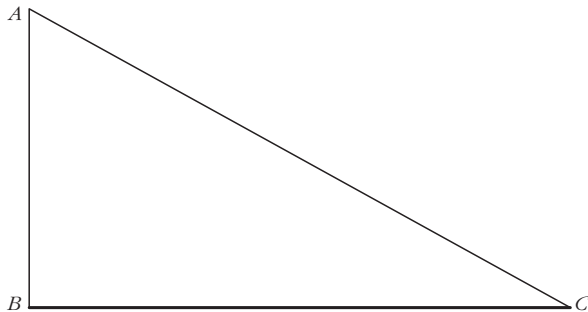


Vízszintes távolságmérés

7. Határozzuk meg, milyen messze van egy folyó, patak, egyéb tereptárgy a hegytől, ha ismerjük a hegy magasságát!

A) feladat: Határozzuk meg a BC távolságot, ha az AB ismert (11. ábra)!



11. ábra. Távolságmérés ismert magasság segítségével.

Mérés: A hegy tetejéről irányítsuk eszközünket a tereptárgy felé, olvassuk le a mutatott értéket, ez legyen: x ! Ekkor

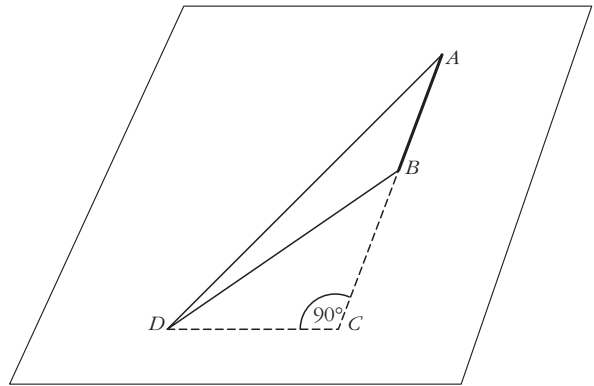
$$BC = \frac{x}{100} AB.$$

Indoklás: A skála felvételéből közvetlenül adódik az összefüggés.

B) feladat: Határozzuk meg a vízszintes AB távolságot (12. ábra)!

Mérés: Lépjük 100 lábat az AB egyenesében, így a C pontba érünk, majd ismét lépjünk 100 lábat erre merőlegesen, ekkor kapjuk a D pontot. Mérőnk egyik szárát a CD egyenesében elhelyezve húzzuk ki a fonalat az A irányába, majd olvassuk le a mutatott értéket, legyen ez x ! Az AB távolság:

$$AB = \frac{10000}{x} - 100 \text{ (láb)}.$$



12. ábra. Távolságmérés két, egymásra merőleges, ismert távolság segítségével.

Indoklás: A skála felvételéből adódóan

$$\frac{x}{100} = \frac{DC}{AC} \rightarrow AC = \frac{100}{x} DC = \frac{10000}{x},$$

valamint $AB = AC - BC = AC - 100$. A két összefüggésből adódik a fenti képlet.



Remélem, hogy a fenti mérések színesebbé, gazdagabbá teszik a kirándulásokat. Tapasztalatom szerint élvezik a csoportban és a szabadban való munkát, versenyeznek, kinek sikerül pontosabban megmérni a torony magasságát. Különösen jó, ha egy letről történő mérés után felmászva megtaláljuk kiírva a magasságot.

Nem feltétlenül kell Galilei fenti méréseit követnünk, magunk is találhatunk ki méréseket az eszköz segítségével. Jó szórakozást hozzá!

Irodalom

1. Radnóti Katalin: Galilei szerepe a mai, modern világképünk kialakulásában – II. *Fizikai Szemle* 59/2 (2009) 59–61.
2. Galileo Galilei: *Operations of the geometric and military compass, 1606*. Az angol fordítást Stillman Drake készítette, Firenze, 1977. (A következőben megjelölt web-helyről letölthető.)
3. A firenzei Galilei Múzeum honlapja: <http://www.museogalileo.it>
4. A Galilei Múzeum körzővel kapcsolatos interaktív anyaga: <http://brunelleschi.imss.fi.it/esplora>

KOROK ÉS TUDÓSOK

– A SZÍNPADON ARKHIMÉDÉSZ, GALILEI ÉS NEWTON

A szegedi Kutatók Éjszakájától a koppenhágai Science on Stage-ig

Farkas Zsuzsanna

Szegedi Tudományegyetem JGYPK Általános és Környezetfizikai Tanszék

Gajdos Tamás, Major Balázs, Nagy Andrea
Szegedi Tudományegyetem fizikus MSc-szakos hallgatók

Mottó: *Ha fürödni látnánk Arkhimédészt egy fürdőkádban, Galileivel futnánk össze a pisai torony tővében, az almafa alatt szunnyadó Newton mellett sétálva fognánk balkabbra lépteinket, talán meg sem lepődnénk ottlétük miatt, olyannyira köztünk élnek ők. Kortársaik minden korok tudósainak, tanítóik minden korok tanulni vágyó*

ifjainak. A felbajtóerőt, a távcsövet, a gravitáció törvényeit ismernénk már nélkülük is. De ők többet adtak nekünk: a hitet, hogy a világ megismerhető, s a bizonyosságot, hogy nincs nagyobb intellektuális élmény, mint megcsillanni látni a mindennapok kesze-kusza rendeltetésében a természet törvényeinek aranyrőgeit.

A Szegedi Tudományegyetem három fizikus MSc-szakos hallgatójával arra vállalkoztunk, hogy színpadon idézzük meg a fizikatörténet fent említett óriásait, és színpadi jelenetekkel tisztelegjünk előttük. A *Kutatók Éjszakája* rendezvényen (Szegedi Tudományegyetem, Juhász Gyula Pedagógusképző Kar, Általános és Környezetfizikai Tanszék, 2010. szeptember 24.) a korhű jelmezbe öltözött Major Balázs mint Arkhimédész, Nagy Andrea mint Galilei és Gajdos Tamás mint Newton több száz általános és középiskolásnak – és sok felnőttnek – mutatták be kísérleteiket, meséltek felfedezéseikről, életükről népszerűsítve ezzel a fizika tantárgyat és a fizika tudományát. A „tudósokat” a rendezvény délutánján Szabó Gábor akadémikus, az egyetem rektora is fogadta (1. ábra).

A hallgatók előadásáról a Szegedi Tudományegyetemen 2011 márciusában filmfelvétel készült, amely rövidesen látható lesz egyetemünk honlapján.

A *Science on Stage Természettudomány-tanítási fesztivál Magyarországon* rendezvény döntőjén (Csodák Palotája Budapest, Millenáris Park, 2010. október 2.) egy rendhagyó, időutazó fizikaórát tartottunk. Az arkhimédészi hengerpár Arkhimédész kezében mindenkivel megértette a felhajtóerő törvényét, a bemutatott arkhimédészicsavar-modell pedig segítette abban, hogy elképzeljük az egyiptomi földek öntözésére ténylegesen megszerkesztett gépezetet. Galilei a négycsatornás Galilei-lejtőn szemléltette a gyorsuló mozgást, és bemutatta a Jupiter bolygó általa felfedezett holdjait egy saját készítésű modell segítségével. Newton beszélt a gravitációról, mindenkit almával kínált, és megmutatta, hogy prizmával a fehér fényből színes spektrum készíthető, azaz a fehér fény színekre bontható.

A *Kutatók Éjszakája* az Európai Bizottság támogatásával 2008 óta Európa-szerte, minden év szeptember végén megrendezésre kerülő, egész napos, fesztivál-jellegű eseménysorozat. A rendezvény célja a tudomány, a tudományos eredmények és a tudományos életpálya népszerűsítése elsősorban a 10–18 éves fiatalok körében. A nyitott egyetemi kutatói laboratóriumok, a játékos ismeretterjesztő előadások, vetélkedők, kiállítások, interaktív bemutatók a remények szerint a tudomány olyanfajta kommunikációját jelentik, amelyek a Facebook, az Internet, az iWiW és más kommunikációs csatornák mellől is képesek felállítani a fiatalokat, legalább egy fél napra. A *Kutatók Éjszakája* rendezvénysorozat mottója egy Einstein-idézet: „Nem vagyok különösebben tehetséges, csak szenvedélyesen kíváncsi.”

Az utóbbi évtized(ek)ben a fizika tantárgy tanításának kis hatékonyságból származó problémája hozta létre 2000-ben a CERN (Európai Nukleáris Kutatási Szervezet), az ESA (Európai Űrügynökség), az ESO (Európai Déli Observatórium) és az Európai Bizottság támogatását élvező *Physics on Stage* fesztivált azzal a céllal, hogy elsősorban a résztvevő országok fizikatanári közössége számára teremtsen tapasztalatcserére, innovatív kísérleti bemutatóra alkalmas helyszínt. A konferencia tematikája később biológiával és



1. ábra. Nagy Andrea, Major Balázs, Szabó Gábor professzor, a Szegedi Tudományegyetem rektora és Gajdos Tamás a *Kutatók Éjszakája* szegedi rendezvényén a József Attila Tanulmányi és Információs Központban.

kémiával bővült, és létrejöttek a *Science on Stage* konferenciák. A cél továbbra is az, hogy a természettudományos tantárgyak tanításának hatékonysága növekedjen, illetve megforduljon az a nemkívánatos folyamat, amelyet a természettudományos tantárgyaktól való elfordulás jelent az oktatás minden szintjén.

Hadd hívjuk meg most az Olvasót egy időutazó fizikaórára, ahol a fent említett előadásokból idézünk azzal a céllal is, hogy hátha lesznek a Kedves Kollégák „vonzáskörzetében” olyan tanulók, akik szívesen idéznék meg hasonló módon a múlt nagy fizikusait.

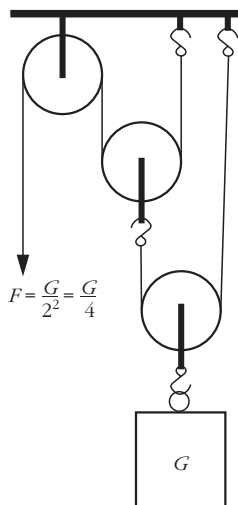
Arkhimédész (i. e. 287–212)

„Tisztelt Olvasó!

Arkhimédész vagyok, az ókor legnagyobb tudósának, a világ legnagyobb matematikusának tartanak. Nevem vaseszűt jelent. Szürakúzában, a szicíliai görög városállamban születtem időszámításuk előtt 287-ben.

Történetíróm szerint a második pun háborúban római hajókat gyűjtöttem fel. Az igazság az, hogy valóban készítettem ostromgépeket, emelőket és tükröket is. Csigasoraimmal a hajókat legénységükkel és rakományukkal együtt is el lehetett vontatni. A rólam elnevezett csigasor egy állócsigából és több mozgócsigából áll. A mozgócsigák egyik kötélágát egy stabil tartószerkezethez rögzítik, míg a másik ág egy előző mozgócsiga tengelyét terheli. Az állócsigán az első mozgócsiga mozgó kötélága van átvetve, ezt húzva emelhető fel a teher. Mivel a mozgócsigára eső terhelés a két kötélág között egyenletesen oszlik el, ezért n darab mozgócsigából álló csigasor esetén a teher felhúzásához használt kötéltre csak a teher 2^n -ed része esik. Ez utóbbi összefüggés miatt nevezik ezt a csigasort hatványcsigasornak is (2. ábra).

Attól váltam széleskörűen ismertté, hogy Egyiptomban a földek öntözésére vízemelő gépezetet – arkhimédészi csavart – szerkesztettem. Az eszköz legfontosabb eleme egy spirál alakúra meghajlított cső, amely a vízszintessel 20–25°-os szöget bezáró fémtengely-



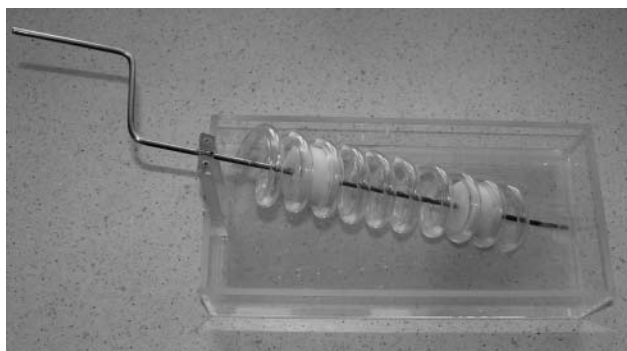
2. ábra. Arkhimédieszi csigasor. A mozgócsigák számának növelésével csökkenthető a teher felhúzásához szükséges erő.

hez van rögzítve. A használat során a cső alsó végét vízbe merítik, míg a cső másik vége a víz szintje fölött ér véget. Ha a berendezést egy hajtókarral a hossztengetyénél megforgatjuk, akkor a cső alsó végén a csőbe kerülő víz minden forgatásnál egy menettel magasabbra kerül, és végül kifolyik a csőből (3. ábra).

Mindenki ismeri a később rólam elnevezett felhajtóerő-törvényt, akár énekelve is: »Minden vízbe mártott test a súlyából annyit vesz, amennyi az általa kiszorított víz súlya.« A felhajtóerő törvényéről jut eszembe az alábbi történet. Hieron, Szürakúza királya – aki egyébként rokonom volt – egy ajándék koronát csináltatott. De kételye támadt, hogy az ötvös vajon beletette-e az összes aranyat, amit kapott, vagy esetleg ezüsttel pótolta. A király engem kért meg, hogy találjak ki módszert, amivel a kérdés eldönthető.

A megoldást fürdés közben találtam meg. Két dolgot vettem észre, egyrészt azt, hogy a vízben könnyebbnek érzem magam, másrészt azt, hogy a víz szintje annál magasabb a kádban, minél jobban belemerülök. Ekkor fogalmazódott meg bennem a felhajtóerő törvénye. Örömben kiugrottam a kádból, és Szürakúza utcáin végigfutva tudattam a világgal, hogy: »Heuréka, heuréka... megtaláltam, megtaláltam!«

3. ábra. Arkhimédieszi csavar. A képen látható arkhimédieszi csavar a szegedi Körösy József Szakképző Iskola eredeti Calderoni-gyártmányú készüléke alapján készült. A fluoreszcein-oldattal megtöltött csavarmodellt bemutatta a dán televízió *Science on Stage* fesztiválról tudósító adása.



A felhajtóerő törvénye szépen demonstrálható az úgynevezett arkhimédieszi hengerpárral. A hengerpár két – egymás alatt elhelyezett – hengerből áll. Az alsó henger tömör, a felső felül nyitott, és térfogata megegyezik az alsó henger térfogatával. A hengerpárt rugós erőmérőre akasztva, majd az alsó hengert vízbe merítve megfigyelhető, hogyan változik a hengereket tartó erő. Ha az alsó henger kicsit is vízbe merül, kisebb tartóerőre van szükség. Ha az alsó hengert teljesen vízbe merítjük, és a felső hengert teletöltjük vízzel, az erőmérő ugyanakkora értéket mutat, mint levegőben. A víz által a hengerre kifejtett felhajtóerő tehát megegyezik a henger térfogatával azonos térfogatú – vagyis a henger által kiszorított – folyadék súlyával.

A felhajtóerővel magyarázható a Cartesius-búvár (Descartes, 1596–1650) működése is. A kísérleti eszköz úgy állítjuk be, hogy a búvár az üveg tetején úszson. Ilyenkor a búvárra ható felhajtóerő egyenlő a ráható gravitációs erővel. Ha megnyomjuk a palackot, a búvár lesüllyed, mert a folyadék összenyomhatatlansága miatt víz kerül a búvár testébe, és a gravitációs erő nagyobb lesz a felhajtóerőnél.

A matematika mindig nagyon érdekelt, ezért Alexandriába mentem Euklidesz tanítványaihoz matematikát tanulni. Később bebizonyítottam, hogy a kör kerületének és átmérőjének aránya minden kör esetén ugyanaz. Ezt a számot ma π -nek hívják, értékét én 3,142-nek találtam. Bizonyítottam továbbá, hogy egy gömb felszíne és térfogata úgy aránylik egymáshoz, mint a köré írt egyenes henger felszíne és térfogata. Beláttam, hogy egy gömb, a köré írható legkisebb henger, és a hengerbe írt kúp térfogatának aránya egész számokkal írható le: a henger, a gömb és a kúp térfogatainak arányára a 3:2:1 arányt kaptam. Erre az eredményre olyan büszke voltam, hogy úgy rendelkeztem, síromra is ezt a geometriai ábrát véssék.

Matematikával életem végéig foglalkoztam. Az engem leszűrni készülő katonához szóló utolsó mondatom: »Noli turbare circulos meos!« azaz *Ne zavarj a köreimet!*, hiszen éppen geometriai ábrák rajzolása közben háborgattam.

Halálom után felfedezéseim sajnos hosszú időre feledésbe merültek, elsősorban az alexandriai könyvtárat sújtó tűzvész következtében. Még évszázadokat kellett várni olyan tudósokra, akik az enyémekekhez hasonló, nagy felfedezéseket tettek, közülük tartozott *Galileo Galilei*. Köszönöm a figyelmet!”

Galileo Galilei (1564–1642)

„Üdvözlöm Önöket, az én nevem Galileo Galilei, és a mai napon az a tisztem, hogy meséljek Önöknek az életemről.

1564-ben láttam meg a napvilágot Pisában, de nem akarom Önöket untatni a részletekkel, elég az hozzá, hogy hamar a matematika és a fizika felé fordultam, bár először orvosi tanulmányokat folytattam a pisai egyetemen. Életem során sok mindennel foglalkoztam, szerkesztettem mikroszkópot, osztóközöt, sőt

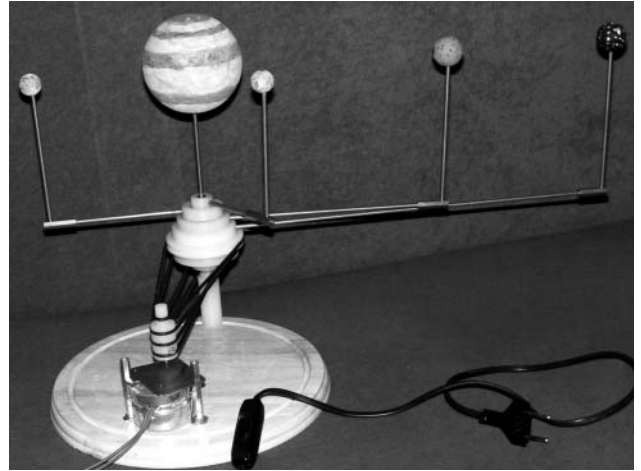


4. ábra. Galilei-lejtő. A gyönyörűen felújított, mintegy 100 éves, négy-csatornás Galilei-lejtő. A négyzetes úttörvény szerint növekvő utak megtételéhez tartozó időtartamokat a lejtőn elhelyezett csengők jelzik.

még termoszkópot is. Ha jól hallottam, manapság elneveztek rólam egy hőmérőt, de ez az eszköz teljesen más elven működik. A pisai dóm egyik csillárját figyelve – észrevettem, hogy az inga lengésének ideje nem függ a kitérés mértékétől – felfedeztem az izokronizmust.

Számomra a világ megismeréséhez mindig a kísérleteken át vezetett az út, de remélem, megbocsátanak nekem, ha az idő szűke miatt a továbbiakban csak legjelentősebb felfedzéseimről ejtek néhány szót. Ha már a kísérleteknél tartunk... Épp a minap hallottam egy érdekes anekdotát a pisai ferde toronyban elvégzett kísérletemről. Bizonyára hallottak a kísérletről, de ki kell ábrándítanom Önöket, mert ezt a kísérletet én soha nem végeztem el. Ugyanis még szép vízórám segítségével sem volt meg a technikai lehetőségem, hogy a szabadon eső kövek esési idejét megmérjem, mert a kövek túl gyorsan esnek. Azonban egy sokkal lassúbb lefutású mozgásnál, lejtőn guruló golyók segítségével máris bebizonyítom önöknek, hogy a testek a tömegüktől függetlenül egyszerre érnek a lejtő aljára, ha a légellenállástól eltekintünk. Tapasztalatom szerint, ha a lejtőn a csengőket a megfelelő távolságokba helyezük, például 10, 40, 90 és 160 cm-re (4. ábra), akkor az egyszerre indított golyók egyenlő időközönként érik el azokat. Hallgassák csak! ...

És most térjünk vissza a szabadesésre! Mivel a fent említett jelenség bármilyen hajlásszögű lejtőn érvényes, és mivel a szabadesést tekinthetjük egy speciális lejtőnek is, amelynek hajlásszöge 90 fok, a lejtőn tapasztaltak a szabadon eső testekre is érvényesek. Ezen eredményeimet a *Discorsi* című művemben publikáltam.



5. ábra. A Jupiter bolygó Galilei által felfedezett holdjaival. A Jupiter bolygó és a Medici-csillagok, azaz a Jupiter bolygó és a Galilei által felfedezett négy hold: az Io, az Europa, a Ganymedes és a Callisto. A modellben a holdak méretarányai, a bolygótól mért távolságaik arányai és a periódusidők arányai megfelelnek a valóságnak.

Ejnye-ejnye, az én memóriám sem a régi már! A kedvenc eszközömről majdnem megfeledkeztem, pedig ennek köszönhetem számos korszakalkotó felfedezésemet. Természetesen a távcsőről fogok beszélni. Távcsövem egy szóró- és egy gyűjtőlencséből állt, elérte a hihetetlen 12-szeres nagyítást, használatával a Világegyetem ezer csodája tárult a szemem elé. Ám arról sem szabad megfeledkezni, hogy távcsövem látószöge igen kicsi, és a széleken a látótér elég sötét, viszont az objektum keresését megkönnyíti, hogy egyenes állású képet ad. Távcsövemmel vizsgáltam a Hold felszínét, a Nap foltjait és a Vénusz fázisait.

Észrevettem, hogy a Tejút száz meg száz csillagból áll, de legnagyobb felfedezésemet, amelynek ebben az évben van négyszáz esztendeje, mégis a Medici-csillagok jelentették. Név szerint: az Io, az Europa, a Ganymedes és a Callisto. Ha jól tudom, ezeket ma Galilei-holdaknak nevezik, és azt hallottam, hogy egy bizonyos *Olaf Römer* az Io segítségével mérte meg először a fény sebességét is.

Mint ahogyan az általam készített modellen is látszik (5. ábra), minden hold a Jupiter körül kering. Természetesen a Jupiter mérete a valóságban jóval nagyobb, de a holdak méretének, pályájának és keringési idejének aránya megfeleltethető a valóságnak. Ennek a rendszernek a megléte már önmagában is megerősíti, hogy a kopernikuszi tanok igazak, és nem a Föld, hanem a Nap a Világegyetem középpontja. Sajnálatos módon ezen állításomat az inkvizíció előtt vissza kellett vonnom, de megsúgom Önöknek, hogy helyességében a mai napig sem kételkedem.

Ezt a felfedezést tekintem életem fő művének, de át is adom helyemet az elkövetkező kor nagy tudósának, *Sir Isaac Newton*nak, aki sok minden más mellett megalkotta a klasszikus mechanikát, felállította a mechanika axiómáit, de az igazság az, hogy az első axiómát már én is megfogalmaztam. Köszönöm megtisztelő figyelmüket."

Sir Isaac Newton (1643–1727)

„Tisztelt Olvasó!

Én Sir Isaac Newton vagyok. Magam bemutatására idézném *Alexander Pope*-ot. Az idézet sírfeliratomra is felkerült:

»Sűrű éj borítá bé a Természetet,
Newtont küldé az Úr: tégyen Törvényeket!«

Az előttem szereplő tudóst a római egyház üldözte és szinte szobafogságban halt meg Firenzében. Én egy szerencsésebb helyen születtem 1643. január 4-én, egy lincolnshire-i kis falucskában, ahol az egyház hatalma nem korlátozta a tudósi munkát. Egy olyan társadalomba születtem, ahol a tudósok elismert, a király által fizetett, tiszteletben álló személyek voltak. A hely Anglia, ahol egy új korban a tudomány új szelei fújtak.

Tudósi történetem a tükrös távcsővel kezdődött. Ez annyira lenyűgözte a korabeli tudósokat, köztük *Hooke*-ot, az experimentátort, hogy alig 29 évesen már a Királyi Társaság tagja lehettem. Galilei távcsövének képalkotását – bár minden tisztelem az övé – a színi hibák zavarják. A lencsével leképezett fénypontok körül ugyanis a diszperzió miatt mindig színes gyűrűrendszer alakul ki. Azonban a tükrös távcsőben nincs fénytörés, nincs diszperzió, és a kép is élesebb.

De nézzünk bele a diszperzió fizikai hátterébe egy hozzám fűződő történet kapcsán: Történt ugyanis, hogy a fényt saját »detektorommal«, a szememmel vizsgáltam direkt módon. Ez látáskárosodást okozott, aminek orvoslására három napra sötét szobába zárat-

6. ábra. Sir Isaac Newton prizmával, London, Madame Tussauds-múzeum.



tam magam. Három nap hosszú idő, szerettem volna folytatni kutatásaimat. Fúrtam a falon egy lyukat és azon át egy keskeny fénysugarat engedtem be a szobába. A fényt egy prizmára vetítettem, a prizma után ernyőt helyeztem el. Az ernyőn felfogott fénycsíkban nagy meglepetésemre megjelentek a szivárvány színei. Mivel máshonnan nem érkezhettek a színek, meg kellett állapítanom, hogy a fehér fény a színek megfelelő arányú keveréke, a prizma »csak« szétválogatja őket (6. ábra). Egyébként az esőcseppekben keletkező szivárvány színeit is hasonló jelenség okozza.

A korabeli elmélet szerint a fehér szín egy tiszta rezgés, amely az anyaggal történő kölcsönhatás során különböző alhullámokat bocsát ki magából. Én ezt a feltevést elvettem, helyette a sajátomat alkalmaztam, amit nevezhetünk szubsztancia- vagy anyagelvnek. Kimondtam, hogy a fehér fényben megtalálható az összes szín, azaz a színek nem a fény elváltozásai, hanem a prizma történetét különböző mértékű fénytörés következményei. Ezeket az eredményeimet az 1700-as évek elején megjelent *Optikámban* adtam közre.

De ne szaladjunk előre az időben! Ugyanis, bár csak később – a *Principiámban* – publikáltam a mozgásra vonatkozó törvényeim, már ifjú koromban elvégeztem a szükséges számításokat. Egyik legnagyobb sikeremről fogok most beszélni, úgyhogy kérem, figyeljenek! Kezdetben a görögök úgy gondolták, hogy két külön fizika létezik. Egyik, ami a Földön és annak közelében érvényes, míg egy másik, ami az égi objektumokra és a csillagokra érvényes. Az égi szférában *Tycho de Brachénak* a Mars bolygóval kapcsolatos méréseit felhasználva *Kepler* hosszú számítások útján felállította a bolygómozgás három törvényét. A földi szférában Galilei ejtési kísérletei – mint ahogy hallottuk – nyújtottak valami törvényszerűséget. Alig múltam húsz éves, és folyamatosan ezek a gondolatok jártak a fejemben, ezek a kérdések lebegtek a szemem előtt, én pedig türelmesen vártam, hogy a megvilágosodás apró sugarai végül egy kristálytisztá ragyogássá álljanak össze.

A múltkor egy kisfiú megkérdezte tőlem, hogy tényleg a fejemre esett-e egy alma. Ezt itt most le kell szögeznem, hogy, bár szüleim háza tényleg egy almáskert mellett volt, és tényleg sokat ültem almafák alatt, amikor otthon voltam, de ilyen soha nem történt. Ez valamelyik életrajzíró reklámfogása. A lényeg viszont az, hogy az alma esését ugyanaz az erő okozza, mint ami a Holdat a Föld körül tartja, tehát csak egy fizika létezik. Bár *Kepler* jól írta le a bolygók mozgását, a miéltre azonban én adtam meg a választ! Ez az erő pedig a gravitációs erő, az egyetlen erő, ami összetartja Naprendszerünket és bennünket a Földhöz ragaszt. A közönséges látható anyag fejt ki ezt az erőt, s ezen az erőn kívül – amely a távolság négyzetével csökken – nincs szükség más erőre! Ezt az eredményt – összekapcsolva a testek mozgásáról szóló kéziratral – publikáltam is, a könyv címe: *Philosophie Naturalis Principia Mathematica*, avagy röviden *Principia*. Ebben már szerepelt az általános összefüggéseket magyarázó három törvényem:

1. Minden test megmarad nyugalmi állapotában vagy egyenes vonalú, egyenletes mozgásában mindaddig, míg és amennyiben kívülről ráható erők ennek az állapotnak megváltoztatására nem készítenek.

2. A mozgásmennyiség megváltoztatása arányos a ráható erővel s azon egyenesnek irányában megy végbe, amelyben ez az erő hat.

3. Minden hatással együtt egyenlő nagyságú és ellenkező irányú ellenhatás is fellép, vagy más szóval, két test kölcsönösen egymásra gyakorolt hatása egyenlő egymással s ellentétes irányú.

Van egy negyedik axióma is, amit ugyan nem én fedeztem fel, de a sajátjaim mellett igen jól mutat, és hiba lenne nem megemlíteni. Ez a Stevin-tétel.

4. Ha egy testre egyidejűleg több erő hat, akkor ezek együttes hatása megegyezik vektori eredőjük hatásával.

Köszönöm, hogy ennyien megjelentek előadásunkon, és bár sokan úgy gondolnak rám, mint valami félistenre, azt fontos leszögezni, csak azért láttam messzire, mert olyan óriások vállán állhattam, mint Arkhimédész és Galilei.”



A Csodák Palotájában bemutatott színpadi jelenettel nagy örömünkre részt vehettünk – a magyar delegáció tagjaiként – a Koppenhágában megrendezett *Science on Stage* fesztiválon, 2011. április 16–19. között (7. ábra). Mind az ötlet, hogy színpadi kellékekkel, korhű öltözékekben tegyük látványossá a fizikaórák olykor száraznak tűnő tananyagát, mind a megvalósítás sok elismerésben részesült. A kosztümös hallgatók látványa nemcsak a rendezvény megnyitóján, de folyamatosan vonzotta a média munkatársait és az érdeklődő látogatókat. Örömmel töltött el bennünket a görög küldöttség meghatódottsága Arkhimédész láttán, a román és bolgár vendégek kedves ajándéka, vagy a svéd delegáció meghívása a facebook-oldalukra. Kérésre büszkén álltunk az érdeklődők mellé egy-egy fénykép erejéig. Ilyenformán – ha személyesen nem is – az emlékek felidézése révén számos országra eljuthat kis csapatunk.



7. ábra. A *Science on Stage* konferenciák hazai szervezői Kovách Ádám és Sükösd Csaba társaságában a koppenhágai fesztivál magyar standja előtt.

Szinopszis

A tudós nem érheti be az igazságnál kevesebbel! De az igazság kényes. Hitben, hűségben, kitartásban a legjelesebbnek kell lenned, hogy rád figyeljen. Ő még csak ígéret, de te már a rabszolgája vagy, s elvárja, hogy az is maradj... a máglyáig, ha kell!

Hisszük, hogy olyan tudósokat idéztünk meg az elmúlt oldalakon, akik méltónak bizonyultak egykor az igazság mosolyára.

Irodalom

1. Paul Strathern: *Arkhimédész*. Elektra Kiadóház, 2000.
2. Száva István: *A szirakúzi óriás*. Saturn Kiadó, 2003.
3. Arthur Koestler: *Alvajárók*. Európa Kiadó, 2007.
4. Martin Rees (szerkesztő): *Univerzum – A Világegyetem képes enciklopédiája*. Euromedia Group Hungary, Ikar Kiadó 2006.
5. Steve Parker: *Isaac Newton és a gravitáció*. Magvető Kiadó, 1993.
6. http://en.wikipedia.org/wiki/Isaac_Newton
7. <http://physx-on-stage.blogspot.com>

300 ÉVES A KÍSÉRLETIFIZIKA OKTATÁSA SÁROSPATAKON

Bigus Imre

Árpád Vezér Gimnázium és Kollégium, Sárospatak

Az 1531-ben alapított sárospataki Református Kollégium a tudomány és a művelődés fellegvára volt évszázadokon át. Itt tanított a pedagógiai módszeréről leghíresebb pedagógus, *Johannes Amos Comenius* 1650 és 1654 között, aki beköszöntő beszédét *A lelki tehetségek kiműveléséről* címen tartotta, és a szemléltető oktatás híve volt.

De itt tanított *Pósházi János* (1628–1686), az első hazai „*Philosophiae Naturalis*” (1667) szerzője, aki elfogadta a tehetetlenség elvét: „valamely test megmarad abban az állapotában, amelyben van, hacsak valami más mozgó test akár belülről, akár kívülről innen

ki nem mozdítja.”¹ *Newton* és Pósházi megfogalmazásai egyidőben keletkezettek, nyilván mindketten jól ismerték *Galilei* 1632-es munkáját és elfogadták az abban szereplő fenti megállapítást.

Míg Comeniusnál a fizika a filozófia részeként szerepel, addig *Simándi István* immár 300 évvel ezelőtt, 1709-ben és 1710-ben kísérleti módszerekkel tanította a fizikát. Simándi munkássága azért is nagyon jelentős, mert talán egész Európában elsőként oktatta a fizikát

¹ M. Zemplén Jolán: *A magyarországi fizika története 1711-ig*, 285. o.