

levesben az Univerzum legalapvetőbb kötéseit közvetítő, az atommagok protonjait és neutronjait összetartó kvarkok és gluonok nagyon rövid időre kiszabadulnak az erős kölcsönhatás börtönéből, és egymásba ütközve tolongani és kollektív áramlást mutatva folyni kezdenek.

„Azzal, hogy sikerült megmérnünk a tökéletes kvarkfolyadék kezdeti hőmérsékletét egy évtizedes munka gyümölcse ért be. Ma már tudjuk, hogy ennek az anyagnak a létrejöttéhez szükséges hőmérsékletnek közel a kétszeresét sikerült bizonyítottan elérnünk. Ezzel elindulhat a kísérletsorozat második nagy szakasza, amelyben megpróbáljuk meghatározni, hogy pontosan hogyan és milyen körülmények között kezdődik meg az a fázisátalakulás, amely a tökéletes kvarkfolyadékot létrehozza. Ha képesek leszünk ezt az átmeneti időszakot is megfigyelni, még többet tudhatunk meg a Világegyetem keletkezéséről” – mondta a mérések jelentőségéről *Csörgő Tamás*, a RHIC gyor-

sító PHENIX kísérletében részt vevő magyar kutatók témavezető fizikusa, az MTA KFKI RMKI tudományos tanácsadója.

A hőmérséklet mérésében komoly és fontos szerepet játszott *Dávid Gábor*, a PHENIX foton munkacsoportjának vezetője, az USA Brookhaveni Nemzeti Kutató Intézetének tudományos munkatársa, és a Debreceni Egyetem Kísérleti Fizikai Tanszékének vendég-professzora. Dávid Gábor a PHENIX-kísérlet alapító tagja, 1989-től résztvevője a kísérletet megalapító pályázatoknak, az ő esetében tehát több mint két évtizedes munka áll az eredmények mögött. Részt vett a fotonok mérésében alapvető szerepet játszó PHENIX Elektromágneses Kaloriméter tervezésében és építésében, és alapító atyja és belső felügyelője a PHENIX Cserenkov-sugárzást mérő RICH aldetektorának. Ez a két alrendszer volt a kulcsa a *Physical Review Letters*-ben nemrégiben elfogadott PHENIX-publikációnak.

(<http://www.mta.hu/>)

## A FIZIKA TANÍTÁSA

# FIZIKA KÍSÉRLETI BEMUTATÓ

avagy: *Fizikashow* újrátöltve az iskolában

Jaloveczki József

Szent László Általános Művelődési Központ, Baja

„A fizika összes elmélete ideiglenes, amennyiben mind hipotézis csupán: sosem lehet bebizonyítani őket. Akárhány ízben egyeznek is a kísérletek eredményei az elmélet jóslataival, sosem lehetünk biztosak benne, hogy a következő eredmény is alátámasztja majd az elméletet.”

*Stephen Hawking*

A bajai Szent László ÁMK 2010. április 13-án immár negyedik alkalommal mutatott be tömegeket megragadó *Fizikashow*-t. A rendezvényen 36 diák szerepelt, összesen mintegy 50 kísérletet mutattak be a mechanika, hőtan, elektromágnesség, atomfizika területéről. A bemutatóban szereplő kísérletek némelyike közismert, de helyet kaptak rendkívüli kísérletek is.

## A bemutató gondolata

Az ideai bemutató gondolata nem új, részben a diákok kérésére jött létre. Mindig igyekszünk új kísérletekkel előállni, erre kiváló lehetőség, hogy a katolikus iskolák Károly Iréneusz Országos Fizikaversenyére [1] amúgy is kell kísérleteket kitalálni és megvalósítani, ezért azokat is bemutatójuk. Persze van, akinek egy régi kísérlet is nagy meglepetést okoz. Az idén először került sor kémia-biológia jellegű kísérletek bemutatására (*Fará-dyné Somoskövi Margit* kollégánál segítségével), később ezt szeretnénk kibővíteni. A közönség egy része

természetesen iskolánk tanulóiból állt, de szép számmal jöttek a város más középiskoláiból is. Mintegy 500-600 fő nézte meg a bemutatót.

## A kísérletek

A kísérletek közül szeretnék néhányat részletesebben ismertetni: a mechanika tárgykörben kiemelkedő teljesítménynek számítanak *Febér Ádám* 9. osztályos tanuló kísérletei a *szárnyprofil*lal, *Magnus-autó*val [2] és *szélgenerátor-modellel*. [3]

### *Szárnyprofil*

Egy adott célra megfelelő szárnyprofil kialakítása az aerodinamika egyik alapvető feladata. Ezt sorozatos próbálkozással szokás megkeresni, úgy, hogy felvesznek egy szárnyprofilalakot, majd számításokkal és szélcsatorna-kísérletekkel meghatározzák tulajdonságait. A szélcsatornában mérik a felhajtóerőt és az ellenállást különböző állásszögeknél, majd a mért

eredményeket diagramban ábrázolják. Mivel a profil nem szimmetrikus,  $0^\circ$  állásszögnél is ébred felhajtóerő. Az állásszög növelésével a felhajtóerő-tényező is közel lineárisan nő egy bizonyos pontig, ahol hirtelen leesik. Hasonló képet mutat a görbe negatív állásszögeknél is, csak a felhajtóerő-tényező abszolút értéke kisebb. Az ellenállás az állásszöggel csak kismértékben nő, de annál a pontnál, ahol a felhajtóerő hirtelen lecsökken, az ellenállás ugyanilyen gyorsan megnő. Ádám digitális mérleggel mérte a szárnyprofilra ható emelő erőt.

### *Magnus-effektus*

A Magnus-effektus a folyadékok, gázok mechanikájába sorolható jelenség, amely akkor lép fel, ha egy forgó test halad valóságos közegben, ekkor haladási irányára merőlegesen egy erő lép fel, amely abba az irányba mutat, ahol a forgó test felületén a legnagyobb a közeg helyi sebessége. Ádám kis elektromotorral forgatott hengeres autót épített, amely merőleges légáram esetén is vidáman gurult előre (1. ábra).

### *Szélgenerátor-modell*

Az Ádám által szerkesztett szélgenerátor-modell hajszárító fűvásra működik és 60 V-os effektív kapocsfeszültséget mérhettünk rajta 200 mA áram mellett. Modelljének titka a gondos kivitelezés, erős neodímium mágnes és nagy menetszámú vasmagos kercsek az állórészen.

### *Ceruzabegy-lámpa*

Vékony grafit ceruzabélbe egyenáramot vezetünk. Az áram hőhatása miatt felizzik, majd vakító fénnel elég. Látványos kísérlet az áram hőhatására [6].

### *Gauss-puska – mágneses lineáris gyorsító*

Ez a nagyon egyszerű játék egy mágneses láncreakció segítségével, nagy sebességgel kilő egy acélgolyót [8]. A játékot egyszerű megépíteni, néhány perc alatt össze lehet állítani, emellett egyszerű elmagyarázni és megérteni, mégis izgalmas a működtetés és a látvány.

*Hogyan működik?* Ha az első (1. számmal jelölt) golyó nekiütközik a mágnesnek, leáll és a lendülete elhanyagolható veszteséggel átadódik a harmadik golyónak. Ez a folyamat  $n$ -szer megy végbe, ahol  $n = 4$ , ahogy azt a 2. ábra is mutatja. Feltételezhetjük, hogy az indukált mágneses mező a golyón kívül elhanyagolható az állandó mágneshez képest, és hogy a golyón belüli mágneses mezőt annak középpontjában összpontosíthatjuk. Az állandó mágnesek elég messze vannak ahhoz, hogy a másik acélgolyót ne zavarják. Az utolsó golyó mozgási energiája a rendszerben tárolt mágneses mező energiaváltozásával egyenlő. A rendszer minden elemének felépítése – az egy golyó távol a mágneztől és két golyó a mágnes egyik oldalán – állapottól az – egy golyó távol a mágneztől és egy-egy golyó a mágnes mindkét oldalán – állapotig változik. Elméleti megfontolások [7] alapján  $n = 4$  és  $a = 0,6$  cm mágnes méretnél  $m = 8$  g tömegű acélgolyónál a sebességre körülbelül 50 cm/s adódik. A mi

„Gauss-puskánk”-nál a (vízszintes hajítással) méréseink alapján 0,6 m/s sebességre gyorsult fel az utolsó golyó (3. ábra).

Névre szóló kitűzőket és plakátokat is készítettünk a bemutatóra. A plakátokat kiraktuk városszerte, meghívókat küldtünk a város általános és középiskoláinak. Vendégkönyvről is gondoskodtunk, a vélemények bejegyzéséhez. A bemutató napján reggel 9-től délután 4 óráig tartottak a kísérletek.

### A „fizikashow”

Mindenki nagy izgalommal várta a vendégeket. A bemutató napján már 9 óra előtt gyülekeztek. A megnyitás után hirtelen tele lett az előadóterem. Szinte mozdulni sem lehetett. A bemutató diákok kezdeti idegességükön túljutva, szenvedélyesen magyarázták és mutatták be a kísérleteket. Láthattak az érdeklődők forgómozgást (tojáspörgetés, pörgettyű, forgószármoly), hullámgépet kivetítve, laza csavarrugót (slinky) lépcsőn járni [5], transzverzális és longitudinális mechanikai hullámokat bemutató eszközt. Működés közben tanulmányozhattak kinetikus gázmodellt (4. ábra), kis elektromotort, napelemeket, elektrosztatikus kísérleteket (Van de Graaff generátorral), hőáramlást, légnyomás hatását (doboz összeroppantást), mágneses Pohl-ingát, Lenz-törvényen alapuló karikaugratást is. Az idén először kémia-biológia kísérletekkel (víz kation-cserélő berendezés működtetése, szőlőcukor ezüsttükör-próbás kísérletek, halélettani kísérletek) is bővült a természettudományos jelenségek bemutatása (5. ábra). A nagytermet körbejárók a kisteremben folytathatták a nézelődést. Itt számos, modern fizikai elemeket is tartalmazó kísérletet láthattak. Elektronika és atomfizika tárgykörben két fizika szakkörös tanuló (Pusztai Máté, Göbl Máté 11. évfolyam) remekelt elektromágneses kísérletekkel. Valósággal izzott körülöttük a levegő. Ívkisüléssel indítottak, azután amit kézbe fogtak, kigyulladt a kezükben, legyen az rossz égő, neoncső, plazmagömb, Geisslercső. Sokszöges és forgó csúcsok (6. ábra) kisülési jelenségei cirkuszi mutatványként hatottak, csakúgy, mint a szikrakisülések nyalogatása. A hálás közönség megbabonázva ámulta a fizika csodáit. A kaotikus dinamikához kapcsolódóan két 12. osztályos gimnazista (Béni Kornél és Berki Valentin) mutatott be igen látványos számológépes kísérleteket [4] és tartott színvonalas előadásokat. A vendégek láthattak elektromos és mágneses mezővel eltérített elektronokat (7. ábra) parabola, kör, és spirális pályákon (Lájer Márton és Varga Dániel 13. nyelvi előkészítő osztályos tanulók). Kétcsatornás oszcilloszkópon merőleges rezgéseket szemléltetett Rádi Roberta és Kiss Gabriella (12. nyelvi előkészítő osztályos tanulók), akik rezgéskeltőként hangfrekvenciás generátorokat használtak. A bemutató során a helyi TV is megjelent, felvételeket és riportot készített nemcsak a bemutatót szervező tanárral, hanem a bemutatón résztvevő diákokkal is. A felvett riportok később a helyi híradóban



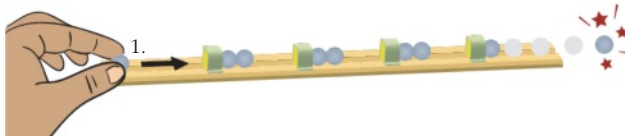
1. ábra. Ádám Magnus-effektussal működő kiskocsija.

több alkalommal adásba kerültek. A visszajelzések elismerőek, amint az a vendégkönyvi bejegyzésekből és a személyes beszélgetésekből is kitudt. A bemutatón megjelent és a kísérleteket figyelmesen, érdeklődve végignézte *Leibinger Jánosné*, a Katolikus Pedagógiai Szervezési és Továbbképzési Intézet részéről. A későbbiekben nagyon jó véleménnyel volt a bemutatóról:

„A kísérletek bemutatásának megtervezése, a diákok magyarázatai bizonyították a tanulók tájékozottságát, felkészültségét és az alapos felkészítő munkát. A kísérletek bemutatásában érződött a gyakorlat, a rutin, a kísérletezésben való jártasság. Nagyon ügyesen osztották meg egymás közt a feladatokat, ami a közös munka eredményességét és a jó közösségi szellemet bizonyítja. Öröm volt látni a zsúfolásig megtelt fizikatermet, amelyben a diákok egymás munkájára kíváncsian járták végig a bemutató egyes kísérleteit és hallgatták meg a magyarázatokat.”

A kicsik (általános iskola alsó tagozatosai) kikeregett szemmel nézték a kísérleteket, néhol megilletődtek, de általában igazi csodavárással szemlélődtek. Számos – nem fizikaszkos – kolléga mondta el, hogy neki is nagyon tetszett a show.

2. ábra. A „Gauss-puska” működési elve.



A bemutatón mintegy 50 kísérletet lehetett megtekinteni, a hozzájuk kapcsolódó hosszabb-rövidebb magyarázatokkal. A bemutató tanulók munkáját jellemzi, hogy az előkészületeken túl, hét órán keresztül kisebb pihenőkkel újra és újra örömmel előadták kísérleteiket. Láthatóan élvezték is, hogy ők most „fizikát csinálnak” és tanulótársaiknak magyarázzák.

## Emlékkönyvünkből...

„Jó volt a fizikai bemutató.”  
 „nagyon csinosak a kidobólányok!”  
 „Imádtam! Jó volt! Jövőre is lehet ilyen!”  
 „A legjobb program, amivel évente jelentkeznek a »kis« fizikusaink... de nekünk felnőtteknek is újra és újra felhívja a figyelmünket arra, hogy tanítani más-ként is lehet!”  
 „Jövőre ugyanitt!”  
 „Nagyon jó volt a FIZIKASHOW!”  
 „Lélegzet elállító volt.”  
 „A kaotikus ingák voltak a legjobbak!”  
 „Köszönöm tanár úr az emléket! Megérte a sok szenvedés/szervezés! Higgye el sokkal jobb volt, mint az éneklős akárm! Nagyon sok erőt kívánok a diákokhoz!”  
 „Nagyon látványos volt!”  
 „Köszönjük, hogy itt lehetünk! Jó volt!”  
 „Nagyon jó volt. Jövőre is jöhetünk?”

## Záró gondolatok

Eredeti célkitűzésünk a fizika népszerűsítése volt iskolán belül és kívül. Úgy érezzük, hogy sokak számára „kézzelfoghatóbb” lett ez a tudomány, ami különösen fontos manapság, mikor lépten, nyomon halljuk közismert emberektől is, hogy mennyire nem szerették a fizikát, matematikát, kémiát annak idején. Különösen fontosnak érezzük a reáltudományok iránti érdeklődés felkeltését akkor, amikor ország-szerte egyre kevesebb természettudományos tanár

3. ábra. „Gauss-puska” kilövési kísérletek.





4. ábra. Ideális gázok kinetikus modellje.

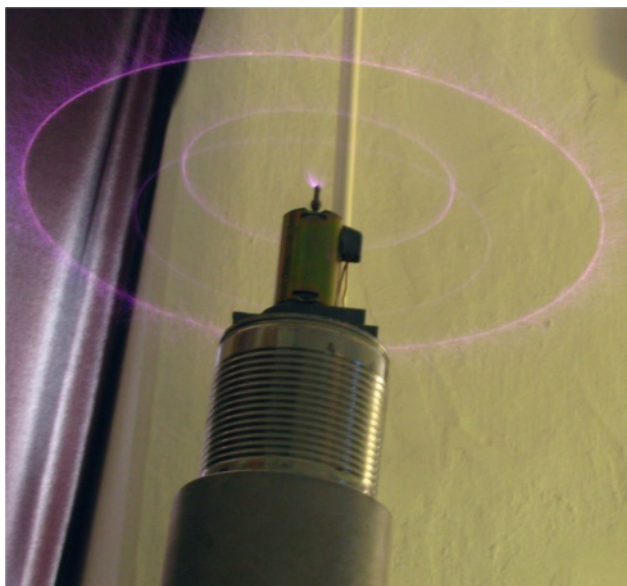


5. ábra. A 12. osztályosok ioncserélő kísérletei.

végez, a reálértelmiség létszáma drasztikusan csökken. Amennyiben ez tovább folytatódik, úgy a nagy természettudományos múlttal büszkélkedő hazánk a világranglistán sereghajtó lesz, műszaki-természettudományos értelmisége eltűnik.

A bemutató elmélyítette az aktívan közreműködő diákok ismereteit is, kedvet formált a kísérletek elvégzéséhez, fejlesztette előadó-képességeiket. Igazi fizikashow volt. Örömmel és büszkeséggel tölt el, hogy ez a mi iskolánkban történt 2010 tavaszán, valamint megszervezhettem és részese lehettem. A show-ról készült további képek és videók megnézhetők a [www.fizikashow.hu](http://www.fizikashow.hu) diákkörös weboldalon. További kérdéseket, véleményeket a [jalo@freemail.hu](mailto:jalo@freemail.hu) e-mail

6. ábra. Kisülések a Tesla-tekerecs fegyverzetén forgatott dróton.



címen szívesen fogadok. A fotókat *Linka Krisztina* 12. (nyelvi előkészítő) évfolyamos tanuló készítette.

#### Irodalom

1. <http://www.ovegesegylet.hu/karolyireneusz.htm>
2. Juhász A.: Fizikai kísérletek gyűjteménye 1. Arkhimédész Bt. – Typotex Kiadó, Budapest, 1996
3. Juhász A.: Fizikai kísérletek gyűjteménye 2. Arkhimédész Bt. – Typotex Kiadó, Budapest, 1995
4. Juhász A.: Fizikai kísérletek gyűjteménye 3. Arkhimédész Bt. – Typotex Kiadó, Budapest, 1996
5. Colin Siddons: Fizikai kísérletek, Novotrade kiadó, Sulikomp, 1991
6. [http://www.indavideo.hu/video/Vilagito\\_Ceruzta](http://www.indavideo.hu/video/Vilagito_Ceruzta)
7. [http://www.physics.princeton.edu/~mcdonald/examples/lin\\_accel.pdf](http://www.physics.princeton.edu/~mcdonald/examples/lin_accel.pdf)
8. <http://www.indavideo.hu/video/Gauss-puska>

7. ábra. Elektronok eltérítése mágneses mezőben.

