

5. ábra. A részecő által kibocsátott hang frekvenciaspektruma

esetén az alapharmonikus mért értéke 453 Hz, számított érték 329 Hz; az alumíniumcső esetén a mért frekvencia 232 Hz, a számított érték 228 Hz. Látható, hogy az alumíniumcsőnél nagyon jól közelít egymáshoz a mért és a számított alapharmonikus érték. A két kisebbik cső esetén az eltérést valószínűleg az okozta, hogy ezek a csövek hamarabb felforrósodtak, ezért a hangsebesség jelentősen megváltozott.

Összegzés

A cikkben Rijke-csővel végzett termoakusztikus projektfeladat eredményeit mutattam be. A csővel végzett kísérleteket csoportmunkában, projektszerűen oldottuk meg. Alapvetően olcsó, minden iskolában megtalálható eszközöket használtunk, amelyek nem voltak meg a mi iskolánkban, kölcsönkértük, így ez nem okozott extra kiadásokat.

ÜSTÖKÖS AZ ASZTALON

– Hogyan „főzzünk” csillagászati demonstrációs eszközöket?

Kopasz Katalin, Papp Katalin, Szabó M. Gyula, Szalai Tamás
SZTE-TTIK Kísérleti Fizikai Tanszék

Az alábbi válogatás az 52. Országos Középiskolai Fizikatanári Ankét és Eszközbemutató, Kaposváron tartott műhelyfoglalkozás alapján készült. Az ott bemutatott csillagászati demonstrációs eszközöket a bemutatóhelyük, tanítási alkalmazásuk szerint csoportosítottuk. A működő modellek, kísérletek társíthatók az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Csongrád Megyei Csoportja és az SZTE-TTIK Fizikus Tanszékcsoporthoz, de iskolán kívüli tanulói aktivitásokhoz, bemutatókhoz, de iskolán belüli alkalmazásuk is lehetséges.

A tanulóknak nemcsak a termoakusztikai ismereteik bővültek, hanem a természettudományos gondolkodásuk, problémalátó és -megoldó képességük is fejlődött. A természettudományos kompetenciák mellett a szociális jellegű (team-foglalkozás, feladatelosztás, eszközök megosztása stb.) készségeik is fejlődtek, amit mindenképpen hasznosnak ítélek a jövő szempontjából. A gázzal melegített Rijke-cső vizsgálatát projektünk első lépcsőfokának tekinthetjük. A következő lépésben szeretnénk pontosabb adatokat kapni úgy, hogy építünk egy elektromosan fűtött Rijke-csővet.

A projektszemléletű oktatás új lehetőséget teremt az ismeretátadásban, a kísérletezésen alapuló tanulásban, valamint a csoportos tanulás módszereinek kialakításában. A kollégák számára bátran ajánlom, hogy próbálják ki ezeket, vagy szervezzenek hasonló termoakusztikai kísérleteket.

Köszönetnyilvánítás

Az írás a Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Karán Fizika PhD-program (*A közép- és a felsőfokú fizika oktatásának fejlesztésére irányuló kutatások*) keretében készült. Külön köszönetem szeretném kifejezni a témavezetőnek, Papp Katalin tanárnőnek, aki hasznos információkkal és adatokkal segített a cikk megírásában, illetve a hiányzó mérőműszerek beszerzésében.

Irodalom

1. B. Entezam, W. K. Van Moorhem, J. Majdalani: Two-dimensional numerical verification of the unsteady thermoacoustic field inside a Rijke-type pulse combustor. *Numerical Heat Transfer, Part A* 41 (2002) 245–262.
2. D. Fahey: Thermoacoustic Oscillations. *Wave Motion and Optics* (2006) Spring.
3. S. M. Sarpotdar, N. Ananthkrishnan, S. D. Sharma: The Rijke Tube – A Thermo-acoustic Device. *Resonance* (2003) January, 59–71.
4. Rocard jelentés: *Science Education NOW: A renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2007.

Fizikátörténeti kiállítás a víztoronyban

A szegedi Szent István téren áll a 2006-ban felújított víztorony, az „Öreg hölgy”. Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Csongrád Megyei Csoportjának köszönhetően a víztorony hetedik emeletén helyet kapott egy állandó kiállítás, amelynek anyagát a szegedi középiskolák és az egyetem szertáiraiból származó, 100–120 éves kísérleti eszközök alkotják. A víztorony látogatói számára előzetes egyeztetés alapján lehetőség van rendhagyó fizikaórák tartására is, ahol az érdeklődők működés



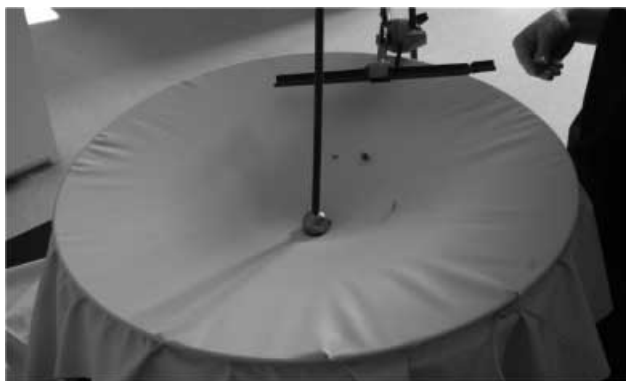
1. ábra. Tellúrium, és mindenki megérti, miért nincs minden hónapban napfogyatkozás.

közben is megismerhetik, milyen szemléltető eszközöket használtak régen a szegedi iskolákban.

A kiállítás sok-sok kincse között találunk egy tellúriumot is (1. ábra). Az eszköz körülbelül az 1920-as évekből származik, mint ahogyan azt a korabeli katalógus és leírás igazolja: „a Hold fényváltozását bemutató eszköz, a Nap reflektoros lámpával helyettesítve, a Föld a Holddal, forgató szerkezettel, a földgömb átmérője 12 cm”. (Erdélyi és Szabó, tudományos műszergyár, Budapest, 1929.)

Segítségével már abban az időben is bemutatható volt, hogy a Föld és a Hold keringési síkjai által bezárt szög miatt nincs minden hónapban napfogyatkozás.

3. ábra. Gravitációs mező gumilepedővel



2. ábra. Égi jelenségek az újszegedi Ligetben

Akadályverseny az újszegedi Ligetben

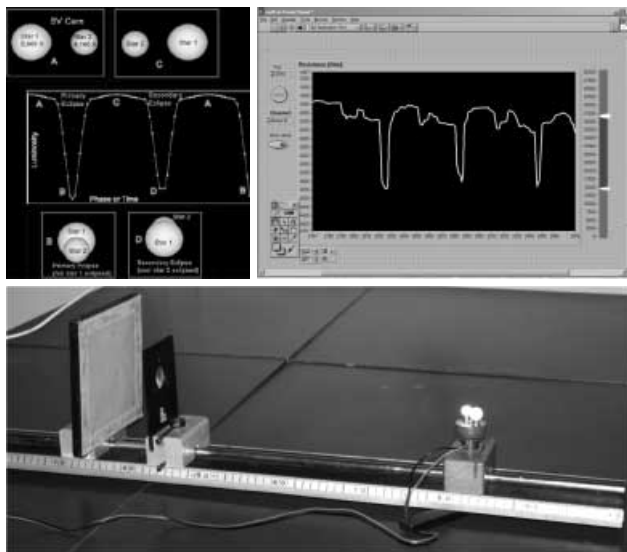
A *100 óra csillagászat* nemzetközi programsorozat keretében került megrendezésre az újszegedi Ligetben egy akadályverseny szegedi középiskolás diákok számára. A kitűzött feladatok között szerepelt modellalkotás is, amelynek során a versenyzőknek a Napot, a Földet és a Holdat szimbolizáló labdák segítségével kellett elmagyarázniuk, mi történik nap-, illetve holdfogyatkozások alkalmával (2. ábra). Egy másik állomáson a rendelkezésre álló golyókból kellett kiválasztaniuk a bolygók méretarányos megjelenítőit. Az akadályverseny teljes feladatsora elérhető a Szegedi Csillagvizsgáló honlapján: <http://astro.u-szeged.hu/ismeret/akadalyverseny/akadalyverseny2009.html>

Tudomány a Plázában? Igen!

A Tudomány Ünnepe alkalmából 2007 novemberében Szeged egyik bevásárlóközpontjában tartottunk kísérleti bemutatót. A színpadi előadás mellett vittünk olyan kísérleteket is, amelyeket asztaloknál ki is lehetett próbálni. Az egyik legkedveltebb eszköz a gravitációs mezőt egy gumilepedő (3. ábra) segítségével szemléltető modell volt. A *Fizikai Szemle* egy régebbi számában [2] is leírt eszközt szakmódszertani laboratóriumon régóta használjuk. Most az „utca embere” és sok-sok gyerek csodálkozott rá, hogyan alakul a csapágygolyók pályája, hogyan érvényesül a központi égitest gravitációs, illetve a keringő égitestek egymásra gyakorolt perturbáló hatása.

Kettőscsillagok, fotoellenállás és virtuális mérés technika

Érzékeny fotoellenállás segítségével nagyon kis fényerőváltozásokat is mérhetünk. Ha a fényintenzitás detektálásához a hagyományos mérőműszer (feszültségmérő) helyett virtuális műszert [3] alkalmazunk, akkor az intenzitásváltozás grafikonja közvetlenül kirajzolódik a képernyőn. A kísérleti elrendezés alapját az iskolai optikai pad szolgáltatja. Két különböző teljesítményű zseblámpaizzóból csúszóérintkezők se-



4. ábra. Kettőscsillagok, fotoellenállás és virtuális mérés technika

gítségével elkészíthetjük kettőscsillagok egy modelljét, majd a fényüket egy félig átlátszó ernyőre fókuszáljuk, s a mögé helyezett fotoellenállás segítségével olyan fénygörbéket vehetünk fel, amelyek a valóságos mérési eredményekhez hasonlítanak (4. ábra).

Rayleigh-szórás

2008-ban a *Karácsonyi Kísérletek* hagyományos rendezvényünkre is becsempészünk a csillagászatot.

Az egyik kísérlet a gyakori kérdést, „Miért kék az ég?” illusztrálta. A válasz: a Napból érkező fény „beleütközik” a levegő részecskéibe, és minden irányba szétoszódik, ez a Rayleigh-féle fényszórás. A jelenséget megfigyelhetjük kolloid oldatokban, szappanos vízben is. Előidézhetjük a jelenséget úgy is, hogy egy üvegcádnyiban vízbe egy kevés tejet öntünk, és oldalról megvilágítjuk, akkor a kádban lévő folyadék lámpához közel eső része vörösnek, a túlsó oldalon kéknek látszik.

Konvekció

A konvekció során a hőátvitel anyagáramlás révén jön létre, gázok, illetve folyadékok részecskéinek mozgása során. A Nap felszínén is látható e jelenség nyomai. Ahhoz, hogy ezt csillagunkon megfigyelhessük, speciális naptávcsövekre van szükség. Ugyanakkor mindennapi tevékenységeink során is megfigyelhetünk konvekciós áramlásokat, ehhez elegendő egy csésze forró kakaó (5. ábra).

A kakaó konvekciós celláit a leáramló rétegeknél összetorlódó tejszín hálós szerkezete rajzolja ki. Ehhez forró kakaót kell készítenünk, lehetőleg zsíros tejből. Az instant kakaópor jobb, mert az kevésbé színezi a tejszírt. Az egyetlen zavaró tényező, a „habos” réteg megjelenése a tej tetején, miután hozzákevertük a kakaót. Ettől megszabadulhatunk szűrővel, vagy, egyszerűbb módon úgy, hogy a kész kakaó tetejét szűrőcsővel tech-



5. ábra. A kakaó és a Nap esete (avagy a nagy konvekció-akció)

nikával kissé leisszuk. Megfelelő előkészítés esetén a felkavarás után 1–2 perccel megjelennek a konvekciós cellák, amelyek szemmel láthatóan mozognak, fejlődnek: összeolvadnak, egyre nagyobbakká válnak. Pár perc múlva egyetlen feláramlási csővé alakul az egész bögre, ekkor eltűnik a mintázat, de újbóli keverés hatására újra megfigyelhető a jelenség.

Kicsit nehezebb, de kivitelezés szempontjából biztosabb megoldás, ha kakaó helyett parafinolajba kevert kevés alumíniumport használunk. Ekkor a cellák nagyságát a folyadék réteg vastagsága határozza meg, amit célszerű 3–5 mm-nek választani, így változatos ábrákat nyerünk. A melegítés villanyrezsóval megoldható.

Üstökös az asztalon

Az emberiség történelmében mindig kiemelkedő érdeklődés övezte egy-egy üstökös megjelenését. De tudjuk-e, hogy valójában mi is egy üstökös? Nem más,

6. ábra. Főzzünk üstökösöt!



mint egy jeges űrbeli szikladarab, mely a Nap közelébe érve erőteljesen szublimálni kezd, s ennek során alakul ki közismert szerkezete (mag, kóma, csóva).

Ha sikerül szárazjeget szereznünk, akkor a tanteremben is készíthetünk üstökösöt. Hozzávalók a főzéshez: porított szárazjég, jeges víz, homok és egy kis színezőanyag – utóbbival az üstökösökben előforduló szerves anyagot modellezhetjük. Az alkotóelemeket alaposan összekeverjük és összenyomkodjuk, például egy zacskóban; végül megkapjuk a magot jelképező „piszkos hógolyót”. Az elkészült üstökösöt egy vizes tálca alá helyezve, erősen megfújva (6. ábra) – tréfás utalást téve a napszél hatására –, a csóvához hasonló jelenség is lát-

ható lesz. (Ha nem szeretnénk csóvát előállítani, illetve nem áll rendelkezésre szárazjég, akkor *Nyerges Gyula* receptje szerint vaníliafagylalt és diódarabok segítségével is készíthetünk üstökösöt, amit a jól végzett munka jutalmaként el is fogyaszthatunk.)

Irodalom

1. SZTE Kísérleti Fizikai Tanszék, Módszertani Csoport <http://titan.physx.u-szeged.hu/~modszertan>
2. S. Tóth L.: Néhány demonstrációs eszköz a csillagászat tanításához. *Fizikai Szemle* 27/6 (1977) 219.
3. Kopasz K., Gingl Z., Makra P., Papp K.: A virtuális mérés technika kísérleti lehetőségei a közoktatásban. *Fizikai Szemle* 58/7–8 (2008) 267.
4. <http://astro.u-szeged.hu>

MINDEN, AMI ELLENÁLLÁS

Jendrék Miklós

Boronkay György Műszaki Középskola és Gimnázium, Vác

Az eredményes középiskolai fizikatanításban egyre fontosabb szerep jut a kísérletek bemutatásának, elvégzésének, elvégeztetésének. Ezt nemcsak a tantárgy iránti érdeklődés csökkenése indokolja. Általánosnak mondható a tanulók tapasztalatának szinte teljes hiánya. Ugyanakkor kevés a jó megfigyelő, illetve elemző képességgel rendelkező diák. Egy jelenség akármilyen szép is, gyakran láthatatlan marad, ha nem hívjuk fel rá embertársaink figyelmét. Ezért nem elég hivatkozni egy jelenségre, tapasztalatra, eszközre, hanem – lehetőség szerint – be is kell azt mutatni, akármilyen egyszerű is legyen az. Évek óta olyan kísérletek bemutatásával foglalkozom, amelyek egyszerű, hétköznapi eszközök felhasználásával könnyen összeállíthatók, vagy az „egyszer kell csak elkészíteni” kategóriába sorolhatók. A kísérletek, egyszerűségük ellenére, rengeteg kiaknázatlan lehetőséget rejtenek magukban, amelyeket csak akkor tudunk kihasználni, ha magunk próbáljuk meg saját eszközeink segítségével azokat reprodukálni.

Az 52. Országos Középsiskolai Fizikatanári Ankét és Eszközbemutatón az elektromos ellenállás fogalmával kapcsolatos, többnyire könnyen megismételhető, egyszerűen elvégezhető kísérletek bemutatására vállalkoztam.

Az ellenállás az elektromos jelenségek témakörében különös helyet foglal el. Lehet hasznos, ha fogyasztóról van szó, vagy nemkívánatos, ha az energia szállításáról. Az ohmos ellenállás jól felismerhető hőhatása alapján.

Az áram hőhatása

Az első kísérlet egy spirálalakú fűtőszál izzítása (1. ábra). Egyszerű, klasszikus kísérlet, sok tanulsággal:

1. A huzal felizzásáig bizonyos idő telik el. Ez az idő az izzításhoz szükséges áramerősségtől, valamint a fűtőszál egyensúly után beállt hőmérsékletétől függ.

2. Hevítés közben jól megfigyelhető a hőtágulás jelensége.

3. A fűtőszál nem egyformán izzik: ahol sűrűbbek a menetek, ott magasabb a hőmérséklet.

4. Az izzás mértéke légáramlással (fújással) jelentősen csökkenthető. Így szemléltethető a hűtési célokat szolgáló ventilátor alkalmazása: projektor, írásvetítő, processzor stb.

5. Az áram korlátozására előtét-ellenállásként hajszárítót használtam, ami ugyan nem gazdaságos (és még zajos is), de kisebb és könnyebb, mint egy transzformátor.

Figyelem!

A hálózati feszültséggel végzett kísérletek az úgynevezett „sohase ismételd meg” kategóriába tartoznak. Aki mégis szeretné elvégezni, tudnia kell, ehhez nem bátorság, hanem szakmai felkészültség, valamint a balesetvédelmi előírások szigorú betartása szükséges. Amennyiben a kísérlet nem végezhető el törpefeszültséggel, illetve leválasztó transzformátorral, feltétlenül ajánlott egy tapasztalt szakember (fizikatanár) felügyelete, irányítása. Gondoskodni kell a száraz, jól szigetelő padlózatról (gumialátétről) csakúgy, mint a megfelelő szigetelésű lábbeliről. A kísérletek elvégzése nagy körültekintést igényel. Ügyelni kell arra, hogy elvégzésük során nehegy megérintsünk földelt fémtárgyakat: fűtőtestet, vízcsapot stb. A használt műszerek megfelelő paramétereiről (pl. belső ellenállás), valamint helyesen megválasztott mérés határról minden esetben külön meg kell győződnünk. Balesetmentes kísérletezést kívánok!