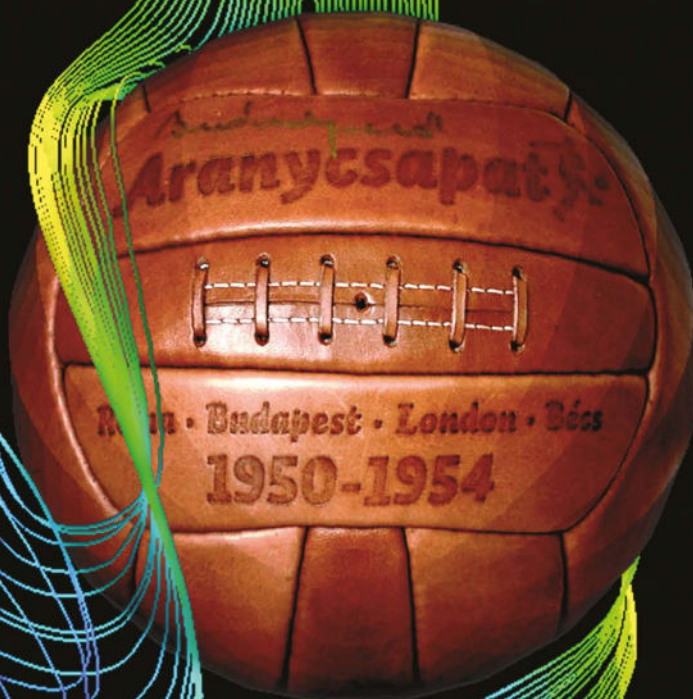
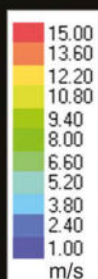


fizikai szemle

Kutatók Éjszakája



Öveges tanár úr
utódai

A sportlabdák
fizikája

2026/2

nka

Fizikai Szemle

MAGYAR FIZIKAI FOLYÓIRAT

A Matematikai és Természettudományi Értesítőt az Akadémia 1882-ben indította
A Matematikai és Fizikai Lapokat Eötvös Loránd 1891-ben alapította

SZERKESZTŐSÉG

Felelős szerkesztő: Iglói Ferenc főszerkesztő

Olasz szerkesztő: Bodrog Zoltán

Technikai szerkesztő: Hock Gábor

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Asbóth János, Biró László Péter, Csengeri
Kamilla, Czitrovsky Aladár, Gyürky György,
Horváth Dezső, Horváth Gábor, Jármai-Szabó
Ferenc, Kiss Ádám, Kopasz Katalin, Neda Zoltán,
Ormos Pál, Pálfalvi László, Pásztor Gabriella,
Sándor Bulcsú, Simon Ferenc, Simon Péter,
Sódor Ádám, Sükösd Csaba, Szabó Gábor,
Takács Gábor, Trócsányi Zoltán, Ujvári Sándor

A beküldött tudományos, ismeretterjesztő és
fizikatanítási cikkek a Szerkesztőbizottság, illetve
az általa felkért, a témában elismert szakértő
jóváhagyó véleménye után jelenhetnek meg.

Kiadja és terjeszti az Eötvös Loránd Fizikai Társulat,
1092 Budapest, Ráday utca 18. földszint III.

Telefon/fax: (1) 201-8682

Felelős kiadó: Újfalussy Balázs főtítkár

A Társulat és a folyóirat honlapja:

<http://fizikaizsemla.elft.hu>,

e-postacíme: elft@elft.hu

A folyóirat szerkesztőségi e-mail címe:

fsz_szerkesztok@elft.hu. A lapba szánt írásokat erre
a címre kérjük. Kéziratokat nem őrzünk meg és nem
küldünk vissza. A szerzőknek tiszteletpéldányt küldünk.



Nyomdai előkészítés: Hock Gábor. *Nyomdai
munkálatok:* OOK-PRESS Kft., *felelős vezető:*

Szathmáry Attila ügyvezető igazgató.
Előfizethető a Társulatnál vagy postautalványon a
10200830-32310274-00000000 számú egyszámlán.
Az egyes számok ára: 2000,- Ft (a dupla számoké
4000,- Ft) + postaköltség.

HU ISSN 0015-3257 (nyomtatott)

HU ISSN 1588-0540 (online)

A lapot az MTA Magyar Tudományos Művek Tára
(MTMT) archiválja



A címlapon:

*Kutatók Éjszakája – A sportlabdák fizikája.
Lásd Nagy Anett írását az 59. oldalon*

TARTALOM

KUTATÓK ÉJSZAKÁJA – ELŐADÁSOK A FIZIKA TANÍTÁSÁRÓL

Vendégszerkesztő: Radnóti Katalin

Radnóti Katalin: Miért érdemes fizikát tanítani? – Vendégszerkesztői előszó 37
Radnóti Katalin, Schramek Anikó, Schnider Dorottya: Beszélgetés a fizikaoktatás
lehetőségei jövőjéről 39

Jarosievtz Beáta: Kutatók Éjszakája – a fizika népszerűsítése, tehetség-
gondozás, 3 éves kortól, informálisan „Öveges tanár úr utódai”
fizikatanárokkal és sztárokkal 43

Pántyáné Kuzder Mária: A fizika érdekes, látványos, meglepő kísérletei 47

Filep Otília: Erőhatások – kísérletek saját készítésű eszközökkel 50

Hasznosi Tamásné: Tartsunk egyensúlyt! – A Csodák Tanodája Csapat
szereplése a Kutatók Éjszakáján 52

Kilián Balázsné Raics Katalin: Színek, fények, energiaátmenetek 55

Nagy Anett: A sportlabdák fizikája 59

Szeidemann Ákos: Látható és láthatatlan, egy színpadi kísérletbemutató
története 62

Nagy Tibor, Nagyné Bíró Kornélia: Nyomással kapcsolatos kísérletek 65

MEGEMLÉKEZÉS

Ujvári Sándor: „Egyet jegyezzenek meg: minden fizika!” 68

KÖNYVESPOLC

Radnóti Katalin: Sean Carroll: „Tér, Idő, Mozgás. Az Univerzum
legfontosabb elméletei 1.” 69

PÁLYÁZATI FELHÍVÁS

Jelölési és pályázati felhívás az Eötvös Loránd Fizikai Társulat
kitüntető érmeire, valamint felsőoktatási és tudományos díjaira 71

A számítógépes szimuláció a címlapon: a 2 Hz-cel forgó labdára 10 m/s sebességű
levegőáram érzékel. Az eltérő levegő sebességét a színskála m/s-ban mutatja.

(Dr. Stonawski Tamás és Stonawski Benjamin munkája)

~ ~ ~ ~ ~

RESEARCHERS' NIGHT – LECTURES ON TEACHING PHYSICS

K. Radnóti: Why is it worth teaching physics? – Introduction

K. Radnóti, A. Schramek, D. Schnider: A discussion about the possible future
of physics education

B. Jarosievtz: Researchers' Night – popularization of physics, care of talent,
from 3 years old, informally with physics teachers and stars, the “Successors
of Teacher Öveges”

M. Pántyáné Kuzder: Interesting, spectacular, surprising experiments in physics

O. Filep: Force effects – experiments with homemade devices

T. Hasznosi: Let's keep balance! - The School of Wonders Team's performance
at the Researchers' Night

K. Kilián Raics: Colors, lights, energy transitions

A. Nagy: The physics of sports balls

Á. Szeidemann: Visible and invisible, the story of an experimental stage
performance

T. Nagy Tibor, K. Nagyné Bíró: Pressure-related experiments

COMMEMORATION

S. Ujvári: “Remember one thing: everything is physics!”

BOOKREVIEW

K. Radnóti: Sean Carroll: „The Biggest Ideas in the Universe: Space, Time,
and Motion”

CALL FOR APPLICATIONS

*Call for nominations and applications for the medals of distinction of the Roland
Eötvös Physical Society and for its higher education and scientific awards*

Fizikai Szemle

MAGYAR FIZIKAI FOLYÓIRAT

megjelenését támogatják:



KULTURÁLIS ÉS
INNOVÁCIÓS
MINISZTERIUM

nka
Nemzeti Kulturális Alap



MIÉRT ÉRDEMES FIZIKÁT TANÍTANI?

Radnóti Katalin
nyug. főiskolai tanár, kandidátus
E-mail: rad8012@helka.iif.hu

A fizikatanítás széles körű feladatai közül kiemelendők a következők: a tudományos megismerési folyamat bemutatása, a természettudományos gondolkodás fejlesztése, a jelenségekről, folyamatokról matematikailag leírható modellek alkotása, kvantitatív előrejelzések megfogalmazása, a modern technika fizikai alapjainak megismertetése, a fizika eredményeinek felhasználása napjaink kihívásainak (például energiakérdés, közlekedési, környezetvédelmi problémák) megoldásában. Betekintést nyújt a fizika és más természettudományok (például kémia, biológia, orvostudomány, geológia) közötti kapcsolatokba, és fontos szerepe van a tudományhoz való viszony formálásában is.

A diákok gondolkodásának fejlesztése a fizikaórákon

A fizikatanításban számos lehetőség adódik a diákok gondolkodási képességeinek fejlesztésére. A konzerváció mint gondolkodási művelet az energia és a lendület megmaradásával, illetve a töltésmegmaradással kapcsolatos számításos feladatokban, valamint a jelenségek magyarázataiban jelenik meg.

Gyakorlati a fizikában az összehasonlítást kérő feladatok. Ezek lehetnek számításos feladatok, de kérhetjük a diákokat arra is, hogy egy feladat megoldása során a kapott eredményt vessék össze a tapasztalattal vagy az előzetesen becsült értékkel, hogy kiderüljön, reális-e a kapott eredmény. Ellenőrizzék, hogy megengedhető-e a feladat megoldása során, a jelenség magyarázatához feltételezett elhanyagolások.

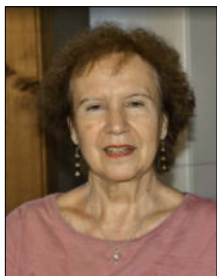
A fizika jó lehetőséget ad az ok-okozati összefüggések megmutatására. Lényeges gondolkodásfejlesztő hatásuk van az úgynevezett logikai láncoknak. Ilyen például az elektron vagy bármely elemi részecske tömegének meghatározása, de az égitestek tömegének, távolságának meghatározása is. Ezekben az esetekben a mennyiségeket nem tudjuk közvetlenül megmérni. Egyéb mennyi-

ségeket mérünk meg, majd azokból és a felismert törvények matematikai megfogalmazásával, matematikai átalakítások segítségével számítjuk az előbb említett mennyiségeket. Ide sorolhatók a többlépéses számításos feladatok is.

A kvantitatív jelleg, a matematikai eszközök felhasználása a fizikatudomány jellegzetessége. A különböző számítást igénylő feladatok megoldása során fejlődhet a diákok arányossági gondolkodása. A fizikai törvények jelentős része függvénykapcsolat. Fontos a függvények ábrázolása – például a mérési eredmények megjelenítése –, azok elemzése, illetve az éppen szükséges adatok kikeresése további elemzésekhez [1].

A magasabb rendű gondolkodási képességek komplexek, gyakran egyszerűbb gondolkodási képességekből szerveződnek, amelyek fejlesztésére sok lehetőség nyílik a fizikatanítás során. Ebbe a csoportba sorolható például az analógiás gondolkodás, amelynek során a diákok kapcsolatot építenek ki a már ismert és megértett (forrás-) és az új (cél-) szituációk, struktúrák, viszonyok között – hogy az új dolgokat megértsék. A fizika jellegzetes munkamódszere a modellalkotás, amely az analógia egyik fajtája. Ide tartozik egy-egy jelenség vizsgálata, magyarázata során a lényeges momentumok kiválasztása, a lényegtelennek ítélt elhanyagolása, illetve a pontosabb leírásoknál azok fokozatos figyelembevétele. Például a mozgások vizsgálatakor számtalan esetben hanyagoljuk el első közelítésben a súrlódást, közegellenállást.

A kritikai gondolkodás számos gondolkodási képesség együttese, nehezen körülhatárolható képesség, amely inkább egyfajta hozzáállást, szemléletmódot jelent. Ilyen például az energia felhasználásával, előállításával kapcsolatos kérdések köre. A fizika és a többi természettudomány nem önállóan létezik, hanem társadalmi közegbe ágyazottan. Gondoljunk például arra, hogy a globális felmelegedés, az atomerőművek alkalmazása stb. nemcsak műszaki, tudományos kérdéseket, hanem nagy tömegeket, illetve az emberiséget érintő társadalmi és etikai problémákat is felvet. Az új szemléletű természettudományos oktatásban, amely minden leendő állampolgárnak, és nem csak a természettudományok területén továbbtanuló diáknak szól, a fő cél a társadalmi összefüggésekben értelmezett tudomány megismertetése. A tanulás során ezért fontos szerepet kap az információk keresése, szelektálása, értékelése, a bizonyítékokra alapozott érvek gyűjtése és felhasználása, valamint a különböző szempontok figyelembevétele és értékelése a következtetések levonásánál, a problémák megoldásakor. A diákok jövőbeli döntéseiket tényekre és ne különböző vélekedésekre alapozva hozzák meg!



Radnóti Katalin egyetemi diplomáját az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar (ELTE TTK) kémia-fizika tanári szakán szerezte 1981-ben. „Lézer a középiskolában” címmel írta meg egyetemi doktori értekezését 1985-ben. 1990-ig a Kölcsey Ferenc Gimnázium tanára volt. 1990-től az ELTE TTK Fizika Tanszékén kezdett dolgozni. Az oktatási feladatok mellett kandidátusi fokozatot szerzett 1994-ben. 1995-től a Magyar Tudományos Akadémia Köztisztületének tagja. Évente 4-5 hallgató szakdolgozati munkáját irányította. Több mint 200 szakmai publikációja jelent meg, közöttük tanári segédletek, fakultatív tankönyv-kiegészítők, példatárak és tanulmányok. 2023-tól nyugdíjas.

Miért nehéz tantárgy a fizika?

Miért nehéz tanítani?

„A felidézést a séma irányítja, a sémák közül pedig a legkitüntetettebb az elbeszélő séma. Úgy tűnik, hogy történeteket sokkal könnyebb felidézni, mint például tájleírásokat.” [2].

Pléh Csaba fentebb idézett gondolatait kiterjesztve folytathatjuk tovább a példák sorát, hogy a levezetések, matematikai tételek, fizikai és kémiai ismeretrendszerek, melyek leírásokból és szigorúan következetes jelrendszereket használva, sokszor matematikai formában megfogalmazott törvényekből, magyarázatokból állnak, sokkal nehezebbek, nehezebben tanulhatók, mint például egy elbeszélést, egy regény cselekményét, vagy emberek történeteit, emberi sorsokat megismerni, megtanulni.

A fizika tudománya a jelenségek leírása és magyarázata céljából egymásra épülő fogalmi rendszert alkotott. Például a sebességfogalom ismerete nélkül nem érthető meg a gyorsulás, majd a gyorsulás okaként bevezetendő erő fogalma. Sok logikai lánc nyomon követése szükséges egy-egy jelenség, az azt jellemző mérési utasítások és az azokhoz kapcsolódó matematikai leírás megértéséhez. A matematizálás előtt el kell döntenie, hogy mi a jelenség lényegi vonása, mit lehet elhanyagolni, hogy lehet azt modellezni. Majd miként lehet a modellt továbbfejleszteni. Például a szabadesés vizsgálatakor elhanyagoljuk a közegellenállást. De ha nagy magasságból esik a test, akkor ez nem tehető meg.

A fizika tanulása többszörös transzfert kíván meg a tanulóktól a matematika eszközzrendszerének használatával. A mérési eredmények alapján sokszor kell különböző számításokat elvégezni, mivel sok fizikai mennyiség nem mérhető meg közvetlenül. Ilyen esetekben a problémát át kell helyezni, transzferálni a matematikába, majd elvégezni a számítást, és azt követően visszatérni a jelenséghez, vizsgálni a kapott eredmény realitását, értelmezni azt, amely újabb transzfert jelent. Más betűjeleket is használ a fizika, nem egyszerűen x -et és y -t, amelyeknek konkrét is jelentést ad.

Sok évtizedes tapasztalatom, hogy a szükséges matematikai apparátus általában sosem állt a diákok rendelkezésére akkor, amikor az a fizika eredményes tanulásához szükséges lenne. Azokat matematikából mindig később tanulják, ami nagyon megnehezíti a fizikatanár dolgát! Egyéni és magánvéleményem szerint a matematika oktatásának óriási felelőssége van abban, hogy a fizika és a kémia oktatása ilyen nehéz helyzetbe került. Ugyanis a matematika tantárgy esetében a fejlesztők csak a matematikáról alkotott képük logikáját követték, nem törődve azzal, hogy a fenti tantárgyak tanulásához és tanításához milyen matematikai ismeretekre lenne vagy lett volna szükség. Nem vették figyelembe, hogy a matematika eszköz több más tantárgy tanulásához.

A fizika tanításának másik nehézsége a kísérletezésben rejlik. A tanárnak nem elegendő egyszerűen a rendelkezésére álló könyvekből, munkafüzetekből, digitális

segédletekből való készülés, hanem ezek mellett komoly manuális munkára is szükség van. Ideális esetben, ha vannak is hozzá eszközei, azok előkészítése komoly munka. A Kutatók Éjszakája programsorozat ebben kíván segíteni. Az „Öveges tanár úr” című bemutatósorozatot évek óta rendületlen aktivitással szervezik *Jarosievitz Beáta* és *Sükösd Csaba*. Ennek keretében egyrészt sok diák részesülhet a kísérletezés, a közvetlen tapasztalatszerzés örömeiben. Másrészt a tanárok számtalan ötletet kaphatnak kollégáik bemutatói alapján. A jelen lapszámban a kísérletek részletes leírásával ebben szeretnénk segíteni a tanárkollégákat.

A fizika tanításával foglalkozó különszám első írása egy beszélgetés a Fazekas Mihály Gimnázium két fizika-tanárával, *Schramek Anikó* és *Schnider Dorottya* tanárnőkkel a fizika tantárgy helyzetéről és kihívásairól. Majd ezt követik az esten szereplő kísérleti bemutatót tartó tanárok beszámolói.

Jarosievitz Beáta röviden bemutatja az immár tizedik alkalommal megrendezett „Öveges tanár úr utódai” című jubileumi programot, melynek kiemelt eseménye volt egy kerekasztal-beszélgetés. A STEM és MI diákolimpiai csapatok tagjaival beszélgetett Krausz Ferenc Nobel-díjas fizikusprofesszor. Az írás második fele a Teleki Gimnázium tanulóinak a kvantummechanika 100 éves évfordulójához csatlakozó „Kvantumshow” című bemutatójából ad ízelítőt.

Kilián Balázs dr. Raics Katalin bemutatója arról szólt, hogy miként is érzékeljük a fényt, a színeket, és hogyan magyarázható sok érdekes jelenség az energiaátmenetek segítségével. A tanárnő rendkívül széles palettán mutatta be a fénykeltés lehetséges mechanizmusait mind az élettelen, mind az élő világban; változatos kísérleti elrendezéseken keresztül, melyekre igényes, mégis egyszerű magyarázatokat is kaptak az érdeklődők.

Pántyáné Kuzder Mária bemutatója során érdekes, látványos és meglepő kísérleteket mutatott be a fizika több témakörét érintve: hajszálcsovezés, optika, nyomás, áramlások, elektrosztatika, szupravezetés.

A Sashalmi Tanoda diákjait *Hasznosi Tamásné* vezette; ők az egyensúly témája köré szervezték kísérleteiket. A szerző az írás elején bemutatja a diákcsoport létrejöttének történetét, a témaválasztást, amelyet a bemutatott kísérletek leírása követ. A jelenségek részletes leírását és magyarázatát minden esetben ábra vagy fénykép is kiegészíti.

A bemutatók sorát *Nagy Tibor* és *Nagyné Bíró Kornélia* nyomással kapcsolatos kísérletei követték. A didaktikusan felépített kísérletek sora a légnyomással kapcsolatos jelenségek bemutatásával kezdődött, majd a légnyomásnál alacsonyabb nyomás előállításának lehetőségeivel folytatódott, végül a légáramlással fejeződött be.

Filép Otília kísérleteivel a különböző erőhatások témakörét járta körül saját készítésű eszközei segítségével. Írásának elején bemutatja az iskolához, a tanításhoz, tanítványaihoz fűződő viszonyát, érzelmeit, melyeken érződik mind a gyerekek megbecsülése, mind a fizika

szeretete. A bemutatott kísérletek célja az volt, hogy a fizika minden témakörét felölölő láthatatlan erőhatásokat egyszerű, hétköznapi eszközökkel tegye érzékelhetővé és látványossá.

Nagy Anett a sportlabdák, azon belül is a focilabdák, a foci fizikájába kalauzolta el a közönséget. Az írás és az előadás elején betekintést kaptunk a focilabda evolúciójába. Milyen követelményeknek kell megfelelnie a labdának és azokat miként tesztelik? Milyen fizikai törvényeket célszerű ismernie a jó focistának? – ehhez látványos kísérletek is társultak.

Szeidemann Ákos zárta az előadók sorát. Bemutatója alapvetően a fényjelenségeket járta körbe, érintve a fényszórás, visszaverődés, törés, valamint az interferencia kapcsán ismertetett klasszikus kísérleteket. Emellett kitért a fény keletkezési módjaira (kisülési csövek, lángfestés, az alkohol égése), a színkeverésre (additív módon

három lámpával), az elektromágneses spektrum infravörös (infrakamerával) és ultraibolya (UV-lámpa alá helyezett fluoreszcens anyagokkal) tartományaira is.

Ezt követően Ujvári Sándor emlékezik meg Holics László tanár úr életútjáról és kimagasló szakmai tevékenységéről, amely emlékezetes marad a fizikatanítás történetében.

Végezetül egy könyvismertető zárja a tanári különszámot.

Irodalom

1. Korom Erzsébet – Radnóti Katalin (szerk.) (2020): Gondolkodtató természettudomány-tanítás: Fizika. MTA–SZTE Természettudomány Tanítása Kutatócsoport. Mozaik Kiadó, Szeged.
2. Pléh Csaba (2015): A tanulás és gondolkodás keretei. Typotex, Budapest. pp. 82–110.

A FIZIKA TANTÁRGY HELYZETE ÉS KIHÍVÁSAI

Radnóti Katalin^{1,@}, Schramek Anikó^{2,#}, Schnider Dorottya^{2,3,%}

¹nyug. főiskolai tanár, kandidátus; ²Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, Budapest

³ELTE TTK Fizikai és Csillagászati Intézet, Budapest

@E-mail: rad8012@helka.iif.hu; #E-mail: schramek@fazekas.hu; %E-mail: schniderd@f.fazekas.hu

Beszélgetés a Fazekas Mihály Gimnázium fizikaszertárában az iskola két fizikatanárával, Schramek Anikó (SA) és Schnider Dorottya (SD) tanárnőkkel a fizika tantárgy helyzetéről és kihívásairól. Az interjút készítette Radnóti Katalin (RK).

* * *

RK. Hogyan döntöttetek el, hogy fizikatanárok lesztek? Volt valami különleges élményetek vagy példaképetek?

SA. Nekem könnyű volt a pályaválasztás, mivel kiváló fizikatanárom volt Moór Ágnes személyében a Szent István Gimnáziumban, aki egyben osztályfőnököm is volt. A név hallatán szerintem nem szorul magyarázatra, miért ezt a pályát választottam. Fizikatanárok között ismert a neve, példatárát napjainkban is széles körben használják a tanárkollégák.

SD. Nekem nem vezetett ilyen egyenes út a fizikatanári pálya felé. Építésznek készültem. Építésmérnök, mérnök-tanár családból származom. A matematika, a fizika végigkísérte a gyerekkoromat, emellett pedig a művészet szeretete is jellemző volt a családukra. Általános iskolás koromtól kezdve jártam matematikaversenyekre, a középiskolában pedig a fizikát az akkori fizikatanárom, Dénes Sanyi bácsi szeretettette meg velem Nagykanizsán. És hogy miért is lettem éppen tanár és fizikatanár? A környezetemben volt egy karsérülést szenvedett gyermek. A sérülés problémát okozott neki az írásban. A nehezen olvasható jegyzeteiből nehezen tanult annak ellenére, hogy egy nagyon okos gyerekről van szó. Ekkor elhatároztam, hogy én nem építész leszek, hanem gyerekeknek szeretnék segíteni, pedagógus leszek. Akkoriban már fizikából és matematikából fakultáltam, mivel a Műszaki Egyetemre készültem. De akkor és ott történt velem ez



Schramek Anikó, a Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium tanára 2000-ben szerzett fizikatanári diplomát az Eötvös Loránd Tudományegyetemen. Pályája elején korábbi alma materében, a Szent István Gimnáziumban kezdett tanítani, 2015 szeptembere óta a Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnáziumban tanít. Szakvizsgás képzést tehetséggondozás, tehetségfejlesztés szakirányon végzett, fizika-szaktanítási doktori tanulmányait 2021-ben fejezte be.



Schnider Dorottya angol nyelv és kultúra – fizika szakos tanárként végzett az ELTE-n. A Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium fizikatanára, az ELTE Fizikai és Csillagászati Intézetének szak módszertanos oktatója. Doktori fokozatát a Fizika Tanítása Doktori Programban szerezte. A cselekvésközpontú fizikaoktatás kutatásával és fejlesztésével foglalkozik. Az MTA-ELTE Fizikatanítás Digitális Támogatással Kutatócsoport Cselekvésközpontú fizikatanítás munkacsoportjának egyik projektvezetője.

a nagy fordulat. Arra a megváltoztathatatlan elhatározásra jutottam, hogy tanár leszek, és egyértelmű volt, hogy a fizikát választom; mellé pedig, hogy a művészeteket is megtartsam, jött az angol. Így fizika-angol szakos tanárként végeztem.

RK. Igen, ez egy érdekes párosítás, bár az én időmben erre nem volt lehetőség, de szerencsére napjainkban már van, és ezt a doktori értekezésedben nagyon jól ki is használtad, melyben azt is vizsgáltad, hogy miként lehet a nyelvtanításban bevett tanítási módszereket a fizikatanítás során is alkalmazni [1]. A következő kérdésem ehhez kapcsolódik.

Mit gondoltok a fizika tantárgy fontosságáról? Mit tartotok a legnagyobb szépségének, ami miatt érdemes tanulni?

Van-e kedvenc fizikai jelenségek vagy kísérletek, amit mindig szívesen megmutattok a diákoknak?

SA. Szerintem az egyik legnagyobb szépsége a fizikának és magának a fizikatanításnak is a változatosság és a sokszínűség. Ahogy a diákjaink is nagyon sokszínűek, mindenkinek más a jó, más területeket kedvel, más módszerekkel, ötletekkel lehet a diákokat motiválni.

SD. Változatos módszerek és feladatok alkalmazásával a diákok felfedezhetik a fizikában a számukra érdekes területeket, és megfelelő tanári támogatás mellett kibontakoztathatják tehetségüket. Annak érdekében, hogy minél több diákot megszólítsunk, érdemes színes módszertani palettával dolgozni. A fizikatanítás módszerei is rendkívül sokszínűek. Ami még igazán különleges a fizikában, hogy a humán területekhez is jól kapcsolódik. Gondoljunk csak egy természettudományos kutatásra. A kutatást a csapatmunka viszi előre, és tudományos kommunikációval zárul. Fizikaórán egy kutatómunka során a diákok a szakmai tevékenységeken túl megismerkednek a szakirodalom-feldolgozással, a tudományos írással, a sikeres prezentáció „szabályaival”, azaz nyelvi és szociális kompetenciáik is fejlődnek.

RK. Napjainkban az olvasás tanításával foglalkozó kutatók több tanulmányukban rámutattak arra, hogy az értő olvasás mennyire fontos a tanulás szempontjából, és ennek tanítása nemcsak az alsó tagozaton feladat, és később nemcsak a magyarórán, hanem minden tantárgy esetében. Tehát ez nálatok fizikából például a tankönyvi szövegen kívül különböző cikkek olvastatásán keresztül is megoldásul.

SD. Kutatómunka kivitelezése során igen. A tanulók a témához kapcsolódó szakirodalmakat olvasnak, nem csak magyarul. Építünk a diákok nyelvtudására. Nagyon sok jó nemzetközi folyóiratban jelenik meg valami olyan cikk, ami egyfelől érdekes számukra, másfelől pedig tanulnak belőle, amit aztán az órai kutatási feladataik során felhasználhatnak. Az elmúlt két évben

több diákunk választotta a projektérettségit, az azt megelőző felkészülés során szakirodalomkutatással is foglalkoztak.

RK. Akkor át is tértünk a következő kérdéscsoportra, amely a tanítási módszerekkel kapcsolatos.

Milyen módon próbáljátok megszerettetni a diákokkal a vagy nehéznek, vagy éppen túl elméletinek tartott fizikát? Miért lehet nehéz a fizika tantárgy sok diák számára?

SA. Szerintem azért is nehéz a fizika, mert sok kolléga valószínűleg próbálja a tantervet betű szerint betartani. Valahogy fontosabbá válik a tanterv betartása, mint a gyerek. Én egy picit itt visszacsatolnék arra, amit korábban mondtam, hogy a fizika sokrétűsége és sokoldalúsága nagyon jól használható arra, hogy minden csoportban megtaláljuk a diákoknak megfelelő tananyagot és módszert. Ha össze kéne foglalnom, akkor a gyerek felől indítva keressük meg a módszert. Az angolhoz visszatartva, nekem nagyon izgalmas, hogy időnként angol nyelven tartunk az iskolában órát, főleg, ha külföldi vendégek jönnek, mert ez a Fazekasban gyakran előfordul. Ezeken az órákon egészen mások aktívak, mások szólnak hozzá az angol nyelvű órán, mint a magyar nyelvű órán.

SA. Egy humán osztályban a diákok alapvetően a jelenségek felől próbálják megérteni a fizikát. Ellenben egy matektagozatos osztályban bármit kiszámolnak, csak nem mindig tudják, hogy mit. A humán osztályokban viszont nemigen akarnak számolni a diákok, de értik a jelenséget. Ezen kívül az éppen aktuális tudósok életrajzából fantasztikus kiselőadásokat szoktak tartani. Például volt, aki elmondta, hogy az illető hányadik gyerek volt a családban, és ez pszichológiailag hogyan hathatott a személyiségére. A diákok olyan szempontokat tudnak behozni, amire nem is gondolunk. Tehát a mi fő hitvallásunk a tanítás során csak annyi, hogy a gyerekekre kell figyelni.

SD. Attitűdmérések eredményei alapján a fizika a diákok körében kevésbé kedvelt. Ennek több oka is lehet, pl. a tudományközpontú oktatás vagy az, hogy sokáig nem vált el az alap-, közép- és emelt szintű oktatás, és érdeklődéstől, továbbtanulási szándéktól függetlenül mindenki ugyanazt az oktatást kapta. Ez sokakban szorongást válthatott ki. Fontosnak tartom a fizikaórai szorongás csökkentését és az érdeklődés felkeltését. Ennek érdekében bevonom a diákokat az órai folyamatokba, színes feladatötletek és munkaformák alkalmazásával. Játékos feladatokat alkalmazok, interaktív ötletekkel szólítom meg és szólaltatom meg a diákokat, gyakoriak nálam a csoportmunkában kivitelezendő tanulói mérési feladatok is. Egy interaktív, kreatív környezetben a diákok érzik, hogy fontos a fizikaórai jelenlétük. Egy ilyen órán a fizika nem túl elméleti, hiszen a diáknak lehetősége van a fizika különböző oldalait megismerni, különböző

feladattípusokon dolgozni vegyes munkaformákban. A diák dolgozik, színes feladatok megoldása során alkalmazzza a tudását.

Csatlakozva Anikóhoz, az a legfontosabb, hogy értse a diák azt, amit tanítunk neki, ne csak a képleteket pakolgassa. Ehhez egy jól strukturált tudás kialakítására van szükség. Véleményem szerint ehhez az kell, hogy a diák részt vegyen a megismerési folyamatokban, illetve az is, hogy olyan feladatokkal találkozzon, amelyek a megértést és az elmélyítést támogatják.

SA. Csak ráerősíték arra, amit Dóri is mondott, hogy a módszerek sokszínűsége a fontos. Igyekszünk mindent bevetni. Persze más az erőssége Dórinak, és más nekem. A munkacsoporton belül tudjuk, hogy kinek mi az erőssége, és ebben egymásra is számítunk. Egymástól is tanulunk.

RK. Mit gondoltok, mikor kell, illetve célszerű, a gyerekek szempontjából milyen életkorban célszerű elkezdni a fizikával, fizikai jelenségekkel való ismerkedést?

SD. A fizikai jelenségekkel való ismerkedés már akár óvodában, alsó tagozaton is elkezdhető – természetesen ekkor még mindenféle elmélet és matematikai leírás nélkül. A hangsúly a kísérletezésen, a rácsodálkozáson, az önálló vagy csoportos felfedezésen legyen. Így a diákok már egészen kiskorban hozzászokhatnak a cselekvésközpontú feladatokhoz; ahhoz, hogy az információt nem készen kapják, azt meg kell szerezni. A kísérleti, mérésalapú feladatok esetén előfordul, hogy valami elsőre nem sikerül. Ekkor a diákok számára ez természetes folyamattá válik; megtanulják azt, hogy hogyan kell tenni a megoldás, a problémamegoldás érdekében.

SA. Munkacsoportunk fontosnak tartja azt, hogy ne mindig csak a tudományközpontú oktatást közvetítsük, különösen ne általános iskolás korú gyerekeknek. Nem jó, ha túl elméleti vagy matematikai leírással teletűzdelt fizikát tanítunk. A gyerekek kérdeznek, és én a kisgyerek esetében azt mondom, hogy csak a kérdésre válaszoljunk, számára érthető formában. Ez nagy kihívás számunkra. Belevágtunk az úgynevezett Felfedezők Klubja projektbe, ami arról szól, hogy alsós, negyedikes diákokkal természettudományos projekteket valósítunk meg különböző természettudományos témákban.

A program egy alsós kolléganő, *Benkő Zsuzsanna* kezdeményezésére indult a Fazekasban, amelyhez külsősök is csatlakozhatnak [2]. A program célja, hogy összefogja az érdeklődő és tehetséges alsós diákokat egy természettudományos szakköri foglalkozáson, emellett megteremtse az együttműködés alapjait alsós tanítók és felsős, illetve gimnáziumi természettudományos tantárgyat tanító tanárok között.

2025 szeptemberében próbaképp meghirdettük a szakkört, és egy perc alatt megtelt. Tehát van érdeklő-

dés. A program számunkra is jó fejlődési lehetőséget ad, így mi is most tanuljuk, hogy miként lehet kicsiknek természettudományt tanítani, mi fér bele, mi nem.

RK. Mit tartotok napjainkban a legnagyobb kihívásnak a fizikatanári pályán?

SA. Az egyik legnagyobb kihívás az, hogy mindenki-vel, mindenféle érdeklődésű diákkal kell foglalkozni valamilyen szinten. Persze ismerünk olyan kifejezést, hogy differenciálás. Sokszínűek tudunk lenni, de egy időben mindenkit kiszolgálni szerintem nagyon nehéz.

SD. Napjainkban mindenképpen számolni kell azzal a kihívással is, amit a viszonylag alacsony természettudományos heti óraszám idéz elő. Az általános iskolai tanároknak – főleg, ha csak természettudományos szak-
kal rendelkeznek – szinte lehetetlen egy iskolában teljesíteni az előírt 24 órát. Előfordulhat, hogy emiatt 3-4 iskolában is tanítaniuk kell. Ezzel együtt jár az, hogy a kolléga igazán egyik iskolájában sincs otthon, nincs munkacsoportja, akikkel tudna egyeztetni a szakmáról.

RK. Hogyan éritek el, hogy sok diákokot tanulmányi versenyeken sikeres?

SA. Szerintem mindkettőnkéről elmondhatom, hogy mi magunk versengők vagyunk, de ettől függetlenül nekünk a versenyeztetés nem központi kérdés, hanem ez egész egyszerűen – nálam legalábbis – magukból a diákokból fakad. Valahogy úgy tudnék fogalmazni, hogy a diákokkal együtt szeretjük a fizikát, és együtt fejtünk meg dolgokat. Szerencsére, itt a Fazekasban legalábbis, nem kell külön aktivizálni a gyerekeket. A versengő típusú diákok esetében magától jön, hogy szeretnek versenyen indulni. De nem indul mindenki, itt is van olyan diák, aki nem versengő, és semmilyen versenyen nem indul, és azzal sincs semmi baj.

RK. Szerintetek mindenkinek kell fizikát tanulni? Vagy elég csak az érdeklődőknek?

SD. Én úgy gondolom, hogy igen, mindenkinek kell, csak a különböző érdeklődéssel rendelkező, különböző életkorú diákokat máshogy kell tanítani. Mások a célok, más szeretnék fejleszteni, tehát máshogy közelítünk azokhoz a diákokhoz, akik tehetségesek, emelt szinten szeretnének érettségizni, és máshogy azokhoz, akik mondjuk kézzel-lábbal tiltakoznak a fizikatanulás ellen; de nekik is biztosítanunk kell azt a tudást, amivel ha elhagyják az iskola falait, akkor az életben sikeresek lesznek. A hangsúly ezeken a tagozatokon inkább a gondolkodásfejlesztésén és az alkalmazható tudás átadásán van.

SA. Én azt gondolom, hogy meg kell mindenkinek mutatni a fizikát, hiszen, ha nem látja, nem tudja, hogy szeretni fogja-e.

RK. Hogyan változott a fizikatanítás az elmúlt évtizedekben, és merre tart a jövőben?

Nyilván vannak állandó dolgok, de azért sokminden változott. Ezt ti hogyan élitek meg?

SA. Én ezt picit körforgásnak látom. Miközben úgy érzem, hogy a fizikatanárok ugyanazok maradtak, és nehezen megy nekünk a „lazítás”, amit jelenleg kívánatosnak tartanak, most ismét azt halljuk, hogy a természettudományok fontosak. Hozzáteszem, most már nincs hozzá elegendő tanár.

SD. Tanárként számolnunk kell azzal, hogy változik a világ. Megjelenik számos új eszköz, modern technológia, aminek a használatát be tudjuk építeni az oktatásba. Ezek segíthetik a szemléletes kép kialakítását; számos hordozható digitális eszköz segíti a diákok tanórai tevékenységekbe való bevonását, a változatos ötletek pedig a figyelem fenntartását. Úgy gondolom, hogy az is egy kihívás, hogy a világban bekövetkező változásokra tanárként reagálni tudjunk, a megjelenő új eszközöket és módszereket megismerjük, és alkalmazzuk oly módon, hogy azokra ne mint játékra, hanem modern oktatási eszközre tekintsünk, és használatukkal a korábbiakhoz hasonlóan színvonalas munkát végezzünk. Hiszen ma már mások az igények, más jelenti a színvonalat. A cél a gondolkodás fejlesztése, az alkalmazható tudás átadása. A hazai szakirodalomban már nagyon régóta téma az attitűdfejlesztés, a Z és alfa generációsok tanítása, az interaktív kompetenciafejlesztő fizikaórák megvalósítása. A fizikatanárok számára mégis kevés az olyan elérhető segédanyag, amely tényleg meg tudná támogatni egy cselekvésközpontú, gondolkodásfejlesztő fizikaóra való felkészülést, a diákok fizikához fűződő attitűdjének fokozását.

SA. Dóri e célból hozta létre a honlapját, amelyen cselekvésközpontú, letölthető, órára bevihető feladatlapokat közöl.

SD. A honlapon [4] játékos feladatötleteket, Arduinóval kivitelezhető tanulói mérőlapokat találnak a kollégák, valamint a kutatási projektek kivitelezéséhez is számos módszertani ötletet és segédanyagot. Jelenleg dolgozom egy új honlapon, a physicsfunandpro.com-on [5], amelynek célja, hogy modern, cselekvésközpontú tananyagokat és módszertani segédanyagokat kínáljon – minden témában.

SA. Dóri kezdeményezésével elindítottunk egy adat-elemző versenyt 8. évfolyamosoknak, ami szerintem abszolút újdonság és fontos [3]. A mérés és az, hogy hogyan keletkezik egy adat, és mi az, hogy adat, és azzal hogyan lehet dolgozni – ezt mind fontos megtanulni. A verseny feladatlapja mérési adatok elemzésére épül, nem annyira lexikális tudást, mint inkább mérésmód-

szertani ismereteket igényel. Természetesen ezt a 14 éves korosztályra szabva.

SD. A mérésen alapuló feladatok mellett pedig olyan feladattípusok is megjelennek a versenyen, amelyek a diákok gondolkodási képességeit és természettudományos kompetenciáit fejlesztik és mérik fel. Pl. felmérik azt, hogy a diák mennyire érti az adott jelenséget. Gyakori feladattípusok: igaz-hamis, magyarázat-indoklás, csoportosítás, modellalkotás, egy-egy állítás, eredmény értékelése.

RK. Tehát arra mutattok példákat, ahogy a világunkat próbáljuk megérteni adatokon keresztül. Mit tanultatok ti a diákjaitoktól, a hosszú gyakorlaton lévő hallgatóitoktól az évek során?

SD. Az egyetemi szakmódszertanos óráimon minden félévben feladat, hogy a hallgatók az általam bemutatott feladatötleteket, módszertani, ötleteket kipróbálják, és ahhoz hasonlókat írjanak. Feladatlapokat írnak szinte folyamatosan. Említettem, hogy kevés az elérhető letölthető segédanyag, így ezt próbáljuk pótolni. A félév végére gyakorlatilag létrejön egy nagyon bő szakmai, szakmódszertani ötletgyűjtemény, amit megosztanak egymással a hallgatók. Ezeket az anyagokat később az éles tanítás során tudják használni. Ezek közül én is szoktam szemezgetni. Hallgatótól ismertem meg az online fizika-szabadulósobák szerkesztési lehetőségét, vagy mondjuk a Plickers játékot, amit a Fazekasban a faktosokkal az érettségire készülés során használtam is. A Plickers a tesztfeladat-megoldást játékosítja. Az interaktív tesztfeladatozást a faktos diákjaim igazán élvezték.

RK. Igen, a hallgatóknak a pedagógiai tantárgyaik között vannak az IKT alkalmazási lehetőségeit bemutató kurzusaik.

SD. Igen, főleg az IKT eszközhasználatára terén tanulunk a hallgatóktól.

SA. Nagyon sok apróságot tudnék mondani. Volt egy 7. osztály, akik már régen elballagtak, akiknek a csillagászat részt kiadtam, hogy kiselőadások formájában dolgozzák föl. Az egyik háromfős kiselőadás csoport készített a végére egy játékos tesztet abból, amit ők elmondtak, és ezt a többiek is nagyon élvezték. Nem sokkal később jött a Covid, ami alatt egy olyan előadást hallottam, ami nagyon hatott rám. Arról szólt, hogy a tesztelés a legjobb tanulási módszer. Vagyis az, hogy minél előbb, lehetőleg még aznap a hallottakat még egyszer valahogy előhívja a tanuló, és ez milyen nagy mértékben segíti a beépülést. Ezután jött egy olyan hallgató, akinek ez volt a doktori témája. Ennek elemeit azóta is használom. A játékos formában megjelenő tesztfeladatokat az emelt szinten fizikát tanuló diákjaink is szeretik és hasznosnak tartják.

Diákoktól hallottam, tanultam azt is, hogy szabadulószo-
bában ugyanazon feladat megoldása szórakoztatóbb,
mint a szokásos módon, papíron.

RK. Mit tanácsoltok a jövő fizikatanárainak?

SD. Nekem mindig is nagyon fontos volt az igényesség;
az, hogy precízen felkészüljünk az órákra, alázatosak
legyünk a szakma iránt. Ezt várom el a hallgatóimtól
is. Az egyetemi beadandó feladatok elkészítése során
van egy olyan kritérium, hogy „igényesség”, és arra is
pont jár. Ahogy már említettem, fontosnak tartom azt,
hogy nyitottan forduljunk a megjelenő új módszertan-
ok felé, hiszen ezáltal nyitottan fordulunk a diákjaink
felé is.

SA. Ezenkívül, hogy figyeljék meg magukat; és a saját
hangjukat, stílusukat találják meg.

RK. Nagyon szépen köszönöm a beszélgetést!

Irodalom

1. Schnider Dorottya, doktori értekezés: https://fiztan.phd.elte.hu/kozkincs/doktorik/ertekezesek/Schnider_Dorottya_Doktori_ertekezes.pdf
2. Felfedezők Klubja: <https://fazekas.hu/2025/09/12/felfedezok-klubja/>
3. 8.-os adatelemző verseny tavalyi kiírása: <http://fizika.fazekas.hu/wp-content/uploads/pdf/8.-osztalyos-adatelemzo-verseny-2025-versenykiiras.pdf>
4. Schnider Dorottya honlapja: <https://schniderdorottya.com/>
5. Jelenleg fejlesztés alatt, de a jövőben elérhető szakmódszertani ötletgyűjtemény: <https://physicsfunandpro.com/>

KUTATÓK ÉJSZAKÁJA – A FIZIKA NÉPSZERŰSÍTÉSE, TEHETSÉGGONDOZÁS, 3 ÉVES KORTÓL, INFORMÁLISAN „ÖVEGES TANÁR ÚR UTÓDAI” FIZIKATANÁROKKAL ÉS SZTÁROKKAL

Jarosievitz Beáta

Budapest XIV. Kerületi Teleki Blanka Gimnázium, Budapest

E-mail: jarosievitz@gmail.com

Bevezetés

Az Európai Kutatók Éjszakáját (angolul European Researchers' Night) az Európai Bizottság Marie Skłodowska-Curie Actions programja kezdeményezte és támogatja. Ezt a programsorozatot minden év szeptember utolsó péntekén rendezik az EU tagországaiban, de még azon is túl. Célja a kutatói életpálya bemutatása és vonzóbbá tétele a fiatalok és a nagyközönség számára. A kezdeményezés 2005-ben indult, de 2006 óta Magyarországon is évente sok különböző helyszínen vonzzák a programok az érdeklődőket.

A fesztivál fő célja a tudomány közelítése a társadalomhoz, a tudományos eredmények népszerűsítése és elsősorban az, hogy növelje a tudományos karrier vonzerejét a fiatalok, a 6–18 éves diákok körében is.



Dr. Jarosievitz Beáta 2022-től kezdve és jelenleg is a Budapest XIV. Kerületi Teleki Blanka Gimnázium fizikaszakos tanára (főiskolai tanár, mesterpedagógus, tanfelügyeleti szakértő, közoktatási szakértő: fizika, informatika), az iskola akkreditált kiváló tehetségpontjának kapcsolattartója. Szívégye a fizika népszerűsítése. Tíz éve sikeresen szervezi az Ericssonnal közösen az „Öveges tanár úr utódai” elnevezésű ismeretterjesztő előadásokat, és tíz éven át (2006–2015) a CERN-beli tanártovábbképzést.

A Kutatók Éjszakája rendezvénysorozat évről évre megmutatja, hogy a tudomány nemcsak hasznos, hanem szórakoztató, figyelemfelkeltő is lehet. A fizika népszerűsítése érdekében az elmúlt 10 év során, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat megbízásából az Ericsson Magyarország Kft.-nek köszönhetően rendeztünk ilyen eseményeket. Az idén pedig már tizedszer válhattunk Öveges József tanár úr utódaivá (1. ábra).



1. ábra. A 10., jubileumi program megnyitója

Érdekes és izgalmas programokat szerveztünk a kicsik és nagyok számára, meghívtuk azokat a magyar fizikatanárokat, akik méltán tekinthetők Öveges József professzor, a legendás fizikatanár utódainak. A rendez-

vény fő üzenete, hogy a fizika körülöttünk van, és szinte játékosan tanulható.

A program nemcsak a tanulás örömét kínálta, hanem inspirációt is nyújtott: megmutatta, hogy a tudományos érdeklődés bármely életkorban felkelthető, és hogy a tanárok szerepe kulcsfontosságú a jövő generációinak formálásában. Ahogy Öveges tanár úr mondta: „a fizika csodái az egyszerűségükben rejlenek”.

Az idei programsorozat kiemelt eseménye volt egy kerekasztal-beszélgetés. A STEM (természettudományos és műszaki) és MI (mesterséges intelligencia) diákolimpiai csapatok tagjaival beszélgetett vendégünk, dr. Krausz Ferenc Nobel-díjas fizikusprofesszor és dr. Boráros-Bakucz András, az Ericsson Kutatás-Fejlesztési Központjának vezetője. A beszélgetést Gózon Ákos, tudományos és kulturális újságíró, az *Élet és Tudomány* hetilap és a *Természet Világa* folyóirat főszerkesztője moderálta (2. ábra).



2. ábra. A STEM és MI diákolimpiai csapatok tagjaival beszélgetett kiemelt vendégünk, prof. Krausz Ferenc Nobel-díjas fizikus

Az izgalmas beszélgetés teljes egészében videón is visszaneézhető itt: <https://www.youtube.com/watch?v=R1nQ8yRHpk0>. A sok kérdés közül egyet itt is kiemelnek, ami hungarikumnak számít, és a magyar tehetséggondozással kapcsolatos: „Hogyan lehet a hazai tehetséggondozás egyes, hungarikumnak számító elemeit (KÖMAL, a tanulmányi versenyek szerteágazó rendszere stb.) jobban megismertetni nemzetközi porondon is?” A választ a videón hallhatjuk!

Az alábbi diákolimpiai csapatok tagjai vettek részt a kerekasztal-beszélgetésen (3. ábra):



3. ábra. A kerekasztal-beszélgetés résztvevői

Szakterület	Felkészítő	Diákok
Matematika	Dobos Sándor, ELTE Fazekas Mihály Gyakorló Gimnázium, Budapest	Szakács Ábel és Varga Boldizsár
Fizika	Dr. Sarkadi Tamás, BME Atomfizikai Tanszék	Téti Miklós és Bencz Benedek
Informatika	Nikházy László, ELTE Ok- tatásinformatikai Tanszék	Görömbey Tamás és Molnár István
Mesterséges Intelligencia	Takács Tamás, ELTE Mesterséges Intelligencia Tanszék	Magó Máté és Ungár Vince

A csapatok és tagjaik nagy megtiszteltetésnek és elismerésnek élték meg ezt az irányított, de mégis informális, kötetlen, közvetlen beszélgetést. A beszélgetés fénypontjaként Krausz professzor bejelentette, hogy létrejött egy új alapítvány MATFIZ névvel, amelynek egyik célja, hogy még hatékonyabban támogassa a középiskolai matematikai, fizikai és informatikai tehetséggondozást egy felállított szakköri rendszernek köszönhetően, amiben a diákok a régiójuk egyik iskolájában heti-kétheti rendszerességgel vehetnek részt az országosan egységes tematikájú szakkörökön.

A program pedagógiai értéke

Az általunk szervezett „Öveges tanár úr utódai” című Kutatók Éjszakája-program a nonformális tanuláshoz áll a legközelebb. Szervezőként ezúttal is az volt a célunk, hogy a nonformális tanulás lehetőségét biztosítsuk a programra érkező hallgatóságnak, másfajta – de szervezett – keretek között tanulhasson minden érdeklődő; innovatívan és észrevétlenül kedvelje meg a természet-tudományos tárgyakat, szeresse meg a fizikát.



4. ábra. A 2025. évi program



Ugyanakkor fontosnak tartottuk, hogy ezúttal is biztosítsuk a tanulási keretek minőségét, így ezúttal is az ország legjobb, legképzettebb pedagógusait hívtuk vendégül, akiknek többsége már Ericsson- vagy Rátz Tanár Úr Díjat is nyert, és akik lelkesen adták át tudásukat a résztvevőknek, és kísérleteztek a bátrabb fiatalokkal, gyerekekkel.

Az est részletes programja a 4. ábrán látható, a Teleki Blanka Gimnázium Kvantumshow-ja itt érhető el: https://fizika.tbhg.hu/2025_2026-tanev/

Az ország különböző részéből érkezett kiváló kollégák és csapataik léptek fel az est folyamán. Az alábbi képgaléria megpróbálja érzékeltetni az est hangulatát, az élményszerű kísérletezést.

A 2025-ös rendezvényről egy telekis szaktanár szemével

Régi álmom teljesül immár második éve, hogy lelkes diákjaimmal együtt állhattunk színpadra, kísérletezhettünk egy előre megírt forgatókönyvet követve. Az idei rendezvényre is a „2T – Tehetséggondozás a Telekiben” nevű programban részt vevő, motivált diákjaim jelentkeztek. Ez a tehetséggondozó program a kísérletező tanulást és a digitális innovációt helyezi középpontba a fizikaoktatásban, így segítve a motivációt és a hallott ismeretek megértését.

A program célja a STEM tárgyak tehetséggondozását korszerű, élményalapú, kísérleti és digitálisan támoga-



5. ábra. Telekis fellépőink



6. ábra. Schrödinger macskája



7. ábra. Koppenhágai találkozás

tott tanulási környezetté alakítani. A Kutatók Éjszakája programon való fellépés a tehetséggondozó program egy kisebb rendezvényének számít, ahol diákjaim megosztják a hallgatósággal tudásukat, ismereteiket másoknak is átadják.

A diákok beválogatása a programba az egyéni képességeik megfigyelése, a diákok motivációja, órai teljesítménye, érdeklődése alapján történt. A programba való kiválasztáshoz ezúttal is az egyéni interjú bizonyult a legjobb eszköznek. Nagyon fontos volt a diákokkal való egyéni beszélgetés, a diákok figyelmének felhívása a tanórán túli lehetőségekre. A fellépésre a diákok önként, egy online Google-úrlapon jelentkeztek. Diákjaink előzetesen azt is megtudták, hogy ez a tehetséggondozó program többféle kompetencia fejlesztésére irányul, így a programnak köszönhetően az írásos és verbális kommunikációs készségük, valamint – a manuális feladatoknak köszönhetően – intelligenciájuk, kreativitásuk is fejlődni fog. A célzott tehetséggondozás keretében a programra jelentkezett diákok képességeikhez igazodva, differenciált feladatokat kaptak; egyéniségükre szabott szerepet a Kutatók Éjszakájára.

Csatlakozva a kvantummechanika 100 éves évfordulójához, ezúttal egy „Kvantumshow” című produkcióban hoztuk közelebb a fizikát kicsikhez és nagyokhoz – magyarázattal, kísérlettel (5. ábra).

Az előadás célja az volt, hogy játékos, látványos és közérthető formában ismertesse meg a közönséggel a kvantumfizika néhány különlegességét. A történet „Kvantumsország” világába vezette a nézőket, ahol különböző szereplők – például Atomka, Proton Pisti, Neutron Nóri, Elektronka, Hullámka vagy Schrödinger macskája – testítették meg a részecskék tulajdonságait (6. ábra).

A bevezető jelenetek a kvantumfogalom kialakulásának történetét mutatták be Max Plancktól és Einsteinól Niels Bohr és Heisenberg munkásságáig, kiemelve a fény kvantumos természetét és a hullám-részecske kettősséget. Arra is választ kaptunk, hogy miért éppen 1925-öt tekintjük a kvantummechanika születési évének.

Egy apró jelenet is elhangzott Michael Frayn „Koppenhága” című színdarabjából, amely Niels Bohr és Werner Heisenberg koppenhágai találkozását boncolgatta (7. ábra).

„Heisenberg: Hát, igen, mi mutattuk az utat!
Bohr: Mi mutattuk, együtt!”

Ezt követően a színpadi kísérletek és játékos jelenetek szemléltették a kvantumvilág jelenségeit: a szuperpozíció jelenségét, Schrödinger macskáját, a kvantumugrásokat, valamint a mérés és a megfigyelés hatását.

A zárójelenet összegezte a tanulságokat: bemutatta, hogy a kvantumfizika furcsa, de mégis lenyűgöző, és alapja a modern technológiáknak, mint a lézerek, az MRI, a GPS és a kvantumszámítógépek.

Az előadás célja az volt, hogy a diákok és a nézők megszeressék a fizikát, és rácsodálkozzanak arra, hogy a világ nem mindig olyan, mint amilyennek látszik – de éppen ez teszi varázslatosává.

Sikeres fellépésünk csak közös erőfeszítéssel, együtt valósulhatott meg (8. ábra); igazi csapatmunka volt! A tehetséggondozó programban nem csupán sikeres kutatási eredmények születtek, hanem a résztvevő diákok számára életre szóló élmények, barátságok és szakmai orientációk is kirajzolódtak. A rövid távú projekt, a Kutatók Éjszakáján való fellépés egyik hatalmas értéke, hogy valós környezetet biztosítottunk a diákoknak, igazi megmérettetést, ahol tudásukat a nézőkkel, társaikkal is játszva, humorosan, de kísérletekkel megoszthatták.

A kétéves tapasztalat egyértelműen megmutatta, hogy a programhoz önként csatlakozó tanulók motivációja jelentősen nőtt: az élményszerű kísérletek, a választási szabadság, a programban való részvétel mind személyessé és belsővé tették az érdeklődésüket.

Összefoglalás

A Kutatók Éjszakája rendezvény nemcsak a tudományos ismeretek terjesztéséhez járult hozzá, hanem erősítette a közösséget és a társadalmi párbeszédet is, hangsúlyozva a kutatás és az innováció mindennapi életre gyakorolt pozitív hatásait. Öveges József tanár úr nyomdokain haladva ma is sok tanár, diák és ismeretterjesztő törekszik arra, hogy kreatív, élményszerű módon mutassa be a fizika és más tudományterületek csodáit. Ezt tettük mi is.

Az ilyen elhivatott utódok nélkülözhetetlen szerepet játszanak abban, hogy a tudományos ismeretek közelebb kerüljenek a hétköznapiakhoz és a jövő generációihoz.

Ami most még a kvantumelmélet paradox ellentmondásának tűnik, az unokáink számára már hétköznapi valóság lesz.

Stephen Hawking

Budapest XIV. Kerületi
Teleki Blanka Gimnázium

Kvantumshow

TELEKI BLANKA
GIMNÁZIUM



Boda Tünde Livia Szepesi Szófia Kertes Bálint Kövesi Szabolcs Czank Liza Németh Réka Endrődy Nagy

Jázmin

Tanárok



Iványi Adrienn

Emese



Nagy Anikó

Napsugár



Czufer András

Csaba



Vermes Zoltán



Dr. Jarosievitz Beáta



Szerzők

Dr. Sükösd Csaba



Öveges Tanár Úr Utódai

Fizikai kísérletek nem csak tudósoknak

Budapest, 2025.09.26.



8. ábra. Fellépőink

Külön köszönet az Ericsson Magyarország Kft.-nek, hogy felismerte a nagyközönség – elsősorban a fiatalok – természettudomány iránti motivációjának jelentőségét, és évről évre helyszínt és anyagi támogatást biztosít ennek a rendezvénynek.

A tíz éves tapasztalataim szerint az „Öveges tanár úr utódai” program nagyon sikeres, a közönség sok új élménnyel, információval feltöltődve távozik a mindig telt-

házas programsorozatról. A megkérdezettek mindannyian pozitívan nyilatkoztak a látottakról, és egyre többen várják az újabb évet, hogy visszatérhessenek, és ismét láthassák Öveges tanár úr utódait.

A visszajelzéseket konkrét tények is alátámasztják: az idén még éjfélkor is telt házzal zártuk az előadásokat; még az általános iskolás kicsik is csillogó szemmel figyeltek, és részesei voltak az interaktív kísérleteknek.

A FIZIKA ÉRDEKES, LÁTVÁNYOS, MEGLEPŐ KÍSÉRLETEI

Pántyáné Kuzder Mária

Miskolci Herman Ottó Gimnázium, Miskolc

E-mail: pantyanekm@gmail.com

A középiskolai fizikatanárom nagyon fontosnak tartotta, hogy a tananyagot kísérleteken keresztül tanítsa. A kísérletek összeállításában szívesen segítettem neki.



Pántyáné Kuzder Mária matematika-fizika szakos tanárként végzett, majd az egyetem elvégzése után Kazincbarcán a Ságvári Endre Gimnáziumban kezdett dolgozni. Itt kapcsolódott be a fizikaversenyek világába. Több mint 20 éven keresztül készítette a Nagy László Fizikaverseny kísérleti-mérési fordulójának feladatait. 2010-től a Miskolci Herman Ottó Gimnáziumban dolgozik, ahol beindította és vezette az Öveges Természettudományi Labort. Nagyon fontosnak tartja a fizika tantárgy iránti érdeklődés felkeltését. A tanítás mellett az ELFT alelnökként, majd vezetőségi tagjaként is segíti a társulat munkáját.

Az egyetem elvégzése után egy gimnáziumban kezdtem tanítani. Ebben az iskolában minden évben megrendeztek egy megyei fizikaversenyt. A verseny elméleti és kísérleti fordulóból állt. A kísérleti forduló további két részből, egy jelenség értelmezéséből és egy mérésből. Ezen jelenségek, mérések kitalálását, megalkotását csináltam 23 éven keresztül. Így kerültem közel a fizikai kísérletekhez, és szerettem meg azokat.

Nagyon fontosnak tartom, hogy a középiskolai „örökséget” továbbvigyem, és a lehetőség szerinti kísérleteket megmutassam a diákoknak. A tanulók nagyon szeretik nézni a kísérleteket, de amikor a dolgozatkérdések között az is szerepel, hogy egy általam bemutatott kísérletet

írjanak le, és magyarázzák meg a jelenséget, nem mindig örülnek neki. Sajnos.

A kísérletek elvégzésébe, lehetőségek szerint, szere-tem bevonni a fiatalokat. Az első kísérlethez fiúk és lányok segítségét kértem. A fiúk „virágot” adtak a lányoknak, akik azt, ahogy illik, azonnal vízbe tették. A virágok „kinyíltak”. Ezzel egy kis illetanra is fel tudjuk hívni a figyelmet. Amikor a papírból kivágott virágot vízre tesz-
szük, a víz felszívódik a papír rostjai közé. A rostok kö-
zötti járatokban a víz a kapillárishatás révén elkezd fel-
kúszni, a rostok megduzzadnak, a hajtásoknál kinyílnak
a virágok (1. ábra).



1. ábra. Papírvirágok

A következő kísérlet kettős tükörrel történt. Azt kér-tem egy lánytól, fogja meg az eszköz tetején látható bé-
kát, ami természetesen lehetetlen, hisz a béka képének
megjelenése a lyukas tükör tetején egy látványos optikai
illúzió (2. ábra). Mindig nagy nevetést idéz elő a kísérlet
elvégzése.



2. ábra. Béka a tükörben

Az alsó tükör
belsejébe helye-
zett béka pontjai-
ról fénysugarak
indulnak minden
irányba. Az alsó
tükör által létre-
hozott valódi kép
a felső tükör fő-
kuszpontjában je-
lenik meg. A felső,
lyukas tükör egy

második homorú tükörként funkcionál, amely a valódi
képet ismét tükrözi. A második tükröződés eredménye-
ként egy látszólagos, egyenes állású és nagyított kép ke-
letkezik a lyukas tükör felső részén.

A légnyomás ereje szinte elképzelhetetlen a diákok
körében. Két kísérletet mutatok ennek igazolására. Elő-
ször látszatra azonos műanyag flakonokat adok két ön-
ként vállalkozó érdeklődőnek. A flakonok szájára lég-
gömböt rögzítettem, amelyek befelé, a flakonba lógnak.
Azt kérem, hogy a flakon száján át fújják fel a flakonban
lévő léggömböket. Az egyiket sikerül, a másikat nem. A
különbség nem a léggömbökben, hanem a flakonokban
van. Az egyik flakonban a levegő szabadon áramlik. Ez
a flakon nyitott, az alján kis lyuk van. Amikor fújni kezdi
valaki a léggömböt, a flakon belsejében levő levegő ki tud
áramlani, így a léggömb belsejében nő a nyomás, a lég-
gömb felfúvódik. A második flakonból a levegő nem tud

kijutni, mert ezen a flakonon nincs lyuk. Ahogy valaki
fújni próbálja a léggömböt, az összenyomja a flakonban
levő levegőt. A flakonban levő levegő nyomása megnő,
és ez a megnövekedett nyomás ellenáll a léggömb tágulá-
sának, így a léggömböt nem lehet felfújni (3. ábra).

Az érdeklődés
felkeltése érde-
kében a követke-
ző jelenségnek a
„szerelmes kém-
csövek” címet
adhatjuk. Két kü-
lönöző átmérőjű
kémcső szükséges
hozzá. Az egyik
éppen férjen bele
a másikba! A je-
lenség bemutatá-
sát azzal kezdtem,
hogy a két kém-
csövet egymásba
tettem, majd meg-
fordítottam azo-
kat, és a vártnak



3. ábra. Léggömb a flakonban

megfelelően a belső kiesik a külsőből. Jó példa a gravi-
táció hatására. Ezek után a külső, a nagyobb átmérőjű
kémcsövet megtöltöm vízzel, a belső, a kisebb átmérő-
jűt beleteszem, és megvárom, amíg egyensúlyi helyzet-
be nem kerül. Ekkor újra megfordítom a rendszert, de
megleپő módon a belső kémcső nem esik le, hanem fel-
felé (!) kúszik; egészen a másik kémcső tetejéig. Amikor
megfordítom a rendszert, a belső kémcső szájánál nem
tud azonnal a levegő bejutni, a víz viszont nem tud sza-
badon kifolyni a két kémcső közti keskeny résen, mert
ott a felületi feszültség és a kohéziós erők visszatartják.
Nyomáskülönbség alakul ki a belső és külső tér között
(a belsőben kisebb a nyomás). Ez a különbség felfelé irá-
nyuló erőt hoz létre, ami a kisebb kémcsövet megemeli.

A következő kísérlet is nagy meglepetést okoz az
ifjúság körében. Egy hosszú nyakú üveget vízszintesen
helyezek el. Az üveg nyakába 2-3 cm mélyen elhelyezek
egy alufóliából készített golyócskát. A vállalkozó néző-
től azt kérem, hogy fújjá be az alugolyót az üvegbe. A
golyó azonban a fújás hatására nem befelé gurul, hanem
kifelé pattan. Amikor a kísérletező belefúj az üveg nya-
kába, a levegő nagy sebességgel áramlik befelé a golyó
mellett, a szűk nyíláson keresztül. A Bernoulli-törvény
szerint: „Ahol a levegő gyorsabban áramlik, ott a nyo-
mása kisebb.” Tehát az üveg nyakában a gyorsan áramló
levegő miatt csökken a nyomás a golyó előtt. Az üveg
belsejében a levegő viszont nem mozog, ott a nyomás
nagyobb marad (közel a légköri nyomáshoz). A két oldal
között így nyomáskülönbség alakul ki: (kívül, az áram-
ló levegő felőli oldalon kisebb nyomás; belül, az üveg-
ben nagyobb nyomás) és ez a nyomáskülönbség belülről
kifelé löki az alufólia-golyót. A golyó ezért kifelé pattan,
nem befelé megy. A kísérlet kapcsán érdemes felhívni

a diákok figyelmét, miért olyan fontos, hogy a metró-szerelvényre várva ne álljanak a fekete gumiszőnyegre.

A következő kísérleti eszköznek a pusztá neve is izgalomba hozza a diákokat. Borautomatának nevezzük az eszközt. Természetesen a diákoknak nem azt ajánlom fel, hogy válasszanak a fehér-, illetve a vörösbor közül, hanem azt kérdezem tőlük, narancs- vagy meggylevet szeretnének-e inni. A választás után vizet öntök a megfelelő tölcserbe, és a csövön keresztül a megfelelő ivólé folyik ki. Ez a kísérlet is a légnyomás és a nyomáskülönbségek működésére példa! Amikor a vizes flakonba vizet töltök, a benne lévő levegő összenyomódik, s így a nyomás megnő benne. Mivel a két flakon légmentesen össze van kötve, ez a megnövekedett levegőnyomás áttérjed az ivóleves flakonba is. Az ivóleves flakonban a megnövekedett levegőnyomás kinyomja az italt, ami így a csövön keresztül kifolyik (4. ábra).



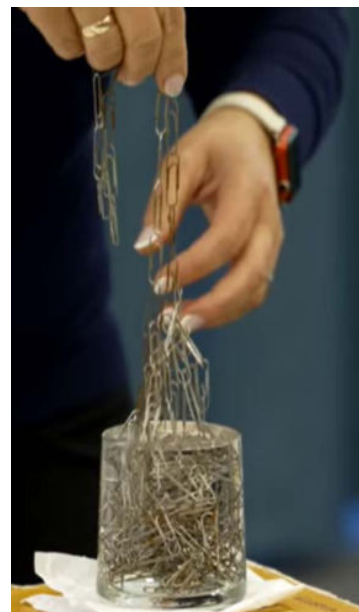
4. ábra. Borautomata

A fizikai kísérleteknél nagyon fontos minden apró részletet megfigyelni. Erre jó példa a következő kísérlet. Egy egyszerű üvegpoharat színültig (a pohár pereméig) megtöltök vízzel, majd megkérdezem a nézőközönséget, hogy szerintük tele van-e a pohár vízzel. Erre a válasz egyértelműen az, hogy igen a pohár tele van vízzel. Ha tele van, akkor ugye, már nem fér bele semmi úgy, hogy a víz ki ne csorduljon belőle? Lássuk! Ezután gemkapcsokat teszek bele. Azt várnánk, hogy a víz kifolyik, hiszen már tele van – de mégsem folyik ki, sőt a víz kezdetben kissé homorú teteje kissé domborúvá válik! A vízmolekulák között erős kohéziós erő hat. Ez azt jelenti, hogy a vízmolekulák összetartanak a hidrogénkötések miatt. A víz felszíne úgy viselkedik, mint egy rugalmas hártya. Ezt nevezzük felületi feszültségnek. Amikor gemkapcsokat teszek a vízbe, ezek lesüllyednek, a víz kicsit megemelkedik a perem fölé, domború felületet képezve. A felületi feszültség megtartja ezt a domborulatot, és nem engedi, hogy a víz azonnal kifolyjon (5. ábra).

A bemutatót néhány folyékony nitrogénnel végezhető kísérlettel zártam. A folyékony nitrogén kb. $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os

hőmérsékleten forr. A folyékony nitrogént beleöntöm egy műanyag flakonba, majd egy olyan dugóval zárom le, amelyben egy cső van. A csövön keresztül szökőkútszerűen távozik a folyékony nitrogén. A nézők között járva ezzel a flakonnal a jelenlévők is megtapasztalhatják az alacsony hőmérsékletet.

Folyékony nitrogént öntök egy régi típusú fém tejeskannába. Rövid idő múlva megváltozik a



5. ábra. Tele van a pohár?

forrás hangja és az edény alján valami csöpög. A közönség tagjai vízre szoktak gondolni, de ezen a hőmérsékleten a víz nem folyékony halmazállapotú. Egy kémcsőbe felfogva egy izzó gyújtópálcával szoktam igazolni, hogy a folyékony oxigént sikerült előállítani. A folyékony nitrogén annyira lehűti a kanna falát és a környező levegőt, hogy a levegő oxigénje a hideg felületen cseppfolyósodik, és ez a folyékony oxigén gyűlik össze, majd lecsöpög. A forrás hangja azért változik, mert a folyadék összetétele megváltozik (nitrogén és oxigén keveréke lesz).

A Miskolci Herman Ottó Gimnázium természettudományi laborjában van szupravezetőkészlet. A szupravezető korongot kellően lehűtve bemutatható, hogy a mágneskorong lebeg. Amikor bizonyos anyagokat (pl. egy kerámia szupravezetőt) egy kritikus hőmérséklet alá lehűtünk (folyékony nitrogénnel $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra), akkor az ellenállásuk nullává válik, vagyis az elektromos áram veszteség nélkül keringhet bennük, és megjelenik egy különleges tulajdonság: a Meissner–Ochsenfeld-effektus. A Meissner-effektus azt jelenti, hogy a szupravezető nem engedi be magába a mágneses teret. Ha a szupravezető már hideg, és szupravezető állapotban van, akkor az anyagban örvényáramok (indukált áramok) keletkeznek – ezek pont olyan irányúak és nagyságúak, hogy kioltják a mágneses teret a belsejében. Ezért a mágneses erővonalak „megkerülik” a szupravezetőt, mintha az taszítaná a mágneset. Ebből jön a lebegés (levitáció)!

A műsort három darab szalvétából készített figura segítségével zártam. A bábokat egy elektrosztatikusan feltöltött test (pl. egy felfújt léggömb) segítségével lehet „lelkesíteni”.

Ezen kísérletek bemutatásával szerettem volna a fizika néhány érdekes, látványos, olykor meglepő jelenségét bemutatni.

ERŐHATÁSOK – KÍSÉRLETEK SAJÁT KÉSZÍTÉSŰ ESZKÖZÖKKEL

Filep Otília

Megyaszoí Mészáros Lőrinc Körzeti Általános Iskola, Megyaszo

E-mail: filepotika@gmail.com

Bemutatkozik a Megyaszoí Mészáros Lőrinc Körzeti Általános Iskola

A Szerencsi Tankerületi Központ-hoz tartozó Megyaszoí Mészáros Lőrinc Körzeti Általános Iskola a község egyetlen oktatási intézménye, amely meghatározó szerepet tölt be Megyaszo életében. Az iskola épülete 1959-ben épült, majd az elmúlt évtizedek során több alkalommal is megújult, bővült, és a mai napig folyamatosan fejlődik, hogy megfeleljen a korszerű oktatási igényeknek.

A diákjaink jelentős része hátrányos vagy halmozottan hátrányos helyzetű, ami különösen nagy felelősséget ró ránk. Feladatunk nemcsak a felzárkóztatás, hanem a tehetséggondozás is, hiszen minden gyermekben ott rejlik a fejlődés lehetősége. Elhivatottan dolgozunk azon, hogy minden tanuló megkapja a fejlődéséhez szükséges támogatást és inspirációt.

A pedagógusok odaadó munkájának, a vezetőség elkötelezettségének és a fenntartó folyamatos segítségével, innovatív kezdeményezéseinek köszönhetően az iskola diákjai és pedagógusai évről évre szép eredményeket érnek el nemcsak helyi és tankerületi, hanem országos és nemzetközi megmérettetésekben is. Az iskola eredményei és példaértékű közössége bizonyítja, hogy megfelelő odafigyeléssel és összefogással minden gyermek kibontakoztathatja tehetségét.

Az idén másodjára szerepeltünk az Ericsson Házban. Először 2016-ban hívott minket dr. Jarosievitz Beáta a Kutatók Éjszakájára, az „Öveges tanár úr utódai – Fizikai kísérletek nem csak tudósoknak” című programra előadónak. Akkor két diákom segítségével mutattam be a víz témakörére épülő kísérleteket „Vizes környezetünk fizikája” címmel. Büszkén mondhatom, hogy azóta mindkét tanítványom mérnöki képzést végzett.



Filep Otília a Megyaszoí Mészáros Lőrinc Körzeti Általános Iskola elhivatott fizikatanára. Tanulmányait a kolozsvári Babeş-Bolyai Tudományegyetem Természettudományi Karának kémia-fizika szakán végezte; 1994-ben szerzett diplomát. 2009-ben a Nyíregyházi Egyetemen számítástechnika szakos tanári oklevelet is szerzett, 2019 óta pedig fejlesztő-innovátor mesterpedagógus besorolásban dolgozik. Tanári munkája mellett az Európai Iskolahálózat (European Schoolnet) által koordinált Scientix program magyarországi nagykövete. Szakmai elhivatottságát és kiemelkedő munkáját több rangos elismerés is bizonyítja.

Minden mozdulatunk, minden, ami körülvesz minket, kapcsolódik a fizikához!

A tanítványaimhoz fűződő viszonyomat a megértés és a jó hangulat jellemzi. A tanított osztályokban különböző képességű, különböző családi háttérrel rendelkező gyerekek vannak. Lényegesnek tartom képességeik szerint követelni, szervezni a tanórak tevékenységeit.

Mindent megteszek, hogy megszeressék a természettudományokat. A módszereim között szerepelnek a felfedező tanulás, a játékos módszerek, a fizikát leginkább jellemző kísérletezés, a digitális eszközök és az információs és kommunikációs technológiai eszközök használata.

Nagyon sok hasznos alkalmazással ismerttettem meg a diákokat, melyeket rendszeresen használunk fizikaórán. A tanulók nagyon szeretik, amikor a különböző tanult témákhoz kapcsolódó szőrejtvényt, puzzle-t vagy feladat-sort készítünk, egy adott témakörhöz kapcsolódva képeket gyűjtünk, és plakátot, rövid videókat készíthetnek.

Szeretném a diákjaimat időszzerű, hasznos információkkal ellátni, megtanítani őket tanulni. Ebben a feladatban a hagyományos módszerek mellett elengedhetetlen



a digitális eszközök alkalmazása. Tapasztalataim szerint, a változatos eszközök és információforrások használata motiváló hatással van a tanulói tevékenységre, és ezáltal a tanulási célokat is könnyebben elérhetjük.

Véleményem szerint általános iskolában még nem kis tudósokat kell „faragni” a gyerekekből, hanem a fizika tantárgyat kell megszerettetni, megőrizni az érdeklődést, a kíváncsiságot, ami övezi a természettudományokat hetedik osztály elején. Céлом a diákok által tapasztaltak,

előzetes ismereteik feltárása és „természettudományos” közegbe való elhelyezése. Úgy gondolom, ha a tanult fogalmakat, folyamatokat el tudják helyezni közvetlen környezetükben, sokkal jobban megértik és megjegyzik ezeket. Ezért nagy hangsúlyt fektetek a mindennapi életben fellelhető folyamatok, jelenségek, helyzetek felismerésére és fizikai közegben való elhelyezésére. Mindegyik mondom a diákjaimnak, hogy minden mozdulatunk, minden, ami körülvesz minket, kapcsolódik a fizikához. Így nem okoz nehézséget a különböző témakörök ilyen szempontból való feldolgozása, a használható ismeretek, tudás átadása.

Erőhatások – kísérletek saját készítésű eszközökkel

Elég sokat gondolkodtam, milyen kísérletekkel álljak elő. Végül, mivel nagyon fontosnak tartom a kísérletezést a fizika tanításában, úgy döntöttem, hogy a mindennapi tanítás során, sokszor saját készítésű eszközök segítségével végzett egyszerű, de nagyszerű kísérletek kapják a főszerepet előadásomban.

Sokszor panaszként hallok, hogy nincs idő, nincsenek eszközök a kísérletezésre... Szerintem igenis van idő; kell, hogy legyen! Azt vallom, hogy minden, ami körülöttünk van, kapcsolódik a fizikához, így minden körülöttünk lévő tárgyat felhasználhatunk a kísérletezésre. Igenis, ha akarjuk, az eszközök „kéznél vannak”. Ez volt az előadásom fő üzenete.

A kísérletezés során felfedeztük a mágnesesség, az elektromosság, a tömegvonzás, a súrlódás és más erőhatások rejtélyeit is. A legtöbb kísérlet otthon is elvégezhető, a mindennapokban körülöttünk lévő eszközök segítségével.

Minden általam használt kísérleti eszköz elfért egy közepes kartondobozban: mágnesek, elem, PVC rúd, gyapjúszövet, papír, vasreszelék, pénzérmék, pohár, lufik, szívószál, gyufaszál, CD lemez, műanyagpalackkupak, ragasztó, olló, hurkapálca, víz, mosogatószer.

A kísérleteknek köszönhetően megmutatkozott, hogy a természetben működő erők mindenhol jelen vannak, mozgatnak, vonzanak, taszítanak, megtartanak, vagy éppen kibillentik egy rendszer egyensúlyát. Bár szabad szemmel nem láthatók, hatásukat mindannyian érezzük nap, mint nap.

Az előadás célja az volt, hogy ezeket a láthatatlan erőhatásokat egyszerű, hétköznapi eszközökkel tegyem érzékelhetővé és látványossá.

Az első kísérletben láthatóvá vált a mágneses erőter. A vasreszelék kirajzolta a mágnes körüli erővonalakat, mintha láthatatlan rajzoló kezek mutatnák meg az erőter jellegzetes alakját.

Ezután egy PVC rúd és egy papírból kivágott baba segítségével az elektrosztatikus vonzás jelenségét figyelhetjük meg: a megdörzsölt PVC rúd mágnesként vonzotta a papírbabát, így kézzelfoghatóvá vált az elektromos töltések közötti kölcsönhatás.

A következő kísérletben – egy gyufaszál elmozdulása az érméről – az elektrosztatikus erő kibillentette az összeállított tárgyakat az egyensúlyi helyzetből. Az elektromosan feltöltődött rúd közelítése elég volt ahhoz, hogy a gyufaszál megmozduljon, és leessen a pénzérméről. Egy egyszerű, de látványos példája annak, hogyan képes egy láthatatlan erő megváltoztatni a testek helyzetét.

Az elektromágnes bemutatása megmutatta, hogyan alakul át az elektromos áram hatása mágneses erővé. A tekercsben folyó áram hatására létrejövő mágneses mező felemelte a vasreszeléket, és amint megszakítottam az áramot, a mágneses hatás is megszűnt. A résztvevők megtapasztalhatták az elektromosság és mágnesesség szoros kapcsolatát.

A CD-s légpárnás korong kísérlete a súrlódás világába vezetett. A levegőpárnán lebegő CD könnyedén siklott az asztalon – megmutatva, milyen nagy szerepe van a súrlódás csökkentésének a mozgás megkönnyítésében.

A szívószál segítségével kilőtt papírrakéta tanulságos kísérletként szemléltette a hatás-ellenhatás törvényét, vagyis Newton harmadik törvényét. A kifújott levegő nyomása a rakétát több méterre repítette.

A következő, pénzérmés kísérlet az impulzusmegmaradás törvényét tette szemléletessé. Több érmét sorakoztattam egymás mellett, és csak az utolsót pöccintettem meg – mégis az első mozdult el!

Végül a minicentrifuga forgása során megfigyelhetjük, hogyan működik a centrifugális erő. Szívószálakból és pálcikából készült szerkezetet forgattam egy kis tál vízben, és a víz kifiröccsent a szívószálban bevágott nyílásokból – ez a centrifugális erő hatása. Ugyanez az elv működik a mosógép centrifugájában is: a forgás során a víz a forgástengelytől kifelé szorul.

Ezek az egyszerű kísérletek megmutatták, hogy a fizika nem távoli, bonyolult tudomány, hanem a mindennapok rejtett mozgatórugója. Egy mágnes, egy műanyag rúd vagy egy darab szívószál is elegendő ahhoz, hogy felfedezzük a természet alapvető törvényeit. A kísérleteknek köszönhetően a láthatatlan erők láthatóvá válnak, és egy kis kíváncsisággal, kreativitással bárkiből lehet „felfedező”.

Záró gondolatok

Ezúton is köszönöm a lehetőséget, hogy ismét bemutathattam kísérleteimet az Ericsson Házban, a Kutatók Éjszakája program részeként. Külön köszönet illeti a szervezőket, akik évről évre lehetőséget teremtenek arra, hogy a természettudományok iránt érdeklődő pedagógusok és diákok bemutathassák munkájukat, ötleteiket és kísérleteiket. Hiszem, hogy közös célunk – a diákok kíváncsiságának felébresztése és a tudás szeretetére nevelés – minden ilyen alkalommal új lendületet kap. Hálás vagyok a közönségnek is, aki figyelmével és lelkesedésével tette különlegessé az előadást.

TARTSUNK EGYENSÚLYT! – A CSODÁK TANODÁJA CSAPAT SZEREPLÉSE A KUTATÓK ÉJSZAKÁJÁN

Hasznosi Tamásné

Sashalmi Tanoda Általános Iskola, Budapest

E-mail: hasznosibabi@gmail.com

A csapat létrejöttének rövid története

A XVI. kerület öt falu egyesítéséből jött létre. És valóban úgy is működik, mintha egy falu lenne. Szinte mindenki mindenkit ismer. Az iskolai, a kerületi rendezvények összefonódnak. Például a Szent Mihály-napi búcsúra a templomhoz közeli iskolákat rendszeresen meghívják, hogy diákjaik szereplésével tegyék színesebbé a vásári forgatagot.



1. ábra. A Csodák Tanodája Csapat

A mi iskolánk, a Sashalmi Tanoda Általános Iskola is meghívást kapott minden évben. Amikor az iskolába kerültem matematika-fizika tanárnak, felmerült az ötlet a búcsú szervezőjében, hogy mi lenne, ha a kis fizikusaimat kihoznám a színpadra, és nem csak az iskola falai között mutatnának be kísérleteket, hanem színpadon az érdeklődő közönségnek is. „Ti lehetnétek a Csodák Tanodája.” – mondta Petrovics Sándor, a búcsú főszervezője. Így született meg a kis csapat (1. ábra). Azóta minden évben – a Covid időszakát kivéve – ott vagyunk a Szent Mihály-napi búcsún. Persze az első fellépők azóta már egyetemisták, de mindig van utánpótlás a hetedik, nyolcadik évfolyamosok közül. A hírünk a kerületben máshová is eljutott. Szerepeltünk egy-egy közösség nyári búcsúztatóján, vagy gyermeknapi műsorában is.

Az Ericsson Házban idén már harmadjára szerepeltünk. Először 2019-ben hívtak minket dr. Jarosievitz Beáta a Kutatók Éjszakájára, az „Öveges tanár úr utódai – Fizikai kísérletek nem csak tudósoknak” című programra előadónak.



Hasznosi Tamásné 1990-ben szerzett matematika-fizika szakos általános iskolai tanári diplomát az ELTE TFK-n. Jelenleg a Budapest XVI. kerületi Sashalmi Tanoda Általános Iskola matematika-fizika szakos tanára. 2013 óta a kerület matematika-fizika tantárgygondozója, szerepet vállalt a tanárképzésben és a fizika tanításának módszertani kutatócsoportjában. Életre keltette a népszerű Sas Elemér Kerületi Fizika Csapatversenyt. Tanítása során fontosnak tartja, hogy diákjai megismerkedjenek a kutatásalapú tanulás módszerével, a fizika törvényeivel. A munkáját több kitüntetéssel is ismerték.

Mit vigyünk a közönség épülésére idén? Kell egy jó ötlet!

Tavasszal a „Győri Mobilis Kísérletbazár” című versenyre olyan kísérleteket vittünk, amelyekkel a közönség kipróbálhatta, mennyire tudja a fizikai ismereteit felhasználni különféle egyensúlyi helyzetek létrehozásában. Interaktív kísérleteink ismét sikert arattak a versenyen, megint különdíjasok lettünk. Amikor gyerekek megtudták, hogy idén is meghívást kaptunk az Ericssonba, azt javasolták, hogy vigyük el oda is az egyensúlyi kísérleteinket, azonban a helyszín igényeinek megfelelően átalakítva azokat. Nagyon örülök, hogy hallgattam rájuk. Valóban tetszetek a Kutatók Éjszakáján egybegyűlteknek is a felsorakoztatott balanszok.

Tehát az idei bemutatónk gerince az egyensúly volt. Nemcsak merev testek, hanem folyadékok és gázok, sőt fizikai mezők egyensúlyára is hoztunk kísérleteket. Adta magát a produkciónk címe: „Tartsunk egyensúlyt!”

Újra együtt a csapat! Kezdődhet a felkészülés

Mivel már a tanév végén tudta a csapat, hogy miről fognak szólni a kísérletek, az volt a legnagyobb kihívás számukra, hogy ki vegye át a már elballagott diákok szerepét, hogyan alakítsuk át „nagy termi” előadásra a kísérletek bemutatását, és milyen szerepet kapnak majd az újak a csapatban.

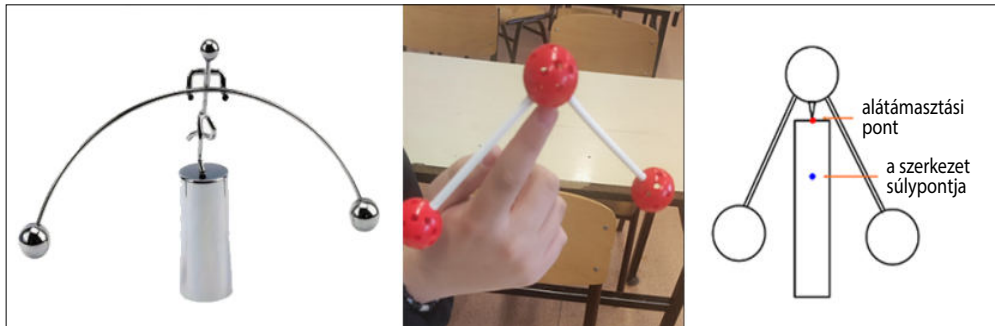
Először is felelevenítettük a kísérleteket, majd jött az újraosztás. Meglepődtem, hogy előre készültek: már tudták, ki melyiket, kivel szeretné színpadra vinni. Sajnos a szeptember nemcsak izgalmas, jó dolgokat hozott, hanem némi vírusos megbetegedést is. Így mindenkinek be kellett tanulnia a társának a szerepét. Ez jó döntés volt, mert az egyik csapattag éppen megbetegedett, de a partnere remekül oldotta meg a feladatot.

Idén csak a nyolcadikosok vettek részt a bemutaton. Tizenkét tanuló az osztályomból. A kísérletek közötti átvételi konferálás szerepét én vállaltam magamra.

A próbákön előzetesen gyakoroltuk egyrészt a kísérlet ügyes elvégzését, másrészt a magyarázat, illetve a kísérletekhez fűződő szöveg helyes elmondását.

Na, nézzük, hogyan tartottunk egyensúlyt! A kísérleteink listája

Elsőként a Bábel építőjáték felhasználásával egy bemutott egyensúlyjáték készítésére hívtunk ki vállalkozókat



2. ábra. Az egyensúlyozást bemutató játékunk

a közönség soraiból. Az első kudarcok után volt, akinek sikerült megcsinálnia. A tanodások pedig elmesélték, hogy mi kell ahhoz, hogy működjön a játék (2. ábra): *Akkor lesz egyensúlyban a játékunk, ha a súlypont az alátámasztási pont alá esik. Ha ez nem valósul meg, akkor a gravitációs erőnek lesz forgató hatása a test súlypontjára, és elfordítja az alátámasztás körül, leesik a szerkezet.*

Második kísérletünk egy érdekes, már-már hihetetlen egyensúlyt mutatott be. A magyarázat az előzőhöz hasonló, de itt kötelek tartják az egyensúlyt, meglepő látványként (3. ábra).



3. ábra. A kötelek szerepe az egyensúly megtartásában



4. ábra. Mágnesek lebegtetése

Ezt követően bár szilárd anyagú testek jöttek, mégis két fizikai mező egyensúlyára vonatkoztak a kísérletek.

Mágneseket „lebegtetünk”, legyőzve a gravitációs erőt (4. ábra).

Magyarázatként egy kis rövid ismertetést hallgathatott meg a közönség a mágnesesekről: *A mágneseknek két pólusuk van. Ha elektromágnesek, akkor is. A pólusok neve: északi és déli pólus. Az azonos*

pólusok taszítják egymást, a két különböző pólus között pedig vonzás lép fel. A mágnesek a vasból, nikkelből és kobaltból készült fémtárgyakra is erős vonzással reagálnak. Ha a mágneses erőt és a gravitációs erőt sikerül egyensúlyba hozni, akkor a mágneseket vagy éppen az említett fémekből készült tárgyainkat meg tudjuk lebegtetni.

A kísérleteink sorát a gázok egyensúlyával folytattuk. Ismét a közönségé volt a főszerep: egy közepesen felfújt lufival kellett felemelni egy poharat. A lufi pohárba tömődése nem sikerült, mindig lecsúszott a pohár (5. ábra).

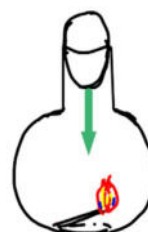


5. ábra. Lufi a pohárban

Megmutattuk, hogy a feladat megoldható mégis: *Ha megpróbáljuk beletenni a lufit a pohárba, nem tudjuk vele azt felemelni. De tegyük a pohárba egy égő gyufaszálat, majd tegyük a lufit a pohár szájára! A lufi elzárja az égő gyufa előtt az oxigént, így csak az tud elfogyni, ami a pohárban van. Ezáltal a pohárban csökken a nyomás. A külső levegő nyomása azonban változatlan, de már nagyobb, mint a pohárban lévő. Ez a nyomáskülönbség szorítja bele a lufit a pohárba, olyan mértékben, hogy a lufival a poharat fel is tudjuk emelni.*

Az előzőhöz hasonló magyarázatú kísérlettel folytattuk. Sajnos elsőre, másodikra, sőt harmadikra sem sikerült, de a fiúk nem adták fel, így a bemutató végén, amikor újra megismételték, végül igen nagy sikert arattak. Sikerült megetetniük egy lombikkal egy főtt tojást (6. ábra)!

Természetesen a magyarázat sem maradhatott el: *Kezdetben a lombikban és körülötte is ugyanakora a levegő nyomása. Ha azonban egy meggyújtott gyufaszálat rakunk*



6. ábra. Főtt tojás a lombikban

a lombikba, majd egy, a héjától megtisztított főtt tojással bedugjuk a lombik száját, akkor a nyomáskülönbség miatt (belül csökken, kívül ugyanakkora marad a nyomás) a tojás elindul a lombik belseje felé.

Ezután folyadékokkal végzett kísérletek következtek. Megfigyeltük a közlekedőedényeket, készítettünk szökőkutat, és megmutattunk egy saját magunk által készített hidraulikus emelőt. Ennek a működési elvét két csővel összekötött fecskendővel a közönség is kipróbálhatta (7. ábra).



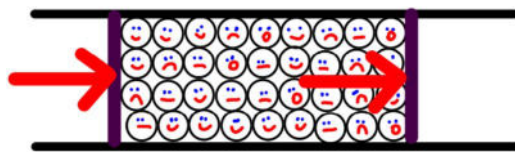
7. ábra. Szökőkút közlekedőedényekkel

És persze mindezt végig a magyarázó szöveg kísérte: A közlekedőedények olyan felül nyitott edények, amelyekben a folyadék szabadon tud áramolni. Ezeket bárhogy billentjük meg, a folyadék nem összefüggő felszíne is mindig egy vízszintes síkban fog bennük elhelyezkedni. Ennek az az oka, hogy így lesz az edény minden ágában a hidrosztatikai nyomás ugyanakkora, így lesz benne a folyadék egyensúlyban. Ha az egyik ága rövidebb, mint a másik, akkor a hosszabbat feltöltve a nyomás csak úgy tud kiegyenlítődni, ha a rövidebb ágából kifolyik a víz. Akár szökőkutat is tudunk így csinálni.

A hidraulikus emelőknél a víz zárt edényben van. Ez azt jelenti, hogy ha az edényben lévő folyadékra nyomást fejtünk ki, nem tud sehova „megszökni”, kénytelen valaminek az elmozdításával utat törni magának (8. ábra).

Ennek az oka a folyadékok szerkezetében keresendő Blaise Pascal törvénye szerint. Képzeljük el, hogy sok apró golyó van egy térben úgy elhelyezve, hogy teljesen egymáshoz érnek, és csak egymáson elgördülve tudnak

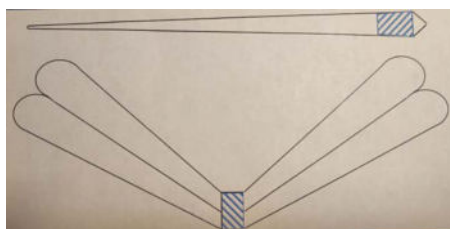
mozogni. Ha az egyik golyót odébb lökjük, az meglöki a mellette lévőket, mint egy zsúfolt buszon, ha valakit meglöknék (9. ábra).



9. ábra. Folyadékok szerkezetének modellezése



10. ábra. Egyensúlyozás a papírszitakötővel



11. ábra. A szitakötő szabásmintája

Végül mindenkinek adtunk egy papírból készített szitakötőt, ami a „szájánál” alátámasztva egyensúlyban marad az ujjunkon (10. ábra). A szitakötő szabásmintáját is közkinccsé teszem (11. ábra).

Szumma szummárum, avagy az előadás tapasztalatai

Idén is a szülők segítségével jutottak el az eszközeink az Ericsson Házba. Amíg kipakoltam, a gyerekeknek lehetőségük volt szétnézni a rendezvény helyszínén. Aztán ők kerültek sorra. Idén már sokkal bátrabban, határozottabban tudtak szerepelni, mint tavaly. Még az új csapatok is erőt merítettek a társaik profizmusából. A közvetítés felvételét visszanezve tűnt csak fel igazán, hogy mennyire ügyesek voltak a gyerekek. A Kutatók Éjszakáját követő vasárnapi Szent Mihály-napi búcsú idén sem maradhatott el. Az ismerős közönség is nagyon élvezte a gyerekek bemutatóját.

Nagyon örülök, hogy az Eötvös Loránd Fizikai Társulat és az Ericsson fontosnak tartja, hogy ilyen korú gyerekek is kiállhassanak az érdeklődő közönség elé, és lelkesedésükkel a hasonló korú nézőikben is felébresszék a kísérletezés, a természet jelenségeinek megfigyelése, a fizika iránti szeretetet.



8. ábra. Hidraulikus emelő bemutatása

SZÍNEK, FÉNYEK, ENERGIAÁTMENETEK

Kilián Balázs né Raics Katalin^{1,2}

¹Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma; ²PTE ÁOK Biofizikai Intézet, Pécs

E-mail: raics.katalin@crnl.hu

Miért fordul a nap felé a napraforgó? Mitől világít a szentjánosbogár?

A fény szerepe az élővilágban vitathatatlanul jelentős; így a kultúránk, vallásunk, a művészet egyik meghatározó szimbóluma is. Nem csoda, hogy a jelenléte vagy éppen a hiánya komoly befolyással van természetes és mesterséges rendszereinkre.

A környezetünkben lévő anyagok molekulái a színek nyelvét beszélik. Elnyelik, átalakítják, hosszabb-rövidebb ideig tárolják, majd „visszaadják” a fényt. Meglepő, hogy az élőlényeken kívül mennyire sok hétköznapi tárgy valamely anyaga mutat fluoreszkáló és foszforeszkáló tulajdonságokat: a tonik, a papírpénz, az olívaolaj, a mosóporok, a sorkiemelő filcek, a méz, a kurkuma, a B₂ vitamin, sőt még a banánhéj is.

Kísérletekkel fedezhetjük fel a kisiskolás korosztálytól kezdve, hogyan alakítják át a molekulák a fényt, megérthetjük, miért bocsát ki más színű fényt az olívaolaj, mint amilyet elnyel. Megmérhetjük, hogy milyen hosszasan őrzi a fényt a foszforeszcens tapéta. Megfigyelhetjük, hogyan szüntethető meg (oltható ki) bizonyos anyagok fluoreszcenciája.

Mi okoz fényt, és mit okoz a fény?

Kiindulásként a foszforeszkáló anyagok és tárgyak gyűjteményének seregszemléje (1. ábra) történhet oly módon, hogy a gyerekek feladata felfedezni az asztalra tett tárgyakat. Feladatuk az, hogy fényt keltsenek velük a sötétben, majd közösen sorra értelmezzük és megnevezük a keltés módját. Így a foszforeszkáló tapétára kékes lézerral rajzolás során adódik, hogy csoportosíthatjuk a jelenségeket aszerint is, hogy mennyi ideig tart az utóvilágítás.

A plazmagömb a villámokra emlékezteti a gyereket, így kiderül: elektromos árammal is lehet világítani. A megtörést követően fénylő karkötőt, illetve horgászfényt sokan ismerik, azonnal megtörik. Gyorsan kitalálják: az elkeveredő folyadékok gerjesztik a festéket. Az internet tanúsága szerint a világító pálcika műanyag csövében hidrogén peroxid, a belsejébe zárt üvegcső-

ben fenil-oxalát észter (mérgező!) és a festék található. Az első kettő reakciója biztosítja a gerjesztő energiát a fluoreszcens festéknek. Az asztalon levő UV-lámpával megvilágítva a sorkiemelő filcekből kioldott színes festékek, a tonik, olívaolaj, napraforgóolaj, mosópor, sör, a papírpénzen levő titkos jelölés, a rubin, kalcit és fluorit ásványok és bizonyos körömlakkok addig bocsátanak ki fényt, ameddig a gerjesztő lámpa is, tehát fluoreszkálnak.

A foszforeszcens pigmentek, a gyerekszobát dekoráló csillagok és holdacsók a megvilágítás megszűnését követően is fénylenek: foszforeszkálnak. Látványos videófelvételek, internetes fényképek illusztrálják a biolumineszcencia csodálatos képviselőit (szentjánosbogár, *Noctiluca scintillans* alga, kristálymedúza, cianobaktériumok stb.). Megbeszélhetjük a gyerekekkel, hogy az élőlények világításának számos, a túlélést segítő szerepe lehet: a táplálék csalogatása, a támadó elijesztése, párválasztási segédeszköz, kommunikáció...



1. ábra. Mi mindennel kelthetünk fényt?

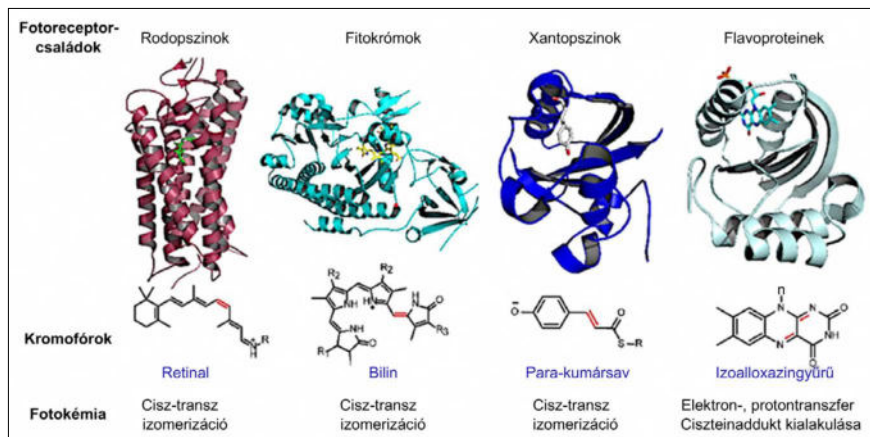
Érdeemes összegezni, hogy a lumineszcencia gyűjtőnév alkategóriái, az elektro-, foto-, kemi-, mechano-, szono-, krisztallo- stb. lumineszcencia a gerjesztés módjaira utalnak. Megfordíthatjuk a kérdést és a folyamatot: a fény is okozhat kémiai, biológiai, netán hőhatást? Gyűjtsük össze! Hamar beugrik a gyerekeknek a fotoszintézis, a napraforgó, a napelem, a napkollektor, kiegészíthetjük ezt az ezüst-halogenid film megfeketedésével, az ózonképződéssel, a lézervágással stb.

A biológiai rendszerek fényérzékelése

A fénnel számos természetes és mesterséges folyamat beindítható vagy éppen gátolható, ki-bekapcsolható. Bemutathatunk a gyerekeknek olyan mikroszkópos felvételt, amelyen a zöld szemesostoros egysejtű (*Euglena gracilis*) negatív fototaxisa (fényre jelentkező menekülő mozgása) látható. Tehát kereshetünk példákat arra, hogy a fény (vagy hiánya) aktiválhat (vagy blokkolhat) moz-



Kilián Balázs né dr. Raics Katalin (1984) fizika-környezettan és biológia szakos középiskolai tanár. 2014 óta a pécsi Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziumának fizikatanára, emellett a PTE ÁOK Biofizikai Intézetében kutat és oktat. Kutatási témája: Funkcionális fehérjedinamikai vizsgálatok fluoreszcencia- és ultragyors lézerspektroszkópiai módszerekkel. A Nagy Lajos Gimnázium alatt terjeszkedő ún. „Lézerpince” ötletgazdája, amelyet diákjaival és kollégáival épít és gondoz mint a zömmel optikai kísérleteket bemutató „saját csodák palotáját”. Az interaktív installációkban gazdag pince alkotói az elmúlt évtized gimnazistái; látogatói az ország minden részéről érkező diákcsoportok és tanárok.



2. ábra. Fényérzékelő fehérjecsaládok és fotoantennáik (Forrás: J. Tollentino Collado PhD-disszertációja, Stony Brook University, 2021)

gást, növekedést, szaporodást: napraforgó, más virágok, cianobaktériumok, gombák, szúnyogok, molylepkék, ... De vajon hogyan érzékelik a fényt a fenti biológiai rendszerek?

A fényérzékelő fehérjéknek számos családja ismert (2. ábra), többek között a látásunkban is szerepet játszó rodopszinok (az emberi és állati szem fényérzékeny pigmentje), a B2 vitaminban is megtalálható flavoproteinek, a kék fény szűrésében és a retina védelmében közreműködő xantopszinok és a növényi fitokrómok, amelyek például a szármegnyúlásért felelnek (árnyékkerülő reakció). Ezeknek a fehérjéknek eltérő, bonyolult és napjainkban sokak által részletesen vizsgált a fényérzékelő mechanizmusa. Közös bennük azonban, hogy mindegyik rendelkezik olyan molekularésszel, fotoantennával, amely a fényt, az adott hullámhosszú fotont közvetlenül elnyeli, abszorbeálja. A molekulák aromás szerkezete utal arra, hogy a megfelelő abszorpcióhoz sok, könnyen gerjeszthető elektronra van szükség, hiszen a gerjesztő fény energiáját a molekulák elektronjai nyelik el.

Az egyetlen elektronhoz tartozó energiaszintek különbsége (a legalacsonyabb betöltetlen molekuláris pálya – lowest unoccupied molecular orbital, LUMO – és a legmagasabb betöltött molekuláris pályák – highest occupied molecular orbital, HOMO – közötti energiakülönbség) az energiakülönbségnek megfelelő korlátozott hullámhossz-tartományt tud elnyelni. A legmagasabb betöltött molekuláris pálya az elektronok „kiindulópályája”, legalacsonyabb betöltetlen molekuláris pálya a „célállomás”. Ha a molekulában több delokalizált elektron van (pl. π -elektronok konjugált rendszerekben), akkor többféle elektronátmenet lehetséges, tehát szélesebb spektrális tartományban történhet az abszorpció. Sok fényabszorbeáló molekula (pl. karotinoidok, xantofillok, a rodopszinok kromofórai) konjugált kettős kötések tartalmaz. A π -elektronok delokalizált rendszere lehetővé teszi, hogy alacsonyabb energia (látható fény) elnyelődjön, mert így a HOMO-LUMO energiakülönbség kisebb lesz. A látható fény tartományában történő hatékony elnyelés a fotoszintézisben vagy a látásban szereplő pigmenteknél kritikus.

Mit mutatnak a spektrumok? (Mi is az a spektrum, és miért színesebb, mint gondolnánk?)

A fényelnyelés demonstrálását egyszerűen és látványosan megtehetjük egy párhuzamosított sugarú vagy fénynyalábú zseblámpával, optikai rácscsal vagy prizmaival és egy fényelnyelő közeggel (pl. olívaolaj, a sorkiemelő filcekből kioldott színes festék stb.)

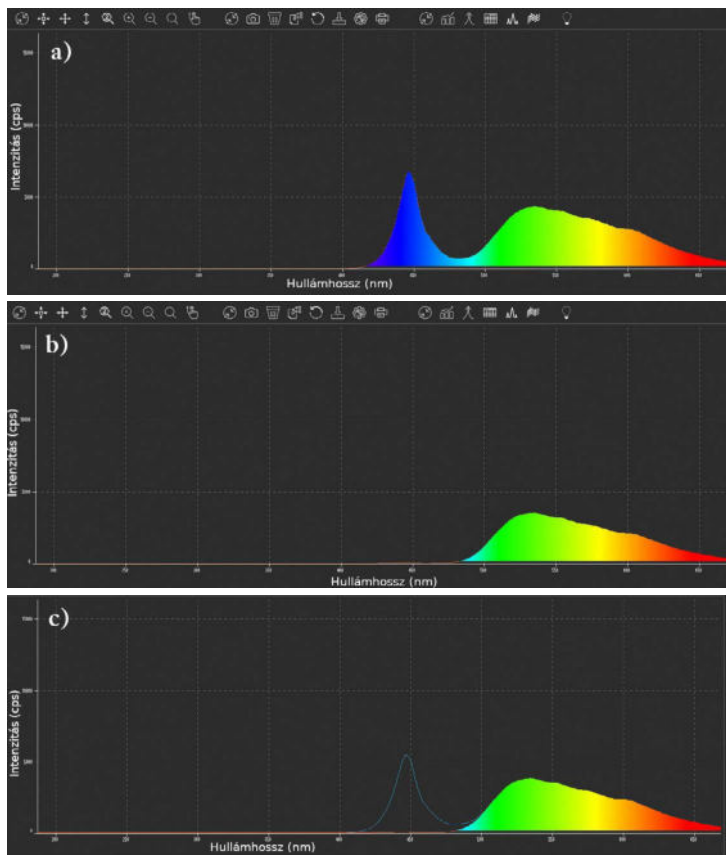
A foszforeszcens táblán jól szemléltethető, hogy csak a kék és UV lézerrel lehet rá rajzolni, a

vörös és a zöld lézer nem gerjeszti a festékmolekulákat. Ezen a ponton lehet ellenőrizni a 3a., b. ábrán bemutatott spektrométermodellel, hogy az adott festék mely tartományon abszorbeál, ugyanis a szivárványból hiányzó színű fényforrással lehet sikeres a gerjesztés.

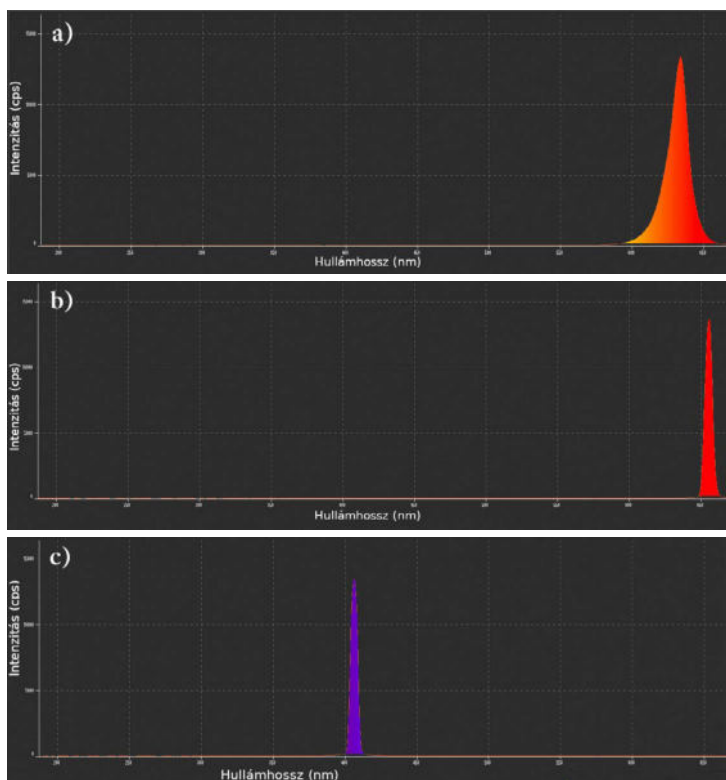
Az abszorpciós és emissziós spektrumok pontosan mérhetők. Az Ocean optics STS UV típusú kicsi spektro-



3. ábra. Az a) ábrán a zseblámpa látható tartománybeli színeke látható, a b) ábrán a flavin-mononukleotid (FMN) fényelnyelése a kék tartományban, vagyis a hiányzó szín



4. ábra. a) A zseblámpa emissziós színeképe. b) Az ismert emissziós spektrumú zseblámpával megvilágított FMN; az elnyelés miatt hiányzik a kék csúcs. c) Együtt az elnyelés előtti és utáni spektrumok



5. ábra. a) Piros LED fényforrás spektrálisan kiszélesedő emissziós spektruma. b) Egy piros lézer „monokromatikus” emissziós spektruma. c) Egy kék lézer emissziós spektruma

métere jó spektrális felbontással képes kimérni az egyes fényforrások, illetve anyagok ujjlenyomatszerű emissziós, illetve abszorpciós spektrumait (4. és 5. ábra).

A fiatalabbak is felismernek annyit az egymás után bemutatott különböző spektrumokból, hogy melyik színből van sok vagy kevés a különböző fényforrások emissziója, illetve a megvilágított anyagok abszorpciója miatt. A nagyobbaknak érdemes elmagyarázni, hogy az abszorpciós (elnyelési) spektrum a gerjesztett állapotok rezgési energiaszintjeiről, míg az emissziós (kibocsátási) színeképek az alapállapot rezgési szintrendszeréről informálnak, vagyis ujjlenyomatszerűen az anyag fényelnyelő molekuláinak (elektron-) szerkezetéről tanúskodnak.

Élettartam

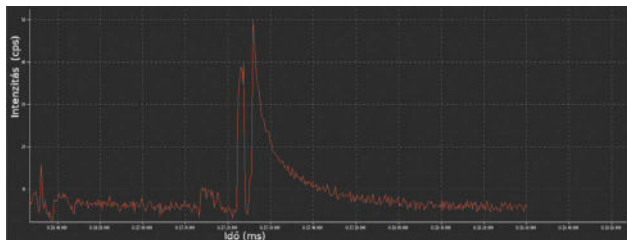
A fluoreszcencia élettartama meglehetősen rövid (tipikusan néhány nanoszekundum), a foszforeszcencia lecsengése szemmel látható. Spektrométerrel, meghatározott emissziós hullámhosszon a fényintenzitás időbeli változása követhető (6. ábra). A kirajzolódó exponenciális lecsengés alapján a maximális intenzitás e -ad részénél definiáljuk az élettartamot.

A maximális beütésszám 50 beütés másodpercenként, az alapvonal 5, így $5 + 45/e \approx 21,55$ -ös mért intenzitásnál van a foszforeszcencia élettartama. Excelben meg is illeszthetjük a görbét, akkor pontosabban meghatározható az élettartam.

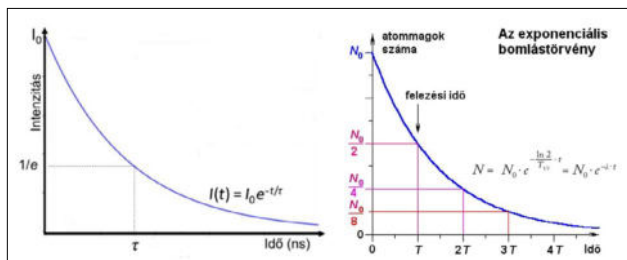
Szép analógia mutatható a radioaktív bomlással, a még világító molekulák száma ugyanolyan törvényszerűség szerint fogy, mint az el nem bomlott radioaktív atommagok száma (7. ábra).

Kioltás

A tonikban található kinin fluoreszcenciáját kiolthatjuk szódabikarbónával (8. ábra); ez látványos, ha folytonos megvilágítás mellett keverjük bele. A fluoreszcencia kioltásának legfőbb oka az, hogy a szódabikarbóna lúgosítja a tonikot (a pH megnő), a kinin protonáltságának megváltozásával pedig a fluoreszcencia gyengül vagy eltűnik. A kinin savas közegben (pH 3–4) nagyon erősen fluoreszkál, mert az aromás kininmolekulában található nitrogéntartalmú bázisos rész protonálódik. Ez a forma olyan elektroneloszlást eredményez, ami hatékony π^* gerjesztést tesz lehetővé, emiatt látható az erőteljes fluoreszcencia. Lúgos közegben (pl. szódabikarbónától) a kinin deprotonálódik, az elektroneloszlás megváltozik: más lesz a ger-



6. ábra. A világító tapéta foszforeszcenciájának lecsengési görbéje kék lézerral történő megvilágítást követően, 530 nm-en mérve



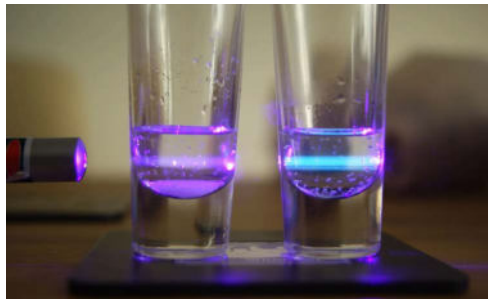
7. ábra. Analógia a radioaktív bomlással. a) A fluoreszcencia lecsengése, b) radioaktív bomlás

jesztett állapot energiaszintje vagy a relaxációs útvonal. Emiatt a gerjesztett állapot sugárzásmentesen alakul át hővé. Tehát a pH a molekula elektroneloszlását, a gerjesztett és alapállapot energiakülönbségét és a fluoreszcencia kvantumhatásfokát változtatja meg. (Mennyi mindennek kell együttállnia, hogy a fluoreszcencia gyönyörű jelenségét megtapasztalhassuk, igaz?) A fluoreszcencia kvantumhatásfoka megmutatja, hogy mennyire hatékonyan, milyen valószínűséggel alakítja át a molekula az elnyelt fényt kibocsátott fénné. Ez akkor 100%, ha minden elnyelt foton esetén van fotonkibocsátás.

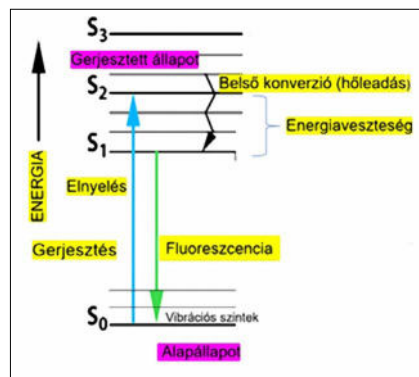
Értelmezés, kitekintés

Ezen a ponton lehet bemutatni a Jablonski-diagramot mintegy összegzőként (9. ábra), hogy az energiaszintek ábrázolásával könnyebben elképzelhetővé váljon, hogy amikor a molekula elnyel egy meghatározott energiájú foton, gerjesztett állapotba kerül (S_1 , S_2 , S_3 állapotok). Innen többféleképpen térhet vissza alapállapotba (S_0), pontosabban az alapállapot valamely energiaszintjére: fénykibocsátással (ez a kisugárzás a fluoreszcencia, ami mindig az első gerjesztett állapotból az alapállapotba való visszatérés-kor valósul meg), sugárzásmentesen (pl. hő formájában rezgések, ütközések révén adja le az energiát) vagy egyéb folyamatokkal (fotokémiai reakció, elektronátmenet).

Szépen magyarázható most már, hogy mi miatt világít pirosan az UV-lámpával (10a. ábra), kék vagy zöld

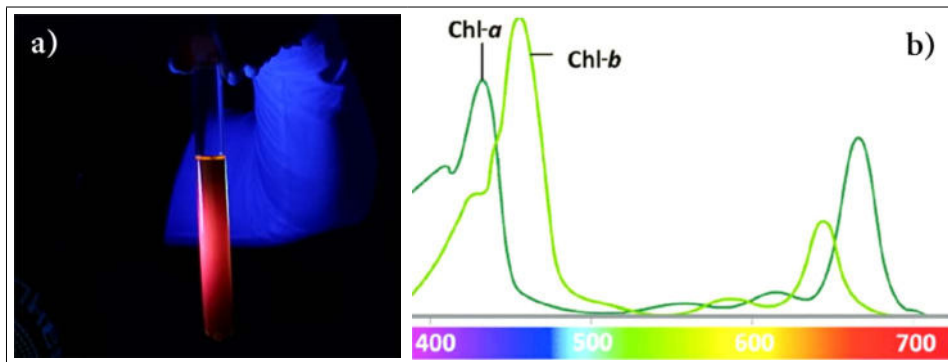


8. ábra. Látványos és érdekes a fluoreszcencia kioltása tonikban (Forrás: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Quenching_of_Quinine_fluorescence_by_chloride_ions.JPG)



9. ábra. A molekuláris energiaátmeneteket ábrázoló Jablonski-diagram

lézerral megvilágított olívaolaj. Az olívaolaj sokféle szerves vegyület keveréke. A vörös fluoreszcenciáért főként a klorofill-a és klorofill-b felelősek. A klorofill-a elnyeli a nagyobb energiájú lila és kék színeket, a klorofill-b a kék és türkiz színeket (10b. ábra), majd a magasabb gerjesztett állapotokból az első gerjesztett állapot-



10. ábra. a) UV fényrel gerjesztett olívaolaj, b) a klorofill-a és klorofill-b abszorpciós és emissziós spektrumai a látványos vöröselőtölódással (Forrás: How Does Chloroplast Protect Chlorophyll Against Excessive Light? L. Guidi, M. Tattini and M. Landi, InTech, 2017)

ba való visszatérés során bekövetkező energiavesztés (belső konverzió) miatt sugároz ki kisebb energiájú, magasabb hullámhosszú fényt.

Irodalom

- Bernard Valeur (2001): Molecular fluorescence. Wiley-VCH Verlag GmbH,
- Lakowicz, J. R. (2006): Principles of fluorescence spectroscopy. Springer.

A SPORTLABDÁK FIZIKÁJA

Nagy Anett

Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged

E-mail: nagy.anett.rmg@gmail.com

Tanárként folyamatosan keressük azokat az ötleteket és módszereket, amelyekkel a diákok érdeklődését felkeltethetjük, és fenn is tarthatjuk a fizikaórákon. A sport számtalan olyan témát kínál, melyhez kapcsolódó projektekkel a kevésbé érdeklődő diákok is figyelemmel fordulhatnak a fizika felé. Ezért kísérletes előadásom témájaként a labdák fizikáját választottam. Az előadás első részében a focilabdák külső megjelenésének és felületének mérnöki fejlesztéseit mutattam be, majd néhány egyszerű kísérlet segítségével azt vizsgáltam, hogy a labda mely fizikai tulajdonságai a legmeghatározóbbak, miközben gurul, pattan vagy repül a levegőben.



1. ábra. Fűzős focilabda



2. ábra. A Telstar labda



3. ábra. A Telstar műhold

Kezdetben a labdák rongyból vagy bőrből készültek, melyeket általában növényi részekkel vagy más anyagokkal tömtek ki. A játék során ezek tömörödtek, deformálódtak, szükséges volt az újratöltésük. Ezért nem varrták össze teljesen a labdákat, hanem egy fűzős részt hagyva lehetőség volt a tömőanyag cseréjére és pótlására (1. ábra). A labdák a technológia fejlődésével egyre tökéletesebbé váltak. A fejlesztések közül egy magyar vonatkozás mindenképpen említést érdemel. Lévy József és Lénárt Ferenc bőripari mérnökök 1962-ben benyújtottak egy újítási javaslatot, melyben a labda szabásmintáját bőr helyett marhahasítékból és az eddig 12–18 hosszúka csík helyett 32 paneles, ötszög és hatszög alakzatokból készítették el. Az új tervek alapján megvarrt labdák tartósságuk és vízállóságuk alapján nagy népszerűségnek örvendtek egész Európában, és megnőtt a külföldi kereslet is a magyar labdák iránt [1]. A két mérnökkel egyidőben dán mérnökök is hasonló szabásmintát használtak, így végül nem lehetünk biztosan abban, hogy ki-

nek az ötlete alapján, de több mint 40 évig a hivatalos focilabdák öt- és hatszög alakú panelek összeillesztésével készültek.

1970-től az egységesség érdekében a FIFA biztosítja a labdákat a futball-világbajnokságokon. A hivatalos gyártó az Adidas, és a cég mérnökei világbajnokságról világbajnokságra igyekeznek egyre tökéletesebb labdát tervezni és gyártani. A labdáknak fantázianeveket is adnak, melyekkel azok könnyen beazonosíthatók. Minden új labda számos fejlesztésen esik át, ezek közül azonban most csak néhány mérőföldkövet említek meg.

Az 1970-es mexikói világbajnokságon mutatták be a TELSTAR nevű labdát, mely az eddigi barnás-sárgás szín helyett fekete-fehér színezést kapott a jobb láthatóság érdekében, ahol az ötszögek feketék, a hatszögek fehérek voltak (2. ábra). A labda onnan kapta a nevét, hogy első ránézésre nagyon hasonlított az 1962-ben felöltött transzatlanti TELSTAR műholdra, az azon található négyzetes alakú napelemek fekete színe miatt (3. ábra). A műhold feladata az Észak-Amerika és Európa közötti kétirányú telefonos és televíziós kapcsolat biztosítása volt [2].

A következő látványos változás az 1978-as argentin világbajnoki labdán jelent meg, melyen az öt- és hatszögletű panelek mintázata optikailag 12 egyforma kör illúzióját keltette. Ezt a labdát egy víztaszító réteggel vonták be, hogy eső esetén se változzon meg számottevően a labda tömege.

Az 1986-os Azteca labda volt az első labda, mely teljesen szintetikus anyagból készült, így sokkal tartósabb és vízállóbb lett. A köröket formáló fekete mezőkben azték mintákat helyeztek el. Az első színes labda az 1998-as franciaországi világbajnoki labda volt, mely a rendező ország színeit viselte. A másik újítás egy mikrocéllákból álló szintetikus habréteg volt, mely kiváló rugalmasságot és egyben tartósságot is biztosított. A 2006-os német világbajnokság labdája teljesen megújult külsőt kapott, hiszen az addigi 32 varrott panel helyett csupán 14 hőhegesztett panelből készült – ezzel a varratok okozta addigi problémákat csökkentették.

A 2010-es Jabulani talán a leghíresebb és egyben a legtöbb támadást kapott labda a világon, mert ugyan ez volt a leggömbölyűbb labda mind közül, azonban nagy sebességeknél mozgása kiszámíthatatlanná vált. A panelek számát tovább csökkentették, ez a labda már csak 8 darab domború, varrások nélküli panelből állt. A 2014-es Brazuca már csak 6 panelből készült, ahogy a 2018-as és 2022-es labda is. Az első szenzorral ellátott labda a 2018-as Telstar 2 volt. A logó alatti rétegben egy NFC szenzor volt, mely a kapu alatt végigfutó kis áramjárta vezeték segítségével egyértelműen tudta jelezni, hogy a



Dr. Nagy Anett a Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnáziumban érettségizett, majd a Szegedi Tudományegyetemen matematika, fizika és angol szakos tanárként végzett. 2005-ben PhD-fokozatot szerzett, doktori dolgozatának témája „Motivációs stratégiák a fizika tanításában”, témavezetője dr. Papp Katalin volt. Egyetemi tanulmányai befejezése óta a Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium tanára, jelenleg igazgatója. Rendszeres résztvevője a Fizikatanári Ankétoknak, ahol legszívesebben hetiköznapi egyszerű eszközökkel végzett kísérleteket mutat be. Az „Út a tudáshoz” fizikatanakönyv-család egyik szerzője. A Játsszunk fizikát! és a Bor Pál Fizikaverseny szervezőbizottságának tagja.

labda áthaladt-e a gólvonalon. A 2022-es al-Rihla és al-Hilm labdák pedig már olyan mérőegységet tartalmaztak, melyben gyorsulásmérő, giroszkóp és pozíciókövető érzékelő is volt. Ez a szenzor másodpercenként 500 jelet küldött a videóbírókat támogató rendszernek a lehető legkorrektebb bírói döntések támogatásához. A jövőben a panelek száma tovább csökken, ugyanis a 2026-os vb labda, a Trionda már csak 4 panelből fog állni. A 4. ábrán a világbajnokságok focilabdái láthatóak [3].



4. ábra. A világbajnokságok focilabdái

A FIFA a labdákat számos különböző vizsgálatnak veti alá: teszteli az alakjukat, kerületüket, tömegüket, vízfelvételüket, alakváltozásukat tartós terhelés alatt, a nyomás változását és visszapattanásuk magasságát is. Mindegyik méréshez meghatároztak egy referenciatartományt, melyen belüli értékek esetén mehet át a labda az adott teszten. Például a labda legnagyobb átmérője legfeljebb 1,5%-kal lehet nagyobb a legkisebb átmérőnél. A vízfelvétel tesztelésekor a labdát néhány órára egy edénybe teszik, melybe előtte 2 cm magasan vizet töltöttek. A labdát a vízben tartva össze-összenyomják egy présrel a rúgásokat szimulálva. A kísérlet végén lemérik a nedves labda tömegét, mely érték legfeljebb 10%-kal lehet több az eredetinél. Mivel a labdának a mérkőzés végén is ugyanúgy kell viselkednie, mint az első rúgásnál, a tartósságot is tesztelni kell. A folyamatos terhelést úgy szimulálják, hogy két forgó henger segítségével 50 km/h sebességre gyorsítják fel a labdát, melyet aztán egy fémfelületre lönek. Ezt az eljárást 2000 alkalommal ismétlik meg, majd megvizsgálják, hogy mennyire módosult a labda alakja. A labda nyomástartását egy 72 órás teszten ellenőrzik, melynek végén a normál légköri nyomáson magára hagyott labda nyomása legfeljebb 20%-kal lehet kisebb az eredeti értéknél. A visszapattanást pedig úgy vizsgálják, hogy a labdát 2 m magasságból acéllemezre ejtik, és mérik a visszapattanás magasságát. A legkisebb és legnagyobb visszapattanás között legfeljebb 10 cm lehet a magasságkülönbség ahhoz, hogy a labda átmenjen a teszten [4].

Laboratóriumi körülmények nélkül is vizsgálhatjuk a labdák tulajdonságait, például tömegüket, alakjukat, vízfelvételüket vagy visszapattanásukat. Tesztelhetjük különböző labdák visszapattanásának magasságát például

úgy, hogy egyforma magasságból leejtjük azokat, és összehasonlítjuk, sőt, videófelvétel vagy fénykép készítésével akár meg is mérjük a pattanás után elért legnagyobb magasságokat. Megmérhetjük ugyanannak a labdának a visszapattanási magasságát a körülményeket változtatva, vagy vizsgálhatjuk a sebességek változásait az egymás utáni pattanások során. Például az emelt szintű fizikaérettségi szóbeli részén a diákok egyik feladata egy pingponglabda pattanásainak vizsgálata a Tracker program segítségével. Pattogtathatunk labdát különböző felületeken, különböző belső nyomással, vagy például különböző hőmérsékleten. A középszintű érettségi egy projektfeladata lehet például annak meghatározása, hogy egy teniszlabda visszapattanási magassága hogyan függ a labda hőmérsékletétől. Egy hasonló mérés eredményeit tartalmazza az 1. táblázat, mely az 1 m magasságból leejtett különböző hőmérsékletű teniszlabda visszapattanási magasságait tartalmazza. A kísérlet igazolta, hogy a hőmérséklet emelkedésével nő a visszapattanás magassága [5].

1. táblázat. A magasság a hőmérséklet függvényében

Hőmérséklet (C°)	A visszapattanás magassága (cm)
-18	55
4	62
21	70
95	83

Bármilyen rugalmas is egy labda, a földre pattanásakor mindig veszít valamekkora energiát, így semmiképpen nem tud eredeti indítási magasságáig visszapattanni. Azonban, ha két labdát egymás tetejére teszünk, akkor a felső labda az indítási magasságánál magasabbra is pattanhat. A látszólag meglepő jelenség magyarázata, hogy a labdák nem egyszerre érnek a földre, hanem az alsó labda ér először a talajra, onnan visszapattanva ütközik neki az ekkor még lefele tartó nála kisebb tömegű labdának, és az ütközés hatására energiájának egy részét átadja a felső labdának. Ezzel a plusz energiával a felső labda magasabbra tud pattanni, mint ahonnan indult. Kísérletezzünk többféle és esetleg több labdával is! Kosárlabda-teniszlabda párosítás esetén, ha sikerül függőlegesen leejtünk a labdapiramist, akkor azt tapasztalhatjuk, hogy a teniszlabda akár az indítási magasság négyszeresére is felpattan (5. ábra) [6].

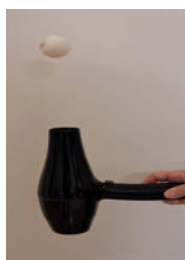
A labdák mozgását a levegőben legin-



5. ábra. A labdapiramis

kább a labda felülete, sebessége és forgása határozza meg. Számos sportban tapasztalhatjuk, hogy ha a labdát ütés vagy rúgás közben forgásba is hozzák, azaz megcsavarják, akkor a labda menet közben eltér eredeti mozgásirányától, így mozgása látszólag ellentmond Newton 1. törvényének. A csavart labda titkának megértéséhez a Magnus-effektus és a Bernoulli-törvény ismerete szükséges.

A Bernoulli-törvényt egy hajszárító segítségével könnyedén demonstrálni is tudjuk. A hajszárítóból kifújt gyors légáramban a nagyobb sebesség hatására megnő a dinamikus nyomás, így a statikus nyomás csökken. Ezért oldalról, a nagyobb nyomású levegő a légáram felé indul el, ezzel benntartva, illetve vissza-visszalökődve a légáramba a pingponglabdát (6. ábra). Könnyen igazolhatjuk azt is, hogy az oldalról beáramló levegő tartja benn a labdát a légáramban. Helyezzünk egy papírhengert a bekapcsolt hajszárító fölött táncoló pingponglabda fölé (7. ábra). Ekkor azt tapasztaljuk, hogy a pingponglabda hirtelen magasra felrepül, és kikerül a légáramból, mivel oldalról elzártuk a beáramló levegő útját, és ezzel megszüntettük a benntartó hatást. Hajszárító nélkül is bemutatathatjuk a jelenséget. Egy meghajlított szívószálba levegőt fújva egy pici lufit (például egy vízbombának való lufit) bárki könnyedén táncoltathat a levegőáramban (8. ábra).



6. ábra. Pingponglabda a légáramban



7. ábra. A papírhenger a légáramban



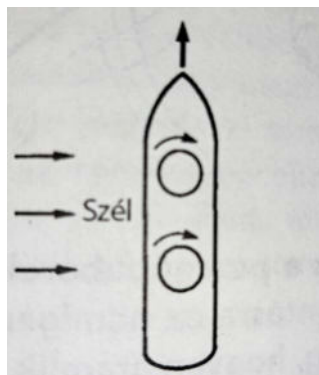
8. ábra. Lufi lebegtetése szívószállal

Ha egy labda folyékony vagy gáz közegben mozog, akkor a labda felszíne magával sodorja a közeg molekuláit is. Így a labda egyik oldalán a keletkezett örvény sebessége hozzáadódik, a másik oldalon kivonódik az eredeti sebességből (9. ábra). A labda két oldalán tehát különböző lesz a sebesség, így nyomáskülönbség fog kialakulni Bernoulli törvényének megfelelően. Ezért a labda a pörgésirányától függően valamelyik irányban eltérül az eredeti mozgási irányához képest. Ez a jelenség magyarázza azt, hogy az ügyes focisták a kapu előtt álló védő sorfal mellett is be tudják csavarni a labdát a kapuba [7].

A jelenséget Gustav Magnus egyetemi tanár fedezte fel 1852-ben, amikor felkérték, hogy adjon magyarázatot az ágyúgolyók különös mozgására. Ugyanis az akkortájt használt ágyúknál többször tapasztalták, hogy az ágyúgolyók a pálya egy részén teljesen eltértek a kilövés irányától, több alkalommal akár teljesen vissza is fordultak. Magnus azt állapította meg, hogy az ágyúgolyók felszínének apró egyenetlenségei miatt egyes golyók még az ágyú csövében forgásba jöttek, és így a csőből kilépve röppályájuk a forgás miatt kiszámíthatatlanná vált.



9. ábra. A labda két oldalán különböző a sebesség



10. ábra. Flettner rotoros hajó rajza

A Magnus-effektust használta ki Anton Flettner mérnök, aki hajóira több függőleges tengely körül forgó hengert szerelt (a hengerek percnkénti fordulatszáma 120 volt), melyek hatására az oldalról fújó szél a hajót előre vitte (10. ábra). Ha a szél irányt váltott, és a másik oldalról fújott, akkor a hengereket a másik irányba forgatták, mert egyébként a hatás hátrafelé mozgatta volna a hajót. 1926-ban Baden-Baden nevű hajója sikerrel átszelte az Atlanti-óceánt [8]. A rotoros hajtás már akkoriban is komoly üzemanyag-megtakarítást jelentett, de a Flettner-rotor felhasználása napjainkban éli virágkorát. Főleg környezetvédelmi szempontok miatt. Teherszállító hajókra hatalmas, a rakodás megkönnyítése miatt sokszor eltolható vagy lehajtható forgatható hengereket építenek, melyek segítségével a Magnus-hatás alapján komoly üzemanyag-megtakarítást és CO₂-kibocsátáscsökkenést érnek el (11. ábra) [9].



11. ábra. A 2017-ben épített TRLady teherszállító hajó

A Magnus-effektus bemutatására papírpoharakból könnyedén készíthetünk egy kis eszközt a diákokkal is. Ragasztószalag segítségével erősítsünk össze két papírpoharat úgy, hogy a talpukat fordítsuk egymás felé (12. ábra). Az így elkészült hengeres testet egy, a közepére tekert gumiszalaggal (több összefűzött befőttes gumival) lőjük ki, vagyis hozzuk forgásba (13. ábra). Kis gyakorlás után nagy sebességgel tudjuk csúzlíként kilőni eszközünk, amely a gyors pörgés hatására íves pályán magasra emelkedik; jól mutatva a Magnus-effektust (14. ábra) [10].



12. ábra. A kísérlet eszközei



13. ábra. A kilövés pillanata



14. ábra. A magasba emelkedő poharak

A labdák tanulmányozása során számos projektet valósíthatunk meg, melyben a különböző korú és érdeklődési korú diákok a labdák vizsgálatán keresztül kicsit közelebb kerülhetnek a fizikához.

Irodalom

1. https://mnl.gov.hu/mnl/ol/hirek/nagy_huho_a_labda_korul
2. <https://index.hu/sport/futball/2013/12/07/vb-labdak/>
3. <https://www.mecselunk.com/focilabda-tortenelem>
4. <https://soccerballworld.com/fifa-soccer-ball-testing-and-approvals>
5. <https://justinleescienceresearch.wordpress.com/2013/05/17/a-tennis-balls-bounce-with-temperature>
6. <https://interestingengineering.com/science/what-are-the-physics-behind-bouncing-balls>
7. Berkes István (1999): A mindennapok fizikája. Springer Hungaria Kiadó.
8. https://index.hu/tudomany/til/2018/09/09/rotor_hajo/
9. <https://hajozas.hu/magazin/teherhajozas/rotor-vitorla-szellet-hajtas-a-kornyezetkimelo-es-takarekos-hajozasert>
10. <https://www.exploratorium.edu/snacks/curveball-demonstrator>

LÁTHATÓ ÉS LÁTHATATLAN, EGY SZÍNPADI KÍSÉRLETBEMUTATÓ TÖRTÉNETE

Szeidemann Ákos

Eötvös József Gimnázium és Kollégium, Tata
E-mail: szeidiak@gmail.com

Előzmények és inspirációk

A tudománypopularizálás, illetve az izgalmas jelenségekkel való megismertetés különleges műfaj egy tanár számára. Persze a hétköznapiakban is hasonló munkát végez oktatóként diákjaival, azonban egy bemutató alkalmával teljesen más a cél és mások a keretek (legfőképpen, hogy nincs semmiféle „tétje” az ismeretátadásnak, sőt, mondhatni a szórakoztatás, az élményszerzés áll a fókuszban), így az efféle tevékenység egy „mezei” fizikatanárnak kihívást jelent. Ugyanakkor a sikeres elemek áttemelhetők egy tematikus előadásból a tanórára.

Az Ericsson-székházban tartott előadás témájával olyan kísérleteket válogattam egy csokorba, amelyeket hasonló bemutatókon már felfűztem egy logikai láncra, így a koncepció alapját részben a debreceni 2019-es

Science on Stage fesztivál „Fény a színpadon” című előadása adta, de előzményként meg kell említenem a gimnáziumom közössége által több éve megrendezett „Kutatók Éjszakája” helyi programjában is szereplő interaktív bemutatókat. Mindkettő alapvetően a fényjelenségeket járta körbe, érintve a fényszórás, visszaverődés, törés, valamint az interferencia kapcsán ismert klasszikus kísérleteket. Emellett a bemutatók kitértek a fény keletkezési módjaira (kisülési csövek, lángfestés, az alkohol égése), a színkeverésre (additív módon három lámpával), az elektromágneses spektrum infravörös (az infrakamera képe révén) és ultraibolya (az UV-lámpa alá helyezett fluoreszcens anyagok, tárgyak segítségével) tartományaira is. Az iskolában tartott alkalom „záró száma” a laboratóriumunk (Selye Diáklabor) egy új beszerzése kapcsán rendelkezésre álló fluoreszcenciamikroszkóp működésének bemutatása volt, amellyel különleges mintákat vizsgálhattunk meg, bepillantást engedve a sejtek különleges világába.

Kísérleteim az esti kínálatban

A késői órára tervezett előadáshoz a korábbi kísérletsort kibővítettem olyan kísérletekkel, amelyek ugyan lazábban, de mégis csatlakoztathatóak a gondolatmenetemhez, alkalmat adva egy átfogóbb tematika bejárására.



Szeidemann Ákos kémia-fizika szakos tanárként végzett az ELTE-n 1998-ban, azóta a tatai Eötvös József Gimnázium tanára. Kiemelt figyelmet fordít a tehetséggondozásra, több mint 20 éve az Öveges József Emlékverseny egyik szervezője. 2014-ben megvédett doktori értekezésében a környezetfizika középiskolai tanítási lehetőségeit tárgyalta. Részt vett az MTA–ELTE Fizika Tanítása Kutatócsoport munkájában. Jelenleg kutatótanár.

Fontosnak tartom, hogy egy „rendhagyó fizikaóra” is hordozzon üzenetet, az érdeklődők vigyenek haza magukkal valami új gondolatot, vagy – ismertebb kísérletek esetén – legalább valami új aspektust, amely összekapcsol távolinak tűnő jelenségeket.

Bemutatómat két idézettel (mottóval) kezdtem, amelyek az érzékenyítést szolgálták, és segítették elhelyezni a tárgyalandó témát a hallgatóság számára. „Jól csak a szívvel lát az ember. Ami igazán lényeges, az a szemnek láthatatlan.” – fogalmazta meg Antoine de Saint-Exupéry „A kis herceg” című nagy sikerű művében. Sokszor a tudományos felfedezések is ilyenek, vagyis nem feltétlenül látjuk közvetlenül a vizsgálandó objektumokat, jelenségeket, azonban hiszünk az adott kutatás sikerében, és ugyan nem a „szív nyelvére”, hanem inkább a matematika kifejezőeszközeivel értelmezhető nyelvre fordítjuk le a tapasztalatokat. A hajtóerőt pedig talán Szent-Györgyi Albert szavai fejezik ki a legpontosabban: „A felfedezés: meglátni, amit mindenki lát, és rátalálni arra, amit senki sem gondolt.”

Hogy a fizikai jelenségek világában való barangoláshoz rögtön fényt gyűjtsünk, a bevezető kísérlet egy kis izzó növekvő áramerősség esetén tapasztalt fényerejének növekedését mutatta be. A volfrám magas olvadáspontjának köszönhetően működés közben elérheti akár a Nap felszíni hőmérsékletének felét, ami a Stefan–Boltzmann-törvénynek megfelelően jelentős sugárzási teljesítménysűrűséget jelent. Mivel azonban ennek igen kis hányada esik a látható tartományba, Edison találmánya mára szinte csak történelem.

A hétköznapiakban használt fényforrások többsége a tér több irányába bocsát ki fényt, ezért nem triviális, hogy a fény egyenes vonalban terjed. Egy „lézertoll” segítségével azonban ezt gyorsan bemutathatjuk. Akkor látunk valamit, ha arról a szemünk által érzékelhető információ (azaz látható fény) jut az „optikánkba”. Ennek kapcsán a hallgatóság bevonására egy találós kérdést

intézttem az érdeklődők felé. A falnak támasztott síktükör mely pontjára pillantson Tom, hogy a szekrény által kitakart Jerry képét láthassa (1. kép)?

Ehhez először alkalmi kis segítőimmal bemutattuk, hogy az egyik szereplőről induló fénysugár egy egyenes mentén (amit egy kifeszített madzag reprezentált) közvetlenül a másik szereplő szemébe juthat. Ha közben egy tükröt akadályként a kettőjük közé helyezünk, az elv akkor is megmarad, azonban a „fénysugár tükröképét” használva kapjuk az eredeti kérdésre a választ. Ezt egy nagy síktükör, egy hosszú madzag és három önkéntes közreműködésével játszottuk el a színpadon, bizonyítva az ábrán látható megoldást.

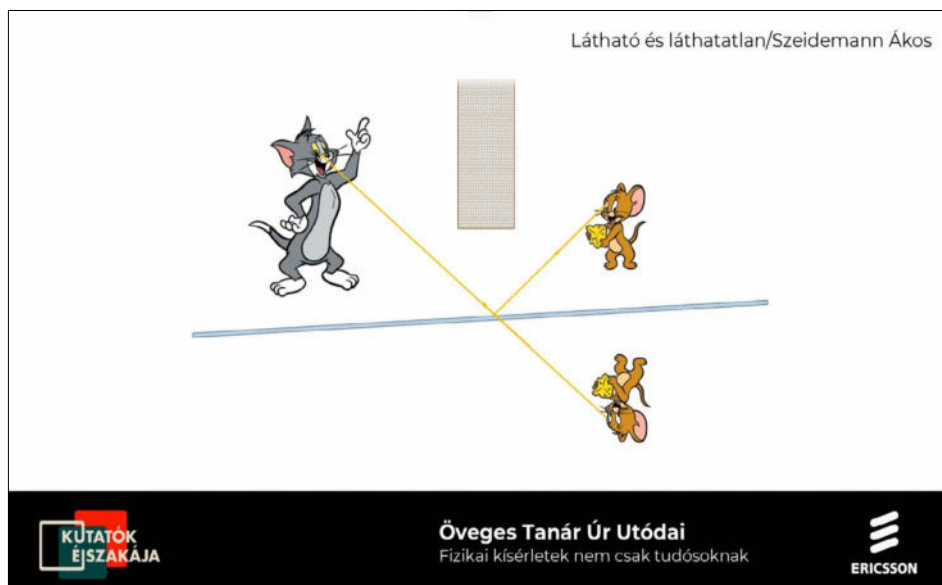
A következőkben a fény egyenes vonalban való terjedésének megtapasztalását erősítettük meg a fényszórás jelenségének demonstrálásával. Üvegcádban található szappanos vízben keresztül irányítottunk lézert fényt, ami a kolloidoldaton való áthaladás közben oldalról is láthatóvá vált. A kísérlet másik változatában vízgőzzel telt műanyag palackba füstölő gyufát dobva a lezárt flakon falát erősen megnyomva, majd hirtelen elengedve „kődöt” hozhatunk létre, amely szintén szórja a fényt.

A fénytörés szemléltetésére kihasználhatjuk az előzőekben tapasztaltakat. Töltsünk meg egy zárható nagy méretű műanyag dobozt félig szappanos vízzel, föléje pedig óvatosan juttassunk gép segítségével füstöt. Ha az edény felső lapján át lézert fényt juttatunk a füst és a víz határfelületre, kiválóan bemutatható a különböző beesési szögek esetén tapasztalt törés.

Ha már a ködkészítési kísérletben a nyomás előke-rült (ami szintén közvetlenül szemmel nem érzékelhető változást jelentett), a következőkben pillantsunk egy kicsit a mechanika (gázok és folyadékok) témakörébe is. Hogyan „fújunk fel” úgy egy lufit, hogy annak szája be van kötözve? Az előadás ezen pontján újra a legfiatalabbak bizonyultak a legaktívabbnak, akik között többen figyelemre méltó ismeretekkel rendelkeztek, és már

mondták is az ötleteiket. A bekészített vákuumharang alá helyezett lufi a szivattyú bekapcsolásával szépen mutatta a várt fizikát: gyorsan megnőtt a térfogata a létrehozott nyomáskülönbség hatására.

S hogy fokozzuk az izgalmat, feltettem az újabb kérdést: tudunk-e vizet forralni szobahőmérsékleten? A forrás – talán a „forró” szóhoz való kapcsolás miatt – a hallgatóság számára mindenképpen csak valami melegítéssel elérhető állapotot jelentett, így biztos voltam a meghökkentőnek tűnő kísérlet sikerében. A



1. kép. A síktükör képalkotásának szemléltetése

szivattyú segítségével elért jelentős nyomáscsökkenés hatására a korábban a hallgatóság által ellenőrzött hőmérsékletű víz a szemünk láttára forrásba jött, amit a nagy méretű buborékok megjelenése tett egyértelművé. A jelenlévő ifjú fizikusok a kísérlet után újra ellenőrizték a víz hőmérsékletét, mert azért maradt bennük némi szkepszis. Az ilyenfajta „Látod? Nem látod? Na, látod!” érzést keltő kísérletek adják talán a legnagyobb élményt.

Következett az egyik kedvencem. Műanyagpoharat kellett az egyik gyermek fejéről a társának kb. 3 méteres távolságból lefújnia. Természetesen ez nem sikerült, hiszen nem tudott olyan áramlástan formát létrehozni a megszokott módon, ami ezt lehetővé tette volna. Aztán előkerült a varázslathoz szükséges nagy méretű műanyag-hordó, amelynek alsó lapjából kivágtam egy kör alakú darabot, a tetejére pedig gumilepedőt feszítettem. A rugalmas anyag megütésével és a hordó megfelelő irányításával már nagy távolságból is sikeres lett a feladat megoldása. A kísérlet kulcsát jelentő örvénygyűrűk láthatóvá is tehetők, ha a hordót füsttel töltjük meg. A bemutató végén népszerű volt ennek a kipróbálása még a felnőttek körében is (2. kép).



2. kép. Örvénygyűrűk keltése

Az áramlástan meglehetősen bonyolult, ugyanakkor rendkívül látványos jelenségekkel foglalkozik, amelyek nagy része a természetben is előfordul. Ezek modellezése nem könnyű feladat: néha csak alaki hasonlóság fedezhető fel egy demonstrációs kísérlet és az ismert természeti jelenség között. Így van ez a tornádóval is, amely működésének alapja a forgó mozgás következtében kialakuló nyomáskülönbség és az ennek hatására létrejövő feláramlás.

A jelenséget mágneses keverővel modelleztem – az ötletet az ELTE Kármán Laboratóriumában láttam. A vízzel teli, áttetsző edényben a forgó mágnes örvényszerű tölcser hozott létre, amely a tornádó alakját idézte. A folyadék felszínén kialakuló „bemélyedés” azonban csupán a történet látható része volt, hiszen a környezetben zajló, összetett áramlások szabad szemmel nem érzékelhetők. Étfesték hozzáadásával azonban megfigyelhetővé vált, hogy az örvény tengelye mentén egy stabil tölcser húzódik egészen az edény alján forgó kis mágnesig (3. kép).



3. kép. Tornádómodell mágneses keverővel

A kisebb kitérő után a fény hullámtulajdonságaival foglalkoztunk. Értelmeztük gumikötél segítségével a hullámhosszt és a frekvenciát, így megérthettük az elektromágneses spektrum egyes tartományai közötti alapvető különbséget. Idő és alkalmas háttér szűkében ebbe az előadásba ugyan nem fért bele a színkeverés, de mindenképpen tanulságos az additív színkeverés bemutatása három alapszín adó lámpa segítségével. Az egyes (színszűrővel ellátott, így monokromatikusnak tekinthető) fényforrások kitakarásával létrejövő árnyékkép vizsgálata is nagyon tanulságos, hiszen további színek „keverhetők” ki, nem beszélve az összetett fehér fény és a teljes árnyék esetén tapasztalható fekete szín létrehozásáról.

A gondolatmenet következő lépéseként az összetett fény felbontása következett. Ehhez optikai rácst használtunk, amelyen először vörös, majd zöld színű lézerek fényét átbocsátva figyelhettük meg a plafonon az interferenciaképet. Jól látható volt az erősítési maximumok elhelyezkedése közötti különbség a két esetben, így könnyedén értelmezhetővé vált a vörös és zöld komponenseket tartalmazó „összetett fény” felbontása, amelyet egyszerűen a két fényforrás ügyes egymás mellé helyezésével imitáltam.

Mire lehet használni ezt a jelenséget? Például arra, hogy kémiai elemeket beazonosítsunk, hiszen azok színképe „ujjlenyomatszerű” jellemzője a periódusos rendszer tagjainak. A szemünk spektrális felbontása nem jó (a fülünk annál inkább: az összetett hangminták részleteinek felismerésével válik a zene igazán élvezhetővé), de egy optikai rács segítségével a kémiai analízis is sikeres lehet, ha például alkálifémek vagy alkáliföldfémek lángfestését vizsgáljuk. A mostani előadásban ennek alternatívájaként kisülési csövek fényét vizsgáltuk. Oxigénnel, kriptonnal és héliummal töltött csöveket választottam, hogy a légköri optikai jelenségek (sarki fény, villámlás), Bródy Sándor szabadalma és a Nap spektrumának vizsgálata révén a hélium felfedezése is szóba kerülhessen.

A kísérleti válogatás záróakkordjaként az infravörös sugárzás és a látható fény összehasonlítása került a fókuszba. Hőkamerával vizsgáltuk anyagok áteresztő és visszaverő képességét. Kis segítőm kezét sötét szemetes zacskó mögé helyeztük, és az általa mutatott számot próbálta a közönség kitalálni. Ez persze csak akkor sikerülhetett nagy hatékonysággal, ha a kezét infrakamerán

keresztül néztük, ugyanis a zacskó az infravörös tartományban sokkal jobban átengedte a sugárzást. Érdekes a kísérlet mellé ellenpéldaként az üveglapot is megmutatni, azaz az előző „számkitalálós” feladat üveg mögé helyezett kézzel éppen, hogy a hőkamerával nem sikerül, hiszen az üveg az infravörös tartományban tükröként viselkedik (4. kép).



4. kép. Üveglap átérésztésének vizsgálata az infra tartományban

Az előadás üzenete egy kísérletben

A hosszú napot illet egy meglepő és gondolatkivezető jelenséggel befejezni. Így került a bögre az asztalra, vagyis a CERN látogatóközpontjában vásárolt thermocolor festékkel mintázott bögrét mutattam meg szobahőmérsékleten és forró vízzel megtöltve. Az eredetileg fekete edény a hőmérséklet fokozatos emelkedésével egyre izgalmasabb színben és mintával pompázott, hiszen kirajzolódott a CMS-kísérlet egy elemi eseményének „képe”, amely szintén az emberi szem számára láthatatlan tartományok és jelenségek szimbólumaként rámutatott arra, hogy a tudomány gyakran a látható világ határain túl kezdődik. Ahogyan a bögre falán a rajzolatok a hő hatására előbukkannak, úgy válik láthatóvá a természet mélyebb rendje is, ha megfelelő „optikán” keresztül tekintünk rá.

Bízom abban, hogy ez a gondolat méltó zárása volt annak az estének, amely a látható és a láthatatlan határmezsgyéjén vezette végig a közönséget.

NYOMÁSSAL KAPCSOLATOS KÍSÉRLETEK

Nagy Tibor, Nagyné Bíró Kornélia

nyugdíjas gimnáziumi tanárok, Szolnok

E-mail: nagyt100@gmail.com

Az előadás elején teszteltük a közönség megfigyelőképességét. Vajon melyik kéz a fontos a Cartesius-búvár mozgatása szempontjából? (1. kép) A Descartes latin nevről elnevezett készülék egy műanyag palacknyi vízből



1. kép

és egy kevés, kb. 3–4 cm³ levegőt tartalmazó kémcsőből áll. Jó a beállítás, ha a készülék érzékeny, vagyis a cső majdnem lebeg, de még úszik. A palack óvatos összenyomásával a kémcsőben lévő levegő is összenyomódik (Pascal törvénye), és a búvár lesüllyed. Tehát nem a másik

kézzel közvetíték energiát a palack felé, amit próbáltam a közönséggel elhíttetni, miközben a palackot szorongattam. (A tanulók számára akár egy projekt munka is lehet egy ilyen eszköz elkészítése.)

Egy egyszerű kísérlet a légnyomás szemléltetésére (2. kép) az, amely során egy pohár vízre papírlapot helyezünk, majd a pohár átfordítása után, ha szerencsénk van, a folyadék nem folyik ki. Töltsük a poharat színültig, kicsit domború felületűre, majd a papírlap ráhelyezése után óvatosan fordítsuk át, hogy ne jusson be levegő a pohárba.



2. kép



Nagy Tibor és Nagyné Bíró Kornélia matematika-fizika szakos középiskolai tanárok. Oklevelüket a József Artlla Tudományegyetemen szereztek 1981-ben. Szolnokon a Varga Katalin magyar-angol két tanítási nyelvű középiskolában és a Széchenyi István gimnáziumban tanítottak matematikát és fizikát a közelmúltban történt nyugdíjba vonulásukig. Sok tapasztalatra tettek szert az elmúlt években, melyet segítettek a külföldi ösztöndíjak, nemzetközi projektek, iskolai látogatások és gyakorlatok. 1991–92-ben egy évet az USA-ban, Connecticut államban töltöttek a Fulbright Tanácsere Program keretében. Nagy Tibor a Simsbury nevű város középiskolájában tanított fizikát egy tanéven keresztül. Az elmúlt években részesei voltak az Európai Unió Comenius programja által szervezett, iskolák közötti nemzetközi együttműködéseknek. Jó tapasztalataik vannak a Szegedi Tudományegyetem által meghirdetett „Kutató Iskola” programban végzett munkákkal kapcsolatban. Sikeresek voltak Szolnokon az általuk, a novemberi tudomány ünnepéhez kapcsolódóan, általános iskolai tanulók részére szervezett évenkénti „Fizika Hónapja” rendezvények. Kiemelik a genfi székhelyű CERN-ben 2003-ban szervezett nyári nemzetközi továbbképzést (HST program), itt 3 hetet, majd 2006-ban és 2010-ben magyar fizikatanárokkal újabb 1-1 hetet tölthettek el. Itt az Európai Nukleáris Kutató Központban szerzett tapasztalatok serkentették leginkább őket a tanulók kutató- és innovációs munkájának ösztönzésére.

Hajlamosak vagyunk a légnyomás értékét lebecsülni, holott Evangelista Torricelli 17. századbeli kísérlete óta tudjuk, hogy a tengerszint magasságán ez a légnyomás egy 76 cm-es higanyoszlop vagy egy kb. 10 m magas vízoszlop nyomásával képes egyensúlyt tartani. Erre kerekítéssel gyakran 100 000 Pa értéket mondunk, illetve még találkozhatunk a 760 Hgmm és a 760 torr kifejezésekkel is. Ha jól meggondoljuk, ez azt jelenti, hogy egy kisebb méretű asztallapra kb. 10 tonna tömeg súlyával, vagyis egy kamion súlyával megegyező erő hat. Miért nem törik ez össze recsegve ropogva? – kérdezhetjük diákjainktól.

Érdekes projektfeladat lehet diákoknak – pl. szakörön – a Torricelli-kísérlet elvégzése vízzel. Szükséges hozzá egy 10 m-nél hosszabb átlátszó műanyag cső, valamint egy kellően magas lépcsőház (három emelet elegendő).



3. kép

A híres Magdeburgi féltekék kicsinyített változata. Otto van Guericke, aki Magdeburg polgármestere is volt, 1650-ben mutatta be a kísérletét, bizonyítva a légnyomás jelentős erejét. Nyolc pár lóval sem sikerült a félgömböket szétválasztani. A mi esetünkben egy erős fiatalembernek viszont sikerült (3. kép)! Az eredeti bemutatót Regensburgban tartották. Az esemény jelentőségét mutatja, hogy azon a német császár is jelen volt. A sikeres bemutatóhoz szükséges, hogy a szelep és a félgömbök jól záródjanak, külső levegő ne tudjon bejutni a gömbbe, valamint a légszivattyú csatlakozóján se szökjön be levegő.

További kísérletekben is légszivattyút használtunk az alacsony nyomás előállítására. Úgy tartják, ennek feltalálója éppen Otto van Guericke.

Egy lapos léggömb, majd borovahab és végül egy pohár szobahőmérsékletű víz kerülhet a búra alá (4., 5., 6. kép), ez lenne didaktikailag a helyes sorrend, mivel a lég-



4. kép

gömb és a borotvahab azonos okokból fújódik fel. Javasolom azonban a borotvahabot a végére hagyni, mivel a csap nyitásakor a beáramló intenzív levegő a búra belső falára keni a habot, és mosogatás nélkül nem látnánk a további kísérleteket. A

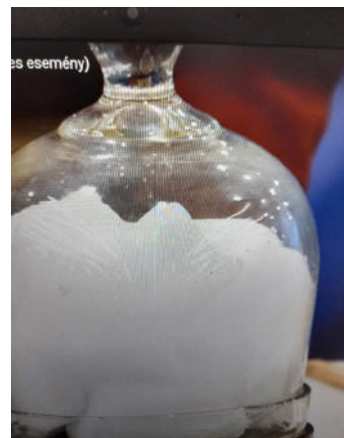
búra és talpazata annak az iskolai készüléknek a része, amelybe egy csengő van beszerelve, jelezve a hang erősségének gyengülését, optimális esetben megszűnését a levegő kiszivattyúzása során.

A víz forrásából, amely kb. 20 Celsius-fokon történt, arra következtethetünk, hogy a ritkított levegő nyomása pár ezer pascal volt csupán. Összehasonlításként Európa legmagasabb, 4806 m-es hegycsúcsán, a Mont Blanc-on 83 Celsius-fokon forr a víz. Itt a légnyomás körülbelül a tengerszintinek felét teszi ki, ami következik a barometrikus magassági formulából, amely szerint a légnyomás 5,5 km-enként megfeleződik. Személyes emlékünks, hogy a csúcshoz legközelebbi kilátónál, 3800 m-es magasságban a CERN-be látogató fizikatanárokkal együtt mérhettük a légnyomást és a víz forráspontját jópár évvel ezelőtt. A tanulóknak számára a legfontosabb tapasztalat, hogy a forráspont – a víz esetében is – erősen függ a külső nyomástól. A diákok általában meglepődnek, hogy a forralás után megvizsgálva a vizet azt hidegnek találják.

Érdeemes megkérdezni, vajon ki meri a pohárba mártani az ujját, illetve főzhetünk-e benne gulyáslevest.

A következő néhány esetben az alacsony nyomást nem légszivattyúval állítottunk elő. Az egyik módszer során vízgőz lecsapódásakor esett a nyomás a lombikban, aminek következtében a külső nyomás bepréselte a főtt tojást a lombikba annak szűk száján keresztül (7. kép). Kis mennyiségű (néhány cm³) vizet kell intenzíven forralni, így a gőz képes kiszorítani a levegőt a palackból. Ha ezután hideg vízzel kezdjük locsolni a forró lombikot, a gőz lecsapódása kisebb vákuumot eredményez a lombikban!

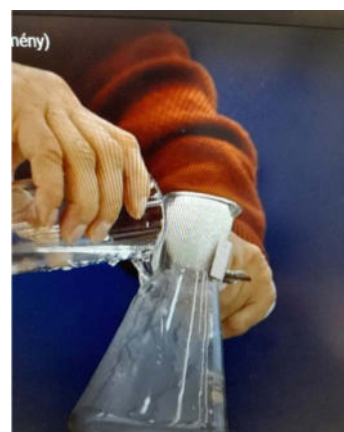
Felmerült a kérdés, hogyan lehet a tojást épségben kivarázsolni a lombikból. A válasz



5. kép



6. kép



7. kép

egyszerű, a gáztörvények felhasználása révén. Zárt térben, ha melegítünk valamely gázt, annak nyomása növekszik. Ezért óvatosan el kell igazítani a tojást a lombik belső pereméhez, és ha jól zár, akkor a tojás a melegítés hatására átpréseli magát a lombik száján (8. kép).



8. kép



9. kép

Néhány jelenség bemutatása az áramló levegőre vonatkozott. Daniel Bernoulli törvénye alapján az áramló levegőben kisebb a nyomás, mint a nyugvóban, így kapunk magyarázatot az alábbi kísérletekre. Érdekes, hogy a svájci Bernoulli családnak három generáción keresztül nyolc kiváló matematikus és természettudós tagja volt, ezek egyike a fent említett Daniel.

Ha két papírlap közé fújunk, a lapok összetapadnak, mivel a külső nyugvó levegőben nagyobb a nyomás, mint a lapok között áramlóban (10. kép). Hasonló okból a tölcsérből sem tudjuk kifújni a ping-pong labdát, mivel a labda fölött nyugalomban lévő levegő nagyobb nyomása azt állandóan visszatereli (11. kép).



10. kép



11. kép

Alacsony nyomást tudunk előállítani a lombikban lévő oxigén elégetésével is (9. kép). A megemelkedett folyadékszintből kiszámítható a belső nyomás. Megjegyzem, ezzel a módszerrel is működik az előző tojásos kísérlet, ha egy kis papírcsomót elégetünk a lombikban.

Néhány jelenség bemutatása az áramló levegőre vonatkozott.

Daniel Bernoulli törvénye alapján az áramló levegőben kisebb a nyomás, mint a nyugvóban, így kapunk magyarázatot az alábbi kísérletekre. Érdekes, hogy a svájci Bernoulli családnak három generáción keresztül nyolc kiváló matematikus és természettudós tagja volt, ezek egyike a fent említett Daniel.

Ha két papírlap közé fújunk, a lapok összetapadnak, mivel a külső nyugvó levegőben nagyobb a nyomás, mint a lapok között áramlóban (10. kép). Hasonló okból a tölcsérből sem tudjuk kifújni a ping-pong labdát, mivel a labda fölött nyugalomban lévő levegő nagyobb nyomása azt állandóan visszatereli (11. kép).

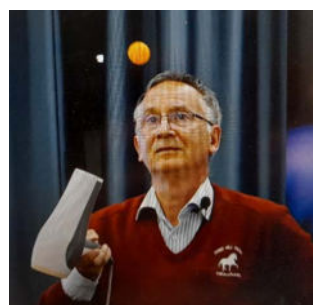


12. kép



13. kép

Hajszárítóval látványos módon lebegtethetjük a labdánkat, mivel a nyugvó levegő nagyobb nyomása a labdát az áramló csatornában tartja, akár ferde helyzetben is (12., 13., 14. kép). Az utóbbi eset magyarázata bonyolultabb, valamikor fizikaverseny-feladat volt.



14. kép

További számos jelenség magyarázható Bernoulli törvényével, pl. a régebben használt porlasztók működése az Otto-motorokban, a repülőgépek szárnyprofiljának működése, valamint a szélviharok és tornádók pusztító ereje.

Számunkra kedves jelenség a zenélő csövek esete, amely szintén az áramló levegő problémaköréhez tartozik. Melegítés után oldalra tartva a különböző átmérőjű és hosszúságú csövek kellemes hangot adnak ki, viszonylag hosszú ideig (15., 16. kép).

Mi lehet a magyarázat, mi lehet a cső belsejében? (Egy kicsi fém szita, ami szorosan illeszkedik a csövek belső felületéhez 10–15 cm-re a melegített végektől.)



15. kép



16. kép

„EGYET JEGYEZZENEK MEG: MINDEN FIZIKA!”

Ujvári Sándor

Lánczos Kornél Reálgymnázium Székesfehérvár

E-mail: ujvasa36@gmail.com



Holics László
(1931–2025)

2025. december 9-én elhunyt Holics László Rácz Tanár Úr Életműdíjas fizikatanár, a magyar fizikatanítás meghatározó alakja.

1949-ben a Ciszterci Rend Szent Imre Gimnáziumában érettségizett. Már ekkor látszott, hogy nem átlagos diák, második helyen végzett az Eötvös-versenyen (első helyet abban az évben nem adtak ki). Tanulmányait a Pázmány Péter Tudományegyetem (1950-től Eötvös Loránd Tudományegyetem) matematika-fizika szakán folytatta, ahol az alapszakjai mellé hamarosan felvette az ábrázoló geometria szakot is. 1953-ban szerezte meg egyetemi diplomáját.

Tanári pályáját a II. Rákóczi Ferenc Gimnáziumban kezdte, majd 1959-től egészen 2010-ig az ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógymnáziumban tanított matematikát, fizikát és vezette a tanárjelöltek gyakorlatát. Hamarosan fizika-vezetőtanár lett, emellett az ELTE Általános Fizika Tanszékén is dolgozott óraadó tanárként és gyakorlatvezetőként.

Tanári munkája során több száz diákot készített fel a legnehezebb fizikaversenyekre, az OKTV-re, a Szilárd Leó Fizikaversenyre, az Eötvös-versenyre. Kétszázhetvenöt versenyzője jutott be országos versenyeken az első tíz közé, és több mint hetven versenyzője ért el dobogós helyezést. Tanítványai közül sokan lettek mérnökök, fizikusok, választottak olyan szakmát, amihez fizikára volt szükség, például (a teljesség igénye nélkül): Bojár Gábor, valamint Komlós János, Mezei Ferenc, Petsch Ernő, Szegő Károly és Csermely Péter akadémikusok.

A tanítás mellett a szakmai közéletben is meghatározó szerepet töltött be. Kunfalvi Rezsővel megalapította a *Középiskolai Matematikai Lapok* fizika rovatát. Egész életében részt vett a szerkesztőbizottság munkájában, rendszeres feladatközlő volt. A Fizika OKTV versenybizottságának elnökeként és versenyfeladatok kitűzőjeként is tevékenykedett.

Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Tanári szakcsoportjának titkára és elnöke, majd tiszteletbeli elnöke lett. Aktívan részt vett a fizikatanítás különböző reformkísérleteiben: a szakosított tantervű („tagozatos”) oktatás, valamint az MTA Elnökségi Közoktatási Bizottsága által kezdeményezett reformok tanterveinek és tankönyveinek kidolgozásában. Ennek a munkának részeként megírta híres harmadikos, az elektromosságot a potenciál fogalma felől megközelítő fizikakönyvét.

Jelentős könyveit itt helyhiány miatt nincs mód felsorolni, de a fogalommal vált Holics „Fizika 1–2.” kötetét minden fizikatanár ismeri, és mindenki használja. Széles körű összefoglaló, nagyon precíz, tiszta

fogalmi, igényes fogalmazása alapművé teszi.

Jelentősebb könyvei még:

- Fizika-OKTV-feladatok és megoldások (több kötetben)
- Fizika összefoglaló
- Fizikai példatár középiskolásoknak

Munkáját szakmai és állami díjakkal ismerték el.

- Mikola Sándor-díj (1971)
- Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Érme (1982)
- Apáczai Csere János-díj (1987)
- Vándorplakett (1993)
- Arany Katedra Plakett (1994)
- Ericsson-díj (1999)
- Rátz Tanár Úr Életműdíj (2001)
- Vermes Miklós Életműdíj (2006)
- Prométheusz-érem (2015)
- A Magyar Érdemrend tisztikeresztje (2015)

Nem lehet teljes a megemlékezés, ha nem idézzük fel kollégái, diákjai emlékeit:

A kollégák közül Zsigri Ferenc hosszú évekig dolgozott vele, és ült mellette a tanárban, mentorának tartotta őt.

Szakmai igényességét tartotta nagyra; azt, hogy ragaszkodott a pontos megfogalmazásokhoz, a fizikai értelemben precíz definíciókhoz. A pálya egyik csúcsának tartotta azt, hogy Holics László megalkotta az ikonikus „Holics Bibliá”-t, ami tanárok nemzedékeinek a jelentősegét és támaszt a munkájukban. Kiemelte azt, hogy megtervezte és részt vett az Apáczai Gimnázium zárt láncú TV-rendszerének megalkotásában. A termekben több sorban elhelyezett televíziókkal, kamerákkal és a falon kívüli kameraállással, hogy a legjobban szolgálja a fizikatanítás didaktikai céljait.

Tanítványai közül Csermely Péter biokémikus akadémikus a következő szavakkal emlékezett fizikatanárára:

„Holics László a legjobb tanárom volt. Mi voltunk a kísérleti nyulak, akiket (Tóth Eszterrel és Marx Györggyel együtt) már hetedikes korukban relativitáselméletre és kvantummechanikára tanított. Azonban nem ez, hanem a „lejtős példa” maradt meg a legjobb emlékezetemben. Soha nem felejttem el, amikor sok hó-

napon keresztül egy egyre bonyolódó lejtős példát oldottunk meg. Először csak lecsúszott valami a lejtőn. Aztán volt súrlódás. Aztán a lejtő mozgott egyenletesen. Aztán gyorsult. A végén már pörgött, és nem is tudom én még, hogy miket csinált... Olyan mesterien volt felépítve a példapiramis, hogy sokan meg tudtuk oldani a végén is, holott, ha csak a közepét kérdézték volna bármelyikünkől elsőre, mindannyian feltettük volna a kezünket. Holics László

tanított meg minket a gondolkodás erejére. Nagy öröm volt a számomra, amikor 89 éves korában az akadémiai rendes tagi székfoglalómon a Díszterem több mint 300 emberével megtapsoltathattam. Holics László már odaát tanít. Megértésre és békére. Köszönjük, Tanár Úr!”

Holics László munkássága, személyisége kitörölhetetlen nyomot hagyott a magyar fizikatanítás történetében.

KÖNYVESPOLC

SEAN CARROLL: „TÉR, IDŐ, MOZGÁS. AZ UNIVERZUM LEGFONTOSABB ELMÉLETEI 1.”

Radnóti Katalin

nyug. főiskolai tanár, ELTE TTK, Budapest

E-mail: rad8012@helka.iif.hu



Az érdekes és hiánypótló könyv az angol kiadást követően magyarul is megjelent a híres elméleti fizikus tollából a Typotex Kiadó gondozásában, amely egy könyvsorozat első kötetének tekinthető [1]. Az angol változatról megjelent már egy ismerető Horváth Dezső tollából [2]. Én a magyar változatot ajánlom az olvasók figyelmébe.

A szerző a klasszikus fizika általa legfontosabbnak tartott elméleteinek alapgondolatait veszi sorra. Könyve két okból is különleges. Ismeretterjesztőnek számít, de mégsem hagyja ki a matematikai leírást, hanem a legszükségesebb részleteket elmagyarázza. Emellett a szerző *filozófiai* elkötelezettsége is megjelenik, mivel bemutatja az egyes *elméleti keretek mögött lévő filozófiai tartalmakat*. Szemléletes *analógiákat* használ.

Számomra az egyik leginkább tetszetős analógia a fizika munkamódszerének érzékeltetése a *gömb alakú tehén*nel, amelyre a szerző több esetben is hivatkozik a könyvben. A sztori a következő: egy farmer egy fizikust bízott meg a gazdaságában, hogy a tehenek tejhozamának emelésével foglalkozzon. A fizikus úgy kezdte vizsgálódásait, hogy „vegyünk egy gömb alakú tehenet...”. A módszer lényege, hogy *a nehéz problémát vezessük vissza egy egyszerűbbre, azt oldjuk meg, majd utána vegyünk figyelembe minél több részletet, és így közelítsük egyre jobb modellekkel a valóságot*.

Később hivatkozik a szerző Galileire is, akitől ténylegesen származtatható az egyszerűsítés és elhanyagolás módszere egy-egy probléma vizsgálatakor. A fizikatörténettel foglalkozó előadásaim során én is nagyon szeretem idézni Galilei szavait ezzel kapcsolatban: „Mint-hogy a súly, sebesség és az alak végtelen sokféleképp változhat, ezeket a jelenségeket nem tudjuk szigorú törvényekbe foglalni, ha tehát mégis tudóshoz méltóan akarjuk tárgyalni anyagunkat, el kell vonatkoztatni tőlük, majd miután felismertük és bebizonyítottuk az összes zavaró körülménytől elvonatkoztatott tulajdonságokat, a mindennapi tapasztalat megtanít, hogy törvényeink milyen korlátozások mellett érvényesek a gyakorlatban.” írta a *Matematikai érvelések és bizonyítások két új tudományág, a mechanika és a mozgások köréből* című, 1638-ban megjelent könyvében [3], mely az első fizikatanönyvnek tekinthető. Módszerével a szabadeséssel kapcsolatban vizsgálta a különböző sűrűségű testek különféle közegekben végzett moz-

gásait, majd ezekből mintegy általánosítva, szinte *szabályos határamenettel* eljutott ahhoz az alapvető tételhez, hogy a vákuumban minden testnek, sűrűségétől és alakjától függetlenül, egyforma gyorsulással kell esnie. A következőt írta: „...ha a közeg ellenállását teljesen megszüntetnénk, minden test azonos sebességgel zuhanna.”

Minden bizonnyal a sebesség helyett a gyorsulásra gondolt. Véleményem szerint ennek a módszernek sokkal hangsúlyosabbnak kellene lenni *a fizika bármilyen szintű oktatása során*. A diákok sokszor nem értik, hogy mi köze van a való világhoz a súrlódásmentes lejtőnek, a nyújthatatlan fonálnak, a tökéletesen merev testnek stb. Csak képleteket látnak, értelmetlennek tűnő számítások sorát, melyek szerintük nem vezetnek sehová. A számítások eredményeit nem tudják értelmezni. Csak képletekbe helyettesítenek be a jelenség végig gondolása nélkül, nem törődve azzal, hogy annak mi köze lehet a valósághoz. Tehát sokszor épp a lényeg vész el.

A másik fontos gondolat számomra a könyvben a *különböző megközelítési módok* elemzése és azok *filozófiai tartalmának* kidomborítása. A szerző nagyon szemléletes analógia segítségével érzékelteti a mozgás *newtoni leírását*, a *Lagrange által konstruált függvény* segítségével történő leírást, majd később a *Hamilton-féle gondolatmenetet*. A két fa közti távolság 61–62. oldalon leírt meghatározására bemutatott kétféle lehetőség szépen szemlélteti a *globális és a lokális megközelítés* közti különbséget. Az első esetben végigmegyünk a két fa között a legrövidebb úton, és a lábnyomok alapján határozzuk meg a távolságot. A másik esetben pedig egy hosszú madzagot feszítünk ki, és annak hosszát mérjük meg. Természetesen mind-

két módszer ugyanakkora távolságot ad eredményül.

A 91. oldalon fel is teszi a kérdést, hogy *melyik leírás lehet az igaz*. Érdemes a szerző válaszát szó szerint idézni: „Egyik sem. A természet egyszerűen teszi a maga dolgát. Mi, emberi lények pedig teljes erővel törekszünk arra, hogy a természetet a saját fogalmainkkal megértsük. Kiderülhet, hogy ugyanazon viselkedés fogalmi leírásának több egyenértékű útja is van. Ilyen esetben felesleges azon rágódni, hogy melyik az igaz; ehelyett készen kell állnunk, hogy az adott szituációban legtöbbet ígérő leírást alkalmazzuk.”

A könyv kilenc fő fejezetre oszlik, melyeken belül számos alfejezet található. Szinte mindegyik alfejezet kérdések feltevésével kezdődik, jelezvén, hogy a *jó kérdések* megtalálása mennyire fontos a megismerési folyamat, a tudományos munka során. A tárgyalást a megmaradási törvényekkel kezdi, majd a változás, elsősorban a mozgás leírása, utána a dinamika és annak többféle megfogalmazási módja következik. Ezt követi a térről és az időről alkotott klasszikus elképzelések bemutatása, majd a téridő fogalmának körüljárása, mely a speciális relativitáselmélet alapjait taglalja. Ezt követi egy geometriai fejezet, mely az általános relativitáselmélet leírását készíti elő a nemeuklideszi geometria alapjainak lerakásával, melybe már a tenzorfogalom is beletartozik a görbült terek jellemzésére, mely alapvető lesz a következő fejezet, a gravitáció megértéséhez.

A gravitációval foglalkozó fejezetben az Einstein-egyenletek vázlatos bemutatása is megtörténik. E fejezet, a *tömeg kettős szerepének*, vagyis a súlyos és a tehetetlen tömeg taglalásával kezdődik, melynek következménye az, amit Galilei felfedezett; hogy minden szabadon

eső test egyforma gyorsulással esik. A fejezet az általános relativitáselmélet tapasztalati következményeinek leírásával, a Merkúr pályamenti precessziójának és a gravitációs lencsehatásnak az ismertetésével zárul. Az utolsó fejezet a fekete lyukak fizikájából ad ízelítőt. Ezeket a fejezeteket két függelék zárja, melyek az egyes fejezetekben megjelenő és részben megmagyarázott matematikai ismereteket bővítik, azokba adnak mélyebb betekintést. Nagy kár, hogy a képletek egy kis része hibásan jelenik meg (pl. 65. oldal 3.1), de ezeket valószínűleg észreveszik az olvasók, és magukban javítják.

Kik lehetnek a könyv olvasói? Kiknek ajánlom a könyvet? Mindekelőtt fizika szakos hallgatóknak, akiknek a vizsgákra való felkészülésben komoly segítség lehet, hogy ne csak a képletek és levezetések sűrűjéből próbálják megtanulni a fizikát, hanem azok mélyére is lássanak. És természetesen tanároknak, akik ebben segíthetik diákjaikat is. Azoknak a fizika iránt érdeklődő középiskolás diákoknak, akik nem csak a versenyfeladatokat megoldásában lelnek örömet. Fizikusoknak, akik szeretnek elmélyedni tudományuk filozófiai aspektusaiban.

Irodalom

1. Sean Carrol (2025): *Tér, Idő, Mozgás. Az Univerzum legfontosabb elméletei* 1. Typotex Kiadó, Budapest. Fordította: Gerner József
2. Horváth Dezső. Sean Carroll: „The biggest ideas in the Universe: space, time, and motion” – Dutton, USA, 2022. *Fizikai Szemle*, LXXV. évf., 2025/7–8, 292.
3. Galileo Galilei (1638/1986). *Matematikai érvelések és bizonyítások két új tudományág, a mechanika és a mozgások köréből*. Európa Könyvkiadó, Budapest. Fordította: Dávid Gábor. Jegyzetek: Gazda István. Utószó: Vekerdí László

fizikaiszemle.eft.hu

A honlapon megtalálhatja régebbi és új lapszámainkat, valamint számos mellékletet!

Jelölési és pályázati felhívás az Eötvös Loránd Fizikai Társulat kitüntető érmeire, valamint felsőoktatási és tudományos díjaira

Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Elnöksége és Díjbizottsága jelöléseket, illetve pályázatokat vár a Társulat 2026. évi kitüntető érmeire, valamint felsőoktatási és tudományos díjaira. Kérjük a Társulat szakosztályait, szakcsoportjait, területi csoportjait és valamennyi tagunkat, hogy a kitüntetésre érdemes kollégákat és tudományos eredményeiket bemutató javaslataikat

legkésőbb 2026. március 16-án reggel 8 óráig

szíveskedjenek eljuttatni a Társulat titkárságára (elft@elft.hu, 1092 Budapest, Ráday utca 18. földszint 3.)

A tudományos díjakat a kutatók saját kezdeményezésükre is megpályázhatják.

Társulati kitüntetések

Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Érme adományozható a Társulat azon tagjának, aki a fizika területén hosszú időn keresztül folytatott kutatási, alkalmazási vagy oktatási tevékenységet, valamint a Társulatban kifejtett munkásságával kiemelkedően hozzájárult a fizika hazai fejlődéséhez.

Prométheusz-éremmel – „A fizikai gondolkodás terjesztéséért” – tüntethető ki az, aki a fizikai műveltség terjesztéséhez országos hatással hozzájárult.

Az **Eötvös-plakett** elnevezésű emléktárgy adományozható annak a társulati tagnak, aki hosszú időn keresztül aktív társadalmi munkával járul hozzá a Társulat egészének vagy valamelyik csoportjának, szakcsoportjának eredményes működéséhez; olyan személynek, aki társadalmi munkában vagy egyéb módon rendkívüli mértékben nyújt segítséget a Társulat célkitűzéseinek megvalósításához; továbbá neves külföldi vendégnek a Társulat valamely rendezvényén tartott előadása alkalmából.

A két éremről és a plaketről a Társulat elnöksége dönt és arról a küldöttgyűlést majd tájékoztatja.

Felsőoktatási díj

Az ELFT a **Marx György Felsőoktatási Díjat** adományozhatja a fizika felsőfokú (egyetemi és főiskolai) oktatásában és a tanárképzésben kifejtett sok évtizedes kiemelkedő alkotó- és nevelőmunkáért.

Tudományos díjak

Az ELFT – elsősorban a PhD-fokozattal már rendelkező, de az MTA doktora címet még nem szerzett kutatóknak – az alábbi tudományos díjakat adományozhatja:

- **Bozóky László-díj** a Sugárvédelmi Szakosztályhoz tartozó tudományterületen elért, jelentős nemzetközi érdeklődést kiváltó kiemelkedő eredményért.
- **Bródy Imre-díj** az Ipari Fizikai Szakosztályhoz tartozó tudományterületen – különösen a fizika alkalmazásai területén magas színvonalú elvi megfontolásokkal – elért, jelentős nemzetközi érdeklődést kiváltó kiemelkedő eredményért.

- **Budó Ágoston-díj** az Atomfizikai és Kvantumelektronikai Szakosztályhoz tartozó tudományterületen – különösen az optika és a molekulafizika területén, elsősorban kísérleti vizsgálatokban – elért, jelentős nemzetközi visszhangot kiváltó kiemelkedő eredményért.
- **Detre László-díj** a Csillagászati és Asztrofizikai Szakosztályhoz tartozó tudományterületen – különösen a csillagászatban, valamint bolygónkkal és annak kozmikus környezetével foglalkozó fizikai kutatások területén – elért, jelentős nemzetközi visszhangot kiváltó kiemelkedő eredményért.
- **Gombás Pál-díj** a Statisztikus és Nemlineáris Fizikai Szakosztályhoz tartozó tudományterületen – különösen a kvantumelmélet atom- és molekulafizikai alkalmazásában, továbbá a statisztikus fizikában végzett elméleti kutatásokkal – elért, jelentős nemzetközi visszhangot kiváltó kiemelkedő eredményért.
- **Gyulai Zoltán-díj** a Kondenzáltanyag-fizikai Szakosztályhoz tartozó tudományterületen – különösen a szilárdtestek és a kondenzált anyagok fizikájának kísérleti módszerekkel történő kutatásában – elért, jelentős nemzetközi visszhangot kiváltó, kiemelkedő eredményért.
- **Jánossy Lajos-díj** a Részecskefizikai Szakosztályhoz tartozó tudományterületen – különösen a nagyenergiás fizika (kozmikus sugárzás, részecskefizika és nehézion-fizika) kísérleti kutatása és a kísérleti eredmények fenomenológikus elméleti értelmezése területén – elért, jelentős nemzetközi visszhangot kiváltó, kiemelkedő eredményért.
- **Keszthelyi Lajos-díj** a Kondenzáltanyag-fizikai Szakosztályhoz tartozó tudományterületen – különösen a magfizikai módszerek szilárdtest-fizikai alkalmazásában és a kísérleti biofizikai kutatásban – elért, jelentős nemzetközi visszhangot kiváltó, kiemelkedő eredményért.
- **Novobáczky Károly-díj** a Részecskefizikai Szakosztályhoz tartozó tudományterületen – különösen az alapvető kölcsönhatások elméletében és térelméletek kutatásában – elért, jelentős nemzetközi visszhangot kiváltó, kiemelkedő eredményért.
- **Pócza Jenő-díj** a Kondenzáltanyag-fizikai Szakosztályhoz tartozó tudományterületen – különösen a kísérleti szilárdtestfizika, az anyagtudomány, a felületfizika és vékonyrétegfizika terén – elért, jelentős nemzetközi visszhangot kiváltó, kiemelkedő eredményért.
- **Schmid Rezső-díj** az Atomfizikai és Kvantumelektronikai Szakosztályhoz tartozó tudományterületen – különösen az anyag molekuláris szintű szerkezetét felderítő kutatásban – elért, jelentős nemzetközi visszhangot kiváltó, kiemelkedő eredményért.
- **Selényi Pál-díj** az Ipari Fizikai Szakosztályhoz tartozó tudományterületen – különösen a technikai eszközök nagy eredetiségű fejlesztésében – elért, jelentős nemzetközi visszhangot kiváltó, kiemelkedő eredményért.
- **Szalay Sándor-díj** a Magfizikai Szakosztályhoz tartozó tudományterületen – különösen a kísérleti atommagfizikában, illetve annak interdiszciplináris alkalmazásában – elért, jelentős nemzetközi figyelmet kiváltó, kiemelkedő eredményért.
- **Szépfausz Péter-díj** a Statisztikus és Nemlineáris Fizikai Szakosztályhoz tartozó tudományterületen – különösen a fázisátalakulások, a kaotikus dinamikai rendszerek és a kvantumfolyadékok elméleti kutatásában – elért, jelentős nemzetközi visszhangot kiváltó, kiemelkedő eredményért.
- **Szigeti György-díj** a Kondenzáltanyag-fizikai Szakosztályhoz tartozó tudományterületen – különösen a lumineszcencia- és félvezető-kutatásokban – elért, jelentős nemzetközi visszhangot kiváltó, kiemelkedő eredményért.
- **Zawadowski Alfréd-díj** a Kondenzáltanyag-fizikai Szakosztályhoz tartozó tudományterületen – különösen az elméleti szilárdtestfizika, a térelméleti módszerek szilárdtestfizikai alkalmazása és az erősen korrelált rendszerek kutatása terén – elért, jelentős nemzetközi visszhangot kiváltó, kiemelkedő eredményért.

A tudományos díjakra az ELFT honlapja (<http://elft.hu/tarsulatrol/dijak/>) díjszekciójából letölthető adatlap és mellékletei benyújtásával kell pályázni. A tudományos díjak elnyerésének nem előfeltétele a társulati tagság, de felhívjuk a figyelmet arra, hogy a pályázat befogadásának előfeltétele az illetékes szakosztály, több szakcsoportból álló szakosztály esetén a szakosztály vagy a szűkebb szakterületnek megfelelő szakcsoport vezetőségének szakmai támogató véleménye.

A Társulat a fent felsorolt tudományos díjakból évente összesen legfeljebb hatot adományozhat. Odaítélésük a Társulat díjbizottságának javaslata alapján az elnökség hatáskörébe tartozik. Aki jelenleg valamilyen funkciót vagy tisztséget tölt be az ELFT-ben, nem terjeszthető fel díjra.

A díjak átadására 2026-ban a küldöttgyűlés keretében, május 16-án kerül sor.

Ormos Pál

elnök

Újfalussy Balázs

főtitkár

Tájékoztató az Eötvös Loránd Fizika Társulat 2026. évi tagdíjairól

Tisztelt Társulati Tagjaink!

Mindenekelőtt szeretném tolmácsolni a Társulat elnökségének üdvözlését és újévi jókívánságait a Társulat tagjainak és a Fizikai Szemle valamennyi olvasójának. A Társulat és a Fizikai Szemle az idén is változatlan erővel kívánja megvalósítani mindazokat a feladatokat, amelyek betöltésére Alapszabályában vállalkozott.

A tagdíjak új rendjét a társulat elnöksége az alábbi általános elvek szerint határozta meg.

1. Mivel a kutatói és a tanári bérek között az elmúlt években létező diszparitás megszűnt, a tanár tagok kedvezményes tagdíját a továbbiakban a társulat nem gondolja igazságosnak fenntartani, de megszüntetését több évre elosztva kívánja megtenni. Ez az oka a tanári tagdíjkedvezmény csökkenésének.
2. Sajnálatos módon a postai és nyomdai terjesztés költségei az utóbbi időben olyan mértékben megnöttek, hogy azt a társulat már nem tudja átvállalni, és nem volna igazságos azt az online Fizikai Szemlét igénylőkre (is) terhelni. Ezért azok, akik a társulat lapját, a Fizikai Szemlét papíralapon kérik, sajnálatos módon emelt tagdíjjal kell, hogy szembesüljenek, ami magában foglalja a postai terjesztés költségeit.

Ezek alapján kérem, hogy a 2026. évre vonatkozó tagdíjukat, melynek összege a 2025. évhez képest a fentieknek megfelelően változott, az alábbiak figyelembevételével szíveskedjenek befizetni.

Ha Ön a **Társulatunk rendes tagja** és

- a **Fizikai Szemle számait elektronikus formában kéri**, akkor a 2026. évi tagdíja **13.100 Ft.**
- a **Fizikai Szemle számait papíralapú terjesztéssel kéri**, akkor a 2026. évi tagdíja **22.100 Ft.**

Ha Ön a Társulat tagjaként **általános- vagy középiskolai tanár** és

- a **Fizikai Szemle számait elektronikus formában kéri**, akkor 2026. évi tagdíja 1.000 Ft alaptagdíj + 9.400 Ft kiegészítő tagdíj, azaz összesen **10.400 Ft.**
- a **Fizikai Szemle számait papíralapú terjesztéssel kéri**, akkor 2026. évi tagdíja 1.000 Ft alaptagdíj + 18.400 Ft kiegészítő tagdíj, azaz összesen **19.400 Ft.**

Az alap- és kiegészítő tagdíjat együtt kérjük befizetni.

Ha Ön **nyugdíjasként tagja** a Társulatnak és

- a **Fizikai Szemle számait elektronikus formában kéri**, akkor 2026. évi tagdíja **6.300 Ft.**
- a **Fizikai Szemle számait papíralapú terjesztéssel kéri**, akkor 2025. évi tagdíja **15.300 Ft.**

Ezúttal is tisztelettel kérem azokat a nyugdíjas korú tagjainkat, akik nyugdíjuk mellett teljes munkaviszonnyal vagy közalkalmazotti jogviszonnyal rendelkeznek, hogy a tagdíjfizetés szempontjából ne tekintsék magukat nyugdíjasnak.

Ha Ön **tanulmányait végzi és a Társulat ifjúsági tagja** (felsőoktatási intézmény alap- és mesterképzésben részt vevő hallgatója, aki munkaviszonnyal nem rendelkezik vagy középiskolai tanuló), akkor **nem kell tagdíjat fizetnie**, és a Fizikai Szemle számait elektronikus formában fogja megkapni. A kedvezmény érvényesítéséhez évente hallgatói jogviszony igazolása szükséges az **elft@elft.hu** e-mail címre.

Ha Ön **még nem töltötte be 30. életévét**, és már nem tanul, akkor tagdíja az alábbi:

- a **Fizikai Szemle számait elektronikus formában kéri**, akkor kedvezményes 2026. évi tagdíja **6.300 Ft.**
- a **Fizikai Szemle számait papíralapú terjesztéssel kéri**, akkor kedvezményes 2026. évi tagdíja **15.300 Ft.**

Kérem, hogy bármilyen adatváltoztatást (pl. e-mailcím, postacím, telefonszám, munkahely megváltozása) e-mailben legyenek szívesek megírni az elft@elft.hu címre.

Kérem, hogy tagdíjukat mielőbb szíveskedjenek rendezni. A tagjainknak tagsági jogon járó Fizikai Szemle folyamatos küldését csak azok számára tudjuk biztosítani, akik 2026. évi tagdíjukat rendezték. Tájékoztatni szeretnénk Önöket, hogy **tagdíjuk megfizetését esetleg munkahelyük is átvállalhatja**. Továbbá felhívom szíves figyelmüket az önkéntes többletfizetés lehetőségére.

Az **újonnan belépni kívánók** a Társulat honlapján jelentkezhetnek társulati tagnak: **<http://elft.hu/jelentkezes-a-tarsulatba/>**.

Kérem, hogy a **tagdíj befizetését átutalással** szíveskedjenek rendezni a **K&H Banknál vezetett 10200830-32310274-00000000** sz. folyószámlánkra. A közlemény rovatba a befizető nevét, városát és a „**2026. tagdíj**” megnevezést kérjük feltüntetni. A Titkárságon (1092 Bp. Ráday u. 18. fsz. 3.) időpont egyeztetéssel lehetőség van készpénzes befizetésre is, illetve csekk is kérhető.

FELHÍVÁS TAGJAINKHOZ ÉS A FIZIKA MINDEN BARÁTJÁHOZ (SZJA 1%)

Tájékoztatom a Társulat tagjait és a Fizikai Szemle olvasóit, hogy a 2024. évről szóló **személyi jövedelemadó-bevalláshoz** kapcsolódó **felajánlások** révén a Társulat **2025-ben 819.665 Ft** bevételhez jutott, amit a korábbi évekhez hasonlóan a működési költségek és a Fizikai Szemle megjelenetési költségeinek részbeni fedezeteként használtunk fel. Ezért köszönetünket fejezzük ki a Társulat javára rendelkezőknek. Kérem a fizika minden barátját, hogy ha teheti, az **idén is rendelkezzen személyi jövedelemadója 1%-ának** a Társulat céljaira való felajánlásáról és buzdítsa erre barátait, ismerőseit is.

Az **Eötvös Loránd Fizikai Társulatnak** a nyilatkozaton feltüntetendő **adószáma 19815644-2-43.**

Tisztelettel:

Újfalussy Balázs,
az ELFT főtitkára

KREATÍV FIZIKA TÁBOR

A JÖVŐ MÉRNÖKEINEK TÁBORA

elektronikai, robotépítő- és
programozó foglalkozások és
sok más érdekes program egy
lenyűgöző környezetben

fizika projektek,
trükkös fizika,
a fizika a
mindennapokban,
a zenében, a
hétköznapiakban



**kreatív, csapatépítő és szabadidős
foglalkozások**

3D-tervezés, -programozás és -nyomtatás
látványos fizika kísérletek, bemutatók és
gyakorlati foglalkozások

RÉSZVÉTELI DÍJ: 95.000 Ft

Építs eszközöket a fizika segítségével!

**A fizika, technika, természet és informatika iránt
érdeklődő 5-8. osztályos diákok számára,
és 8-12. osztályosok számára a Zemplénben**

Online jelentkezés:



további részletek:



**Pusztafalu
Öregbence Turistaház**

<https://kreativ-fizika5.webnode.hu/>
www.facebook.com/kreativfizika/

Érdeklődés:

Beszeda Imre: +36 20 419 0224, beszedaimre@gmail.com
Stonawski Tamás: +36 20 460 3552, stonawskiegmail.com