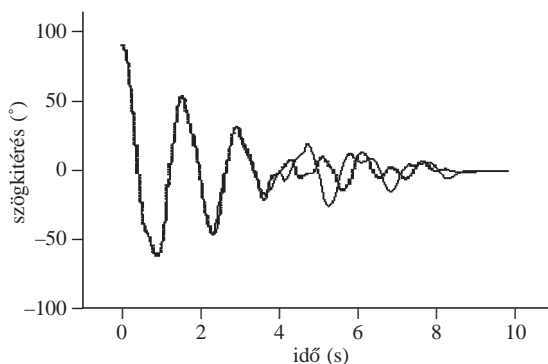
16. ábra. A szögkitérés–idő grafikon második deriváltja, a szöggyorsulás–idő grafikon

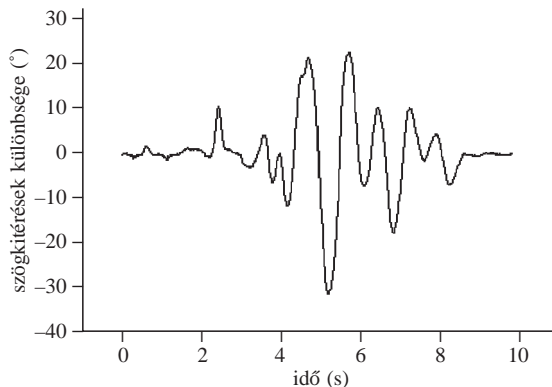


17. ábra. A szöggyorsulás ábrázolva a szögkitérés függvényében



18. ábra. Két közel azonos kezdőfeltételű mozgás szögkitérés–idő gra-
 fikonja

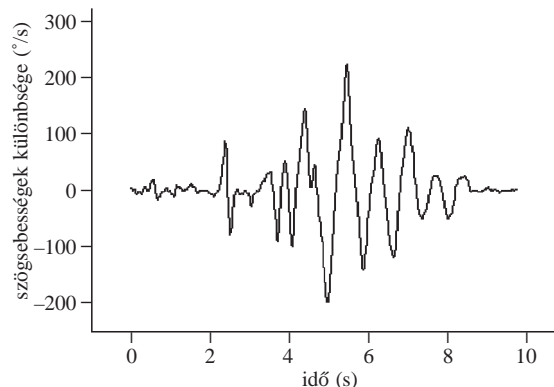




19. ábra. A két mozgás szögkitérés-különbségének változása

A megfigyelés célja az volt, hogy megvizsgáljuk a kezdeti feltételekre való érzékenységet, amely a kaotikus mozgások fő jellemzője. Ezért sok olyan mérést végeztünk, ahol megpróbáltuk reprodukálni az előzőleg beállított felső és alsó kar induló helyzetét. A kezdőfeltételekre való érzékenységet akartuk szemléltetni a két – ugyanolyan helyzetből indított – lengés szögkitérés grafikonjának egymásra másolásával is (18. ábra). Kiszámoltuk és ábrázoltuk a két mérés szögkitérés-különbségeit (19. ábra). Ha a két mozgás ugyanúgy játszódná le azonos (?) kezdőfeltételeknél, akkor minden érték nulla lenne, ahogyan az ábra elején és végén ez látszik is.

A hasonló kezdőfeltételű méréseket párosával összehasonlítottuk. Kiszámítottuk a két mozgás fázissíkbeli távolságának változását. Kezdetben a kaotikus jelleg miatt mozgások távolodnak egymástól, később a súrlódás miatt ugyanahhoz a fixpont attraktorhoz tartanak, ezért közelednek egymáshoz. A két fázissíkbeli pont közti távolságot a szögkitérések és a szögsebességek különbségéből (19. és 20. ábra) számoltuk ki Pitagorasz tételével. Az 1. táblázat második oszlopában az indítástól a két mozgás jelentős eltávolodásáig eltelt időt tüntettük fel. Itt a mozgás még előre jelezhető. A harmadik oszlopban ettől a pillanattól a két mozgás találkozásáig eltelt időt láthatjuk. Ez az idő több mint háromszorosa az előtte eltelt időnek. A fizikai kettősinga mozgását ezért tranziensen kaotikusnak mondhatjuk. Az inga összes energiája a súrlódás és közegellenállás miatt csökken. Ha pótolnánk az energiavesztéseket (külső gerjesztéssel), akkor a kialakuló mozgás állandósult, vagyis permanensen kaotikus lenne. A negyedik oszlop az eltávolodás mértékét jelző Ljapunov-exponensre tett becslésünket tartalmazza. Ezt úgy kaptuk, hogy a fázis-



20. ábra. A szögsebességek közti különbség változása

síkbeli távolság–idő grafikonok növekvő részére exponenciális függvényt illesztettünk (21. ábra). Ennek alakja: $Ae^{-\lambda t}$, ahol λ a Ljapunov-exponens.

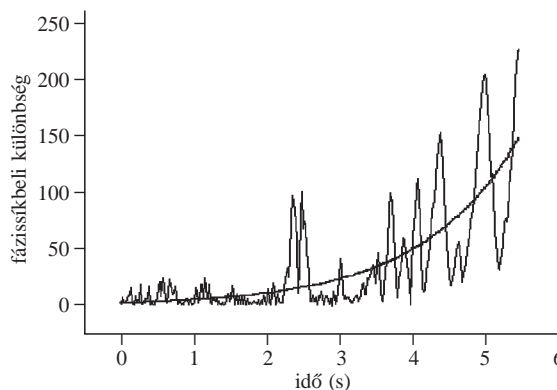
Továbbfejlesztési lehetőségek

Szeretnénk az inga alsó karjának mozgását is elemezni. Ehhez azonban új technikára van szükség (pl. vektorszópra). További feladat az inga súrlódásának csökkentése, esetlegesen különböző méretű karokkal való vizsgálódás. Megoldható az is, hogy az inga felfüggesztését periodikus gerjesztéssel mozgassuk. Szeretnénk az inga szimulációs programját is megírni, annak futtatási eredményeit összevetni a méréskor tapasztaltakkal. Ezek a feladatok új kihívásokat jelentenek a diákköri kutatómunkában.

Zárógondolatok

Vizsgálataink azt mutatják, hogy a káosz számtalan jelenségben megmutatkozik körülöttünk. Olyan közismert esetekben is, mint egy inga mozgása. Fontos lenne az ilyen jelenségek feltételeinek tanulmányozása, a folyamat leírása és dinamikájának megismerése. Amennyiben nem kívánatos a kaotikus viselkedés megjelenése egy rendszerben, meg kell találni a módját, hogy külső beavatkozásokkal a rendszert előre jelezhető mozgás felé tereljük, vagy legalább meg tudjuk mondani, hogy egy adott rendszer viselkedése milyen körülmények között válik kaoti-

21. ábra. A fázissíkbeli távolság exponenciálisan növekszik, ez kaotikus jellegre utal



1. táblázat			
Sorszám	Káosz előtti időtartam (s)	Káosz élettartama (s)	Exponens (λ)
1.	2,75	6,50	0,84
2.	1,50	7,50	1,49
3.	1,75	6,50	0,48
4.	2,00	6,50	0,38
5.	2,00	6,50	0,75
átlag	2,00	6,70	0,79

kussá. Úgy érezzük, hogy megfigyeléseinkkel megtettük az első lépéseket ebben az irányban. További feladatnak tekintjük a módszer tökéletesítését és a vizsgálati jelenségkör kiszélesítését.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetünket fejezzük ki a bajai Szent László Általános Művelődési Központ vezetésének, hogy munkánkhoz biztosították a szükséges eszközöket. Hálával tartozunk mentorunknak, *Tél Tamás*nak (ELTE, Elméleti Fizika Tanszék), aki a munkánk során sok hasznos tanácsot

és ötletet adott. Köszönjük a Mandelbrot Diákkör vezetőjének, *Jaloveczki* tanár úrnak a cikk megírásához és a mérés elvégzéséhez adott instrukcióit.

Irodalom

FOKASZ NIKOSZ: *Káosz és fraktálok* – Új Mandátum, 2000

HATVANI LÁSZLÓ, PINTÉR LAJOS: *Differenciálegyenletes modellek a középiskolában* – Polygon

JAMES GLEICK: *Káosz – Egy új tudomány születése* – Göncöl, 1999

TÉL TAMÁS, GRUIZ MÁRTON: *Kaotikus dinamika* – Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., 2002

TÉL TAMÁS: *A káosz természetrajza* – Természet Világa 129/9 (1998)

MINDENTUDÁS AZ ISKOLÁBAN

A KÁOSZ

Vannak közöttünk, akik gyakran hallják a kérdést: mi ez a káosz a szobádban? A hétköznapi szóhasználatban a káosz térbeli, statikus rendezetlenséget jelent. A modern tudomány szóhasználatban viszont a káosz a *mozgás* egy fajtája, mely az iskolában tanult mozgásokhoz képest szokatlan tulajdonságokkal rendelkezik. Meglepő módon ez a mozgásfajta mégis igen gyakori.

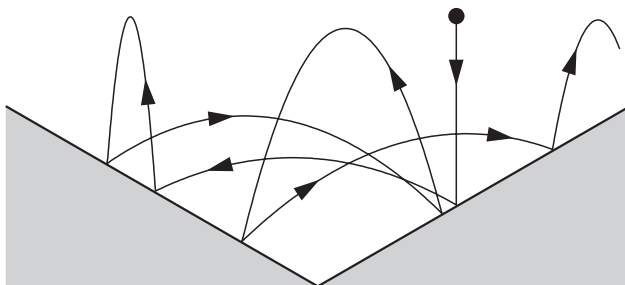
Az alábbi – az egyszerűség kedvéért a mechanika területéről vett – példák segítenek megérteni a jelenséget.

Egyszerű példák

Kettős lejtőn pattogó golyó

A kaotikus mozgást mutató rendszerek közül talán a legkézenfekvőbb a két szemben álló lejtő és a rajtuk pattogó rugalmas labda által alkotott rendszer (*1. ábra*). A mozgást tetszőleges hosszú ideig követve (a légellenállást elhanyagoljuk) sem találunk semmilyen szabályosságot, ismétlődést. A kaotikus viselkedés abból adódik, hogy a másik lejtőre való átugrás után a labda rendszerint nem pattan vissza oda, ahonnan jött. Így állandóan új helyzetek állnak elő, az azonos oldalon történő, egymás utáni ütközések száma pedig olyan típusú véletlen számsorozatot ad, mintha dobókockákkal állítottuk volna elő!

1. ábra. Két azonos dőlésszögű, szemben álló lejtőn tökéletesen rugalmasan pattogó golyó, légtüres térben.



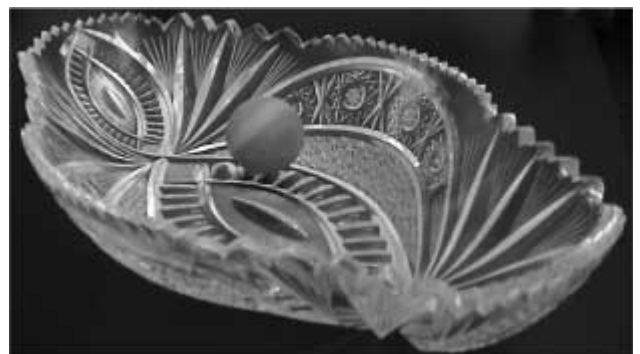
Golyó mozgása szabálytalan edényben

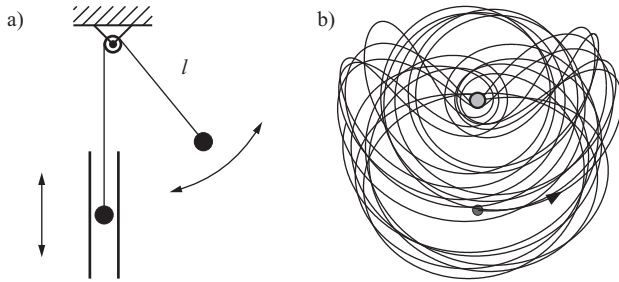
Amikor egy golyót szabálytalan alakú tálba helyezünk, akkor mozgása meglehetősen szabálytalan lesz, mielőtt az edény aljának valamely pontjában megnyugodna (*2. ábra*). A golyó megállása a súrlódás és a légellenállás következménye. Ha állandó energiabetáplálást biztosítunk, s a disszipálódott energiát pótoljuk (pl. az edényt vízszintes síkban lassan mozgó felületre helyezük), akkor ismét (tetszőlegesen) hosszú ideig tartó szabálytalan, kaotikus mozgást kapunk. A súrlódásmentes esetben a mozgást az edény falának alakja (mint potenciálgödör) határozza meg. Jól tudjuk, hogy szabályos, forgásszimmetrikus edényben (mely centrális potenciálnak felel meg) nem alakulhat ki szabálytalan mozgás, hiszen az impulzusnyomaték megmaradása miatt a pályák egyszerűek. A szabálytalan esettel kapcsolatos tapasztalatunk viszont azt mutatja: nem gömb alakú napok körül a bolygópályák kaotikusak is lehetnének!

Lengő ejtőgép

Tekintsünk egy kicsiny csigán átvetett fonállal összekötött két tömegpontot (*3. ábra*). A jól ismert középiskolai feladatban mindkét pont csak függőlegesen mozog-

2. ábra. Szabálytalan alakú tál és a benne mozgó golyó.





3. ábra. Csigán lengő test: két tömegpontot egy elhanyagolható sugarú csigán átvetett kóttel összekötünk, melyek közül az egyik síkban szabadon lenghet, míg a másik csak függőlegesen mozoghat (a). A lengő test térbeli pályája (b) (a kezdőhelyzetet egy fekete pont, a csigát egy kör jelöli).

hat, s egyenletesen gyorsuló mozgást végez (Atwood-féle ejtőgép). Most azonban megengedjük az egyik tömegpont függőleges síkban való kilengését is (az egyszerűség kedvéért mindig feszes fonállal). A csak függőleges elmozdulást lehetővé tevő hagyományos elrendezésben a nehezebb tömeg mindig lehúzza a könnyebbet, viszont az általánosított esetben sokkal érdekesebb a helyzet. Ha ugyanis oldalirányban elegendően meglökjük a lengésre képes testet, akkor – még ha a másik tömegpont nehezebb is, és lefelé mozog – az egyre rövidülő lengő fonálon a könnyebb test többször átfordul a csiga körül, egyre jobban bepörög, s ezzel képessé válik arra, hogy a nehezebbet visszahúzza. Így hosszú ideig tartó, bonyolult kaotikus mozgás jöhet létre. A kilengésre képes test pályáját a 3.b ábra mutatja.

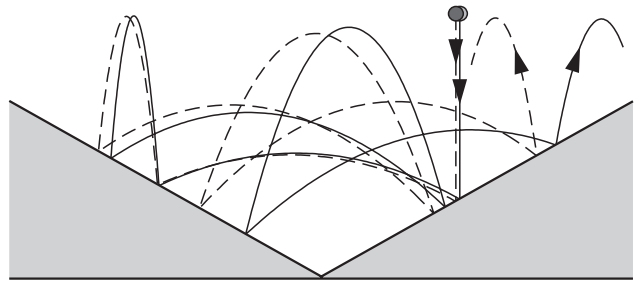
Rezgő lemezen pattogó golyó

Tekintsünk egy időben szinuszosan fel-le mozgó vízszintes lapon, például rezgő hangszórólemezen, függőlegesen pattogó kisméretű golyót. A lemez rezgése periodikus, a lemezzel való ütközés azonban már nem feltétlenül az. A kaotikus viselkedést az okozza, hogy a golyó repülési ideje általában nem azonos a lemez periódusidejével, így az ütközések mindig különböző fázisokban követik egymást.

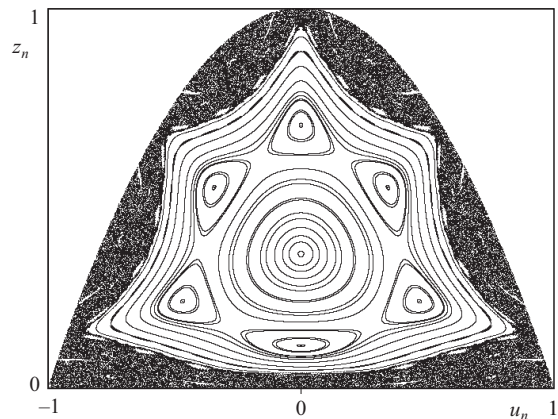
A káosz jellemzői

A példánk eddig a kaotikus mozgás egyetlen tulajdonságát hangsúlyozták: a szabálytalan időbeli viselkedést. Mindegyik esetben megfigyelhető azonban, hogy ez a vonás mindig együtt jár két további szokatlan tulajdonsággal is. Az egyik az, hogy a két közeli pontból induló mozgás rövid idő után erősen különbözővé válik: a kis kezdeti különbségek drasztikus későbbi különbségre vezetnek! Ennek megfelelően a két, azonos magasságból egymás mellett leejtett golyó kaotikus mozgása is gyorsan szétválik (4. ábra). A kaotikus mozgás ezért hosszú távon előre jelezhetetlen.

Amennyiben a lehetséges mozgások összességéről áttekintő képet kívánunk kapni, érdemes bizonyos mintavételezést alkalmazni. A golyók esetében például úgy, hogy az n -edik ütközés pillanatában ábrázoljuk az elpattanási sebesség két komponensét a sík egy pontjaként (5. ábra). Így – a megfelelő ábrázolás segítségével – vilá-



4. ábra. A kettős lejtő fölött közel azonos kezdőhelyzetből leejtett golyók pályája. A mozgás érzékeny a kezdőfeltételre (a végső fázisban a sebességek vízszintes komponense már ellenkező előjelű) és ezért előre jelezhetetlen.

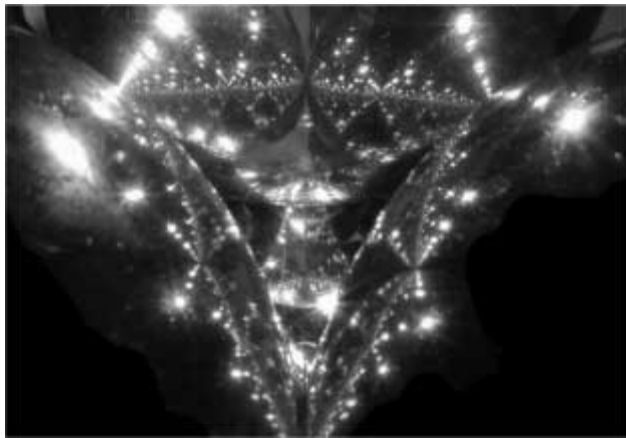


5. ábra. A kettős lejtőn pattogó golyó lehetséges mozgásainak képe adott összenergia mellett olyan ábrázolásban, ahol a vízszintes tengelyre az elpattanási sebesség u_n lejtővel párhuzamos komponensét, a függőlegesre pedig a lejtőre merőleges komponens z_n négyzetét mérjük fel. A pöttyözött tartományok kaotikus mozgást jeleznek. Ezeket ellipsziszszerű rajzolatok szakítják meg, melyek szabályos mozgásra vezetők kezdőfeltételekhez tartoznak. A lejtők dőlésszöge 73° , s harminc különböző kezdőfeltételből indítottunk mozgást.

gossá válik, hogy a káosz mégsem a teljes rendezetlenség, hanem határozott struktúrával rendelkező bonyolult mozgás. Ezt az újfajta struktúrát – melynek léte a másik „szokatlan” tulajdonság – *fraktálszerkezetnek* nevezzük.

Káosz a hétköznapi életben

Mint példánk sejtetik, a káosz számos hétköznapi jelenséggel kapcsolatos, melyeket itt csak röviden említünk. Kaotikus folyamat például a flipperautomata golyójának mozgása, a hulló falevel esése szélmentes időben, vagy a rádió begerjedése is. A térszórás során a kezdetben adott helyre koncentrált anyagok (tojás, só, cukor stb.) rövid idő alatt az egész térszórásban nagyjából egyenletesen oszlanak el. E mögött az rejlik, hogy a sodrás és nyújtás során minden egyes részecske kaotikus mozgást végez. (Azaz, ha a szabályos, periodikus hajtogatások során egyetlen részecskére szegeznénk a tekintetünket, akkor annak mozgásában semmilyen szabályosságot sem találunk.) A festékek keveredése és a környezetszennyezést okozó részecskék szétterjedése is kaotikus folyamat. A káosz szerepel számos műszaki jelenségben, például a kerekek és szerszámgépelemek berezgésében, a vontatott pótkocsik kilengésében. A pótkocsi-szerelvénnyek országúti vontatása ezért tilos számos országban.



6. ábra. Tükröződő karácsonyfagömbök. A négy gömb érintkezik, középpontjaik egy tetraéder csúcsain helyezkednek el. A képen a vaku villanásának visszaverődési mintázata látható.

A FIZIKA ÉVE HÍREI

A FIZIKA ÉVE ÉS A MAGYAR TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ FILM

Négy éve több mint 40 ország fizikai társulata együttesen javaslatot tett arra, hogy 2005 legyen a Fizika Éve (*World Year of Physics*, WYP 2005). A kezdeményezést számos más nemzetközi egyesület, többek között az Európai Fizikai Társulat (EPS), a IUPAP (*International Union of Pure and Applied Physics*) is egyhangú döntéssel támogatta, végül 2003 novemberében az UNESCO Konferenciájának 32. ülészakán hozott határozat alapján 2005-öt a Fizika Événél nyilvánította.

Miért éppen 2005? – tehetnénk fel a kérdést. Nos, az idén van éppen 100 éve annak, hogy *Albert Einstein* 1905-ben, 26 éves korában közölt három cikkével forradalmasította a klasszikus fizikát, és ezzel megindította a modern fizika diadalmas és hihetetlenül gyors fejlődését a XX. században. Csak a teljesség kedvéért érdemes itt megemlíteni, hogy egyik cikkében a Brown-féle mozgás tárgyalásával közvetve az atomok létezését bizonyította, egy másik cikkében írta le a speciális relativitás elméletét, egy harmadik cikkében pedig a Planck-féle kvantumhipotézis segítségével megadta a fényelektromos effektus magyarázatát (ez utóbbi munkájáért jutalmazták 1921-ben a Nobel-díjjal).

A Fizika Événél világszerte ünnepi konferenciákat, előadásokat és egyéb rendezvényeket szerveznek, amelyek célja a fizika diadalmas útját áttekinteni és megismertetni, valamint a nagyközönségben tudatosítani, hogy a modern társadalom élete elképzelhetetlen a tudományok, köztük a fizika eredményeinek hasznosítása nélkül. Hazánkban az Eötvös Loránd Fizikai Társulat és a Magyar Tudományos Akadémia szervezésében ünnepeljük a Fizika Évét, amelynek hazai jelszava: „*Nem élbelünk fizika nélkül!*”

A Fizika Éve különféle rendezvényeihez hozzájárul a Magyar Mozgóképi Közalapítvány (MMAK) is a maga sajátos lehetőségeivel. Néhány éve az MMAK támogatásával kétrészes portréfilm készült *Simonyi Károly* akadémikusról, amelynek a második része Simonyi professzor monumentális műve, *A fizika kultúrtörténete* keletkezésének körülményeivel, a tudomány és kultúra egységével és más, alapvető fontosságú kérdésekkel ismerteti meg a nézőt. Az év folyamán elkészül még két fontos, a fizika aktuális kérdéssel foglalkozó tudományos ismeretterjesztő film is.

Az egyikben megismerhetjük a világhírű „szegedi lézerek”, azaz a Szegedi Tudományegyetemen a *Bor Zsolt* akadémikus vezetésével dolgozó kutatócsoport, valamint a Szegedi Biológiai Kutatóközpont Biofizikai Intézetének igazgatója, *Ormos Pál* akadémikus kutatócsoportja eredményeit, valamint a lézerek modern alkalmazásait mind a sejtbiológia és orvostudomány, mind pedig a korszerű technika terén.

Négy érintkező karácsonyfadísz esetén nem golyók, hanem fénysugarak verődnek vissza (többször is) sima felületekről, mielőtt szemünkbe jutnak. A karácsonyfagömbök egymáson való tükröződésének érdekes fraktálképei (6. ábra) tehát a fénysugarak kaotikus „pattogásának” hétköznapi életben is megfigyelhető következményei.

A káosz előfordul bizonyos kémiai reakciók időbeli színváltozásaiban, biológiai jelenségekben (pl. egyes járványok váratlan felbukkanásában), és jóval nagyobb léptékben, például a Naprendszer alkotóelemeinek mozgásában is. Kevésbé ismert, hogy amikor az augusztusi éjszakákon hullócsillagok jelennek meg az égbolton, kisméretű aszteroidák kaotikus mozgásának végső fázisát látjuk.

Gruiz Márton, Tél Tamás
ELTE Elméleti Fizikai Tanszék

A másik filmben, amelynek kissé hangzatos előzetes címe *Ősrobbanás a laboratóriumban*, a relativisztikus nehézion-fizika terén folyó kísérleti munkával ismerteti meg a nézőt. Az óriási energiával összeütköző nehéz atommagok az ütközés során összeolvadnak, a feltevések szerint úgynevezett „kvark–gluon plazma” jön létre, amely tulajdonságait tekintve igen hasonló az anyag ősrobbanás utáni igen korai állapotával. A kérdések vizsgálata igen jelentős új ismeretekhez vezethet mind az asztrofizika, mind pedig a kozmológia terén. Az eddigi forgatások során a forgatócsoportnak sikerült elsőként a világon bejutni az amerikai Brookhaven Nemzeti Laboratórium óriási gyorsítójának belsejébe, mind pedig eljutni a genfi Európai Atommagkutató Központ gyorsítólaboratóriumaiba. Az MMAK e három film elkészítésének támogatásával jelentősen hozzájárul a Fizika Événél méltó megünnepléséhez.

Sokakban felmerülhet a kérdés, mi köze a filmnek a tudományhoz, szükség van-e tudományos ismeretterjesztő filmekre a játékfilmek mellett? Az elmúlt évtized gyors társadalmi változásainak közepette kétségtelenül megváltozott a hazai mozikultúra. A hagyományos filmszínházakat lassan kiszorítják a multiplexek és a pattogatott kukorica. Ez önmagában még nem lenne baj, ha a magasabb műszaki színvonal (ez is a fizikának köszönhető!) magasabb művészi színvonallal is együtt járna. Az akciófilmek áradata mellett eltűntek a kisfilmek, rajzfilmek, animációs filmek, és közöttük az ismeretterjesztő, a népszerű–tudományos filmek is. Ez a folyamat azonban nem volt szükségszerű, hiszen ma is komoly igény van a művészfilmekre és a kisfilmekre. Érdekes megjegyezni, hogy az Egyesült Államokban a multiplex uralkodásának sok évtizede után az egyetemi campusokon országsszerte léteznek filmklubok, amelyek telt házak mellett játszanak tudományos ismeretterjesztő filmeket a jövő értelmiségének – de nem csak azoknak, hiszen oda bárkinek szabad a bejárás.

A fenti konkrét kérdésre válaszolva: köztudomású, hogy a vizuális információ mennyire hatékony eszköze az ismeretek közlésének és átadásának. Ma már mindennapos dolog, hogy a hagyományos információs csatornák a multimédia eszközeivel kiegészülve milyen mérhetetlen mennyiségű ismeretanyagot képesek tárolni és szükség szerint rendelkezésre bocsátani. Ebből a szempontból nézve a film a hatékony ismeretterjesztés alapvető fontosságú eszköze.

Hangsúlyozni kell azonban, hogy a film szerepe nem csupán a pusztán képi illusztráció. A filmművészet sajátos eszközei lehetővé teszik, hogy az átadandó ismeretanyag felsorakoztatása mellett valami

minőségileg új dolog keletkezzék, a film alkotója a közvetített információt olyan új tartalommal, új hangsúlyokkal képes kiegészíteni, amelyek jóval többet mondanak, mint egy kivetített ábra vagy egy időben lezajló folyamatot leképező mozgóképek.

Néhány éve az (akkor még működő) MTA Ismeretterjesztő Bizottsága ülészakot szervezett a közös úrrállomás projekt megindítása alkalmából. A meghívott előadók között szerepelt a lengyel és az osztrák űrhajós is, akik jelenléte miatt nagyszámú, főleg fiatal közönség gyűlt össze. A különféle, a témával kapcsolatos tudományos előadások érthetően nem hozták lázba a közönséget, mindenki az űrhajósokra volt kíváncsi. A lengyel űrhajós orosz nyelvű előadása a tolmácsolás miatt egyrészt nélkülözte az elvárt személyes kapcsolatteremtést, másrészt olyan élményekről igyekezett beszámolni, amelyek a verbális kommunikáció eszközeivel nem igazán közvetíthetők.

Az osztrák űrhajós előadása jelentette az igazi élményt, mivel egy 20–25 perces videofilmet hozott magával, amely nemcsak hihetetlenül érdekes volt témája miatt, hanem a kérdéseknek elébe menve képi úton

adott választ a csak éppen megfogalmazódó, vagy fel sem tett kérdésekre. A film alkotói ezenkívül finom humorral mutatták be a súlytalanság állapotának különféle, egészen hétköznapi problémáit, valamint az űrutazás élményei és az osztrák űrhajós ünnepélyes fogadására összegyűlt magas személyiségek apró emberi megnyilvánulásai közti megfokozott és éppen ezért megmosolyogtató ellentétet. A film vetítését az osztrák űrhajós angol nyelvű kommentárja kísérte, amelyet a tolmácsnak nem sikerült követnie. Igen érdekes volt azonban, hogy – bár a hallgatóság nagy része az angol szöveget nem értette – a film áthidalta a nyelvi szakadékat, a közönség reagálása pontosan olyan volt, mint ha értette volna a szintén humoros verbális kiegészítést!

A Fizika Évében köszönet illeti az MMKA-t a tudományos ismeretterjesztésben nyújtott segítségéért. A Fizika Éve szlogenjét kiegészítve jogosan mondhatjuk tehát: *Nem élbetünk fizika és batékony tudományos ismeretterjesztés nélkül!* Ennek pedig fontos eszköze a mozgóképek!

Bencze Gyula

Tudományos Ismeretterjesztő Film Szakkollégium

LEVÉL A SZERKESZTŐHÖZ

Tisztelt Szerkesztő Úr!

Nagy örömmel vettem kézbe a *Fizikai Szemle* 2005/1. számát, és örömmel olvasgatom a cikkeket. Élvezem, hogy ezúttal – kémikus létemre is – minden cikket megértek, mondanivalójukkal pedig egyet is értek. Talán ezért is veszem magamnak a bátorságot, hogy egy-két kis észrevételt tegyek az érvelések erősítése kedvéért.

1) *Bencze Gyula* cikkében az 1905-ös év kiválasztásának indoklását erősítené két egyszerű egyenlet felírása: *Einstein* első cikkének illusztrálása az $\epsilon = hv = hc/\lambda$ képlettel, illetve a másodiké a legendás $E = mc^2$ -tel. (Ugyanezt hiányoltam *Szabó Gábor* professzor előadásából, illetve egy hallgató kérdésére adott válaszából a Mindentudás Egyetemén.) Ezeket a képleteket minden olvasó, illetve hallgató megérti, ha megkapja egyszerű magyarázatukat. Több mint feltűnő az egyenletek egyszerűsége és a cikkek címeinek nyakatekertsége (netán ködösítése?) közti ellentét. Ennek oka lehet a huszonéves szabadalmi vizsgáló szerző szerénysége, de egy esetlegesen túl konzervatív szerkesztő figyelmének elaltatására irányuló szándék is.

Személyes élményem volt például az $\epsilon = hv$ képlet egyszerűsége, amikor megismertem a Compton-szórás alapképletének levezetését, amelyben mind a fotont, mind az elektront egymással rugalmasan ütköző testeknek (kvázi biliárdgolyóknak) tekintjük, de az impulzusok relativisztikus sebességfüggésének figyelembe vételével!

2) Óva intenek minden cikkíró és előadót attól, hogy a *Fizika Éve* alkalmából a fizika társadalmi szerepét egyértelmű diadalmenetnek mutassák be, és elhallgassák a problémákat. Egy *Churchill*-nek tulajdonított mondat szerint a demokrácia a legjobb módszer azoknak a prob-

lémáknak a megoldására, amelyeket ő maga okozott. Ugyanezt mondják mások a házasság intézményére, és ez áll a fizikára (tágabb értelemben a tudományokra és a tudományos gondolkodásra) is. Megint az általam is kitűnőnek tartott Mindentudás Egyeteméről veszek egy negatív példát: a világhálóról tartott előadást hallgatva 40 percig vártam arra, hogy az előadó legalább célzást tegyen azokra a kínos web-, net-ügyekre, (pl. a vírusok) amelyekkel a sajtó és a média napról napra foglalkozik. Hiába vártam, végig tartott a „diadalmenet”.

3) Visszatérve a *Fizikai Szemlé*hez, megemlíteném *Berényi Dénes* akadémikus, főszerkesztő bevezetőjének egy szavát, amelyik, szerintem, tollbotlás. Ez a szó az „elhanyagolható” az elektromágneses spektrum ama kis részére vonatkoztatva, amelyet érzékelni tudunk mi, emberek. Ez a rész méterben, hertzben igen kicsi, de nem elhanyagolható. A fizika törekvéseinek jó része irányult és irányul arra, hogy a spektrum túlnyomó részében zajló történéseket transzformálja amaz igen kis résztartományra, és így láthatóvá és kutathatóvá tegye.

4) A főszerkesztő idézi cikkében *Vámos Tibor* akadémikus következő mondatát: „Az informatika valójában alkalmazott tudomány, máig is teremtő anyja a fizika és a kémia.” A mondatot felolvasom feleségemnek a következő kérdéssel megtoldva: „És hol maradt a matematika?” Spontán jött a válasz: „Hát ő az apa.”

Szerkesztő Úr, elnézését kérem kéretlen észrevételeimért, de nagyon szeretném, ha a *Fizika Éve* minél sikeresebb lenne a tudománytalansággal és az áltudományokkal szembeni küzdelemben.

Tisztelettel:

Hajdu Ferenc,

a kémiai tud. kandidátusa

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@mtesz.hu

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

Kéziratokat nem őrzünk 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 egyszerűsített számlán.

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

HU ISSN 0015-3257