

HANDS-ON KÍSÉRLETEK A KUTATÓK ÉJSZAKÁJÁN

Ujvári Sándor

Lánczos Kornél Gimnázium, Székesfehérvár

E-mail: ujvasa36@gmail.com

Egy olyan alapítványi gimnáziumban kezdtem tanítani 28 évvel ezelőtt, ami a nulláról indult. A célkitűzés szerint a gyerekeknek mindenben részt kellett venniük, és például a kísérleti eszközök elkészítése is ilyen dolog volt. Nem volt még szertárunk, és nem voltak meg a könyvekben, laboratóriumi listákon szereplő eszközeink sem. A diákjaink nem voltak a fizikára hangolva, de jó lett volna valahogy mégis megkedveltetni velük. Érdekes egyébként, hogy a nemzetközi felmérések tanúsága szerint a fizikát máshol sem szerették jobban. A kémia és a nyelvtan társaságában a népszerűségi lista utolsó helyein foglalt helyet.



1. kép

Ennek ellenére a magyar fizikaoktatás nemzetközi szinten jó eredményeket produkált, a TIMMS felmérésekben az országok között előkelő helyezéseket értünk el.

Mivel a japán oktatásban a természettudományi tantárgyak szintén népszerűtlenek voltak, a japán tanárok úgy döntöttek, hogy eljönnek megnézni, mitől olyan eredményesek a magyar diákok. Azt is meg akarták mu-

tatni, hogy ők mit próbálnak tenni ez ellen. Ezek a tanárok a kísérletezésben gondolták megtalálni a probléma megoldását.

Így 1992-ben az a szerencse ért, hogy részt vehettem a Marx György professzor úr által szervezett Jászberényi Japán–Magyar Fizikatanári Konferencián, amelynek fő üzenete, szlogenje az volt, hogy „Játsszunk fizikát!”¹ (1. kép). Mikor a találkozóra indultam, azt hittem, hogy a negyven japán vendég majd olyan csúcstechnikai eszközöket hoz, amelyeket nekem esélyem sem lesz megszerezni; majd nézem és irigykedek.

Ehelyett olyan kísérleteket mutattak be a konferencián, amelyeket mindenki meg tud csinálni. Amikhez az eszközök a háztartásban, környezetünkben, a kidobott hulladékban megtalálhatók. Fialtanárként meglepő volt számomra, hogy elég bonyolult jelenségeket is be lehet mutatni ezen az úton.

Beszélgünk a hangról

Azóta a legtöbb bemutatómat a tőlük tanult egyik kísérlettel kezdem, amit a gyerekekkel *Ordibátornak* kereszteltünk el. Ez példa arra, hogy egy üres konzervdoboz,



2. kép

¹ Lásd *Fizikai Szemle* 1993/6.



Ujvári Sándor a budapesti Kölcsey Ferenc Gimnázium matematika-fizika szakán érettségizett, majd a Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskolán végzett műszaki tanár szakon. A fizika szakot az ELTE-n végezte el. Élete meghatározó tanáregyéniségei: Tóth László a gimnáziumban; Mayer Tibor és Sebestyén Dorottya a Kandón; Abonyi Iván, Sas Elemér és Marx György az ELTE-n. 2006-ban a fizikatanítás szakmódszertanának témában szerzett doktori fokozatot. A Lánczos Kornél Gimnáziumban tanít, diákjaival rendszeresen részt vesznek a TUDOK konferenciákon. Részt vesz a Lánczos Kornél Fizikaverseny és a Szilárd Leó Fizikaverseny szervezőbizottságában. Tagja volt „A tudomány színre lép” magyar szervezőbizottságának.



3. kép

a nyitott szájára ráfeszített luftballon, egy arra ragasztott tükör, valamint egy olcsó lézermutató segítségével mennyi mindent lehet demonstrálni. A kísérlet azért is érdeklí a diákokat, mert ekkor hangosan kell kiabálni (ordibálni) a konzervdobozba.

A kísérlettel bemutatjuk, hogy a hang egy rezgés által keltett longitudinális nyomáshullám, feltáruznak az oszcilloszkóp működésének alapjai, és az is demonstrálható, hogy kis hatást hogyan lehet felnagyítani, hogyan lehet láthatóvá tenni.

Az eszköz leírása helyett itt a fénykép (2., 3. kép).

Ha az eszközbe a konzervdoboz nyitott oldalán beleszállunk, a mozgó tükör által visszavert fény mutatja a hang rezgését. Megfelelő sebességgel oldalra mozgatva



4. kép

a lézersugarat egy-egy pillanatra a rezgés időfüggvényét is látni lehet. Az is észrevehető, hogy a lézer-tükör távolság és a tükör-plafon távolság aránya erősíti fel a membrán kis rezgését látható nagyságúra.

Az előző kísérlethez csatlakozva lehet a hangszóró működését is megmagyarázni. Egy szétszedett hangszóróval bemutatom azt, hogy az elektrodinamikus hangszóró egy állandó mágnesből, egy könnyű elektromágnesből és membránból áll. Ezután következik a saját gyártású hangszóró: egy mágnesre húsz menet rézvezetéket rögzítünk szigetelőszalaggal. A kivezetéseket egy erősítő kimenetéhez csatlakoztatjuk. (Az erősítőt nem kell megépíteni, kész erősítőmodulokat lehet vásárolni pár ezer forintért.) (4. kép)

Az erősítő bemenetére a telefonunkról hangfrekvenciás jelet (valami jó zenét) adva már tapasztalhatjuk, hogy a tekercs rezgésbe jön, a gyerekek a tekercs tapintásával meggyőződhetnek, hogy a hangot „lehet érezni”. A tekercset a homlokunkhoz érintve már belülről is halljuk a hangot, a koponyacsont együtt rezeg a tekercssel. A hatást fokozza, amikor rezonátort adunk a kísérlethez úgy, hogy ráteszünk egy teáskannát a tekercsre. Megszólal a zene, és ahhoz képest, hogy milyen egyszerű az egész, felismerhető, érthető szövegű, hallgatható zene szól. Mit lehet még tanítani? A teáskanna helyett a fedelét megszólaltatva beszélhetünk a mélyhangsugárzó és a magashangsugárzó hangszóró különbségéről. A teáskannát kicsit megemelve demonstrálhatjuk, hogy nemcsak a mechanikai rezgések átadása zajlik, hanem a váltakozó mágneses tér örvényáramokat kelt, és a kanna a levegőben is megszólal.

Ki lehet próbálni azt is, hogy a mikrofon és a hangszóró szerkezete analóg egymással, a teáskannába kiabálva fel lehet venni a hangot, tehát a jelenség fordítva is működik.

A levegő nyomása

A légköri nyomás nagyságának bemutatására a dobozroppantás és a lombikszökőkút kísérleteit használom. Egyik sem új, de sokat lehet belőlük tanulni.

Az előbbiben egy kólásdobozban egy kis vizet felforralunk, és utána a dobozt szájával lefelé hideg vízbe fordítjuk. A doboz egy pillanat alatt összeroppan (5. kép).

A nézőknek feltesszük a kérdést, hogy vajon miért történt ez, mire a legtöbb gyerek a hőmérséklet-különbségre tippel. A magyarázat során aztán mindig felmerül, hogy a dobozban vákuum van. Itt el lehet mondani, hogy a kisebb nyomás még nem vákuum. A légnyomás nagysága is kérdés, és senki nem szokta tudni, mit jelent 100 kilopascal. És ha ez ilyen komoly nyomás, akkor miért nem érzékeljük közvetlenül? Azt, hogy ez egy atmoszféra, általában már tudja valaki, de senki nem képes azt érzékelhető mennyiségként elképzelni. A következő hasonlat segít: ez 1 m² felületre egyenletesen elosztott 10 000 kg homok nyomása. Itt lehet az úrhajósok szkaflan-



5. kép

derének a túléléshez szükséges nyomást biztosító szerepéről is beszélni.

A másik kísérlet megerősíti a fenti információt: egy lombikban kevés vizet forralunk, majd azt levéve a gázzal egy üvegcsővel átfúrt dugóval bedugaszoljuk. A csövet színezett hideg vízbe fordítjuk, és rövid várakozás után a lombikba szökőkútaként lövell be a víz (6. kép).



6. kép

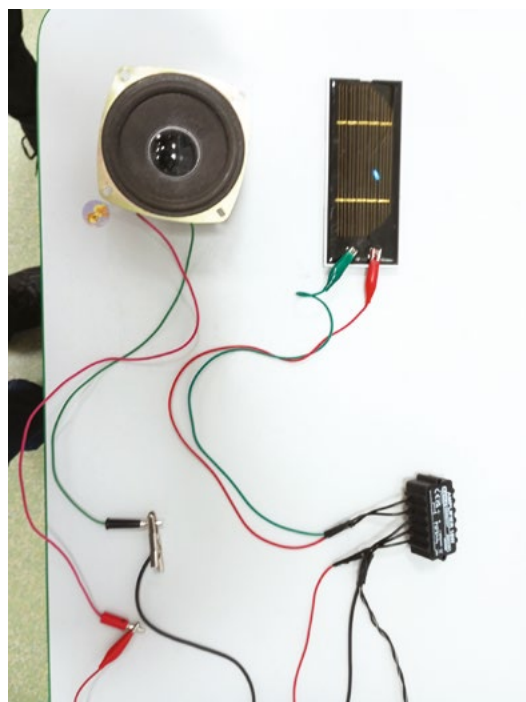
A kérdés a nézőkhöz a két kísérlet analóg voltára vonatkozik, és ami érdekes: a lombikszökőkút kísérlet végén még azt is meg lehet mutatni, hogy végül mennyi légköri nyomású levegő maradt a lombikban. Ez azért jó a másik kísérlet után, mert itt belátunk az edény belsőjébe.

Kísérletek napelemmel

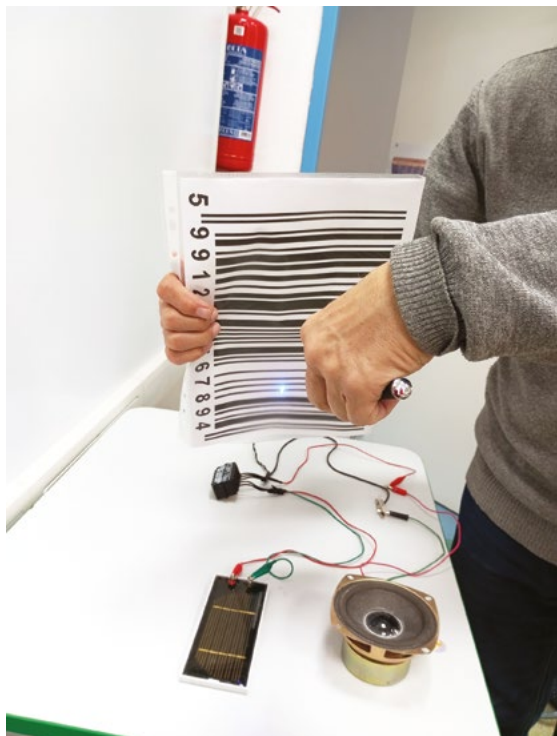
Témát váltva most egy lézerpointer által kibocsátott fényimpulzust hanggá alakítunk. Egy napelem a vevő, amit egy kis erősítőn keresztül egy hangszóróval kapcsolunk össze. Az első jelenség, hogy amikor a lézerrel rávilágítunk a napelemre, akkor feszültség keletkezik és ez a hangszórón létrehoz egy pattanásszerű hangot (7. kép).

A fénysugarat egy fésűvel el is lehet „fűrészelni”, a hang nagyon hasonlít a fűrészelés hangjára. Meg lehet mutatni, hogy egy fehér papírlap tükörként viselkedik, a róla visszavert lézerrel is hangot ad. A kísérlet során egy fekete és egy fehér felületet megvilágítva megmutathatjuk, hogy a visszavert fény erőssége különbözik a reflektáló felület színétől függően, és egy vonalkódról visszavert jellel pedig meghallgathatjuk a „vonalkód hangját” (8. kép).

Különböző színű lézerpointerekkel a fény energiájával kapcsolatos kísérleteket is végezhetünk. Ezt a jelenséget az iskolában a minden teremben elhelyezett tűzoltókészüléket jelző táblán szoktuk bemutatni. Rávilágítunk a fényes, erős zöld lézerrel és nem történik semmi érdekes. A sokkal halványabb lila lézerrel megvilágítva ott marad a nyoma, fluoreszkálni fog, és a visszavert lila



7. kép



8. kép

lézer színe is megváltozik. A magyarázat a diákok számára azért érdekes, mert nem sokat hallanak a modern fizikáról, a fotonok energiájáról és az elnyelés, kibocsátás szabályairól.

Emberkísérletek (a tanár is ember)

A következő kísérletek az „emberkísérletek” közé tartoznak. Ezeknél mindig tanulók, vagy tanuló, akin vagy akivel a kísérletet végrehajtjuk.

Emberi elem: nyolc diákot sorba állítunk, és mindenkinek a jobb kezébe egy rozsdamentes acélból készült kanalat, a bal kezébe pedig egy alumíniumból készültet. (Ez ma nem könnyű, nehéz alumínium evőeszközt találni, ehelyett alufóliába csomagolt fadarabot, kartonlapot lehet használni.) A gyerekek előtte megnedvesítették a kezüket sós vízben, és láncot alkotva összeérintik a kapott evőeszközöket, így sorba kapcsolt elemek jönnek létre. A két szélső diák kanálait egy LED-re kapcsolva a LED világít. A kapott feszültség általában 2 és 3 V között van. Itt el lehet röviden magyarázni, hogy az elemek a különböző anyagok közötti elektronenergiák különbségét használják ki.

Meggyújtott ujj: egy kis pohárban víz és egy másikban denaturált szesz van az asztalon, illetve egy meggyújtott gyertya. Az ujjamat a vízbe, majd az alkoholba mártva a gyertyával meggyújtom az ujjam, elfújom a gyertyát, és az ujjammal ismét meggyújtom. Ezután gyorsan el kell fújni az ujjamat, mert addigra azért már érezni a meleget. Ezt inkább magamon csinálom, mert gyorsan kell cselekedni, és egy kicsit be is kell gyakorolni.



9. kép

A magyarázat az ujjat burkoló vízfilm védőhatásában van.

Lángoló kéz: ismert, sokszor használt kísérlet, most nagyon népszerű. Mosószeres vízbe öngyújtógazt vezetve habot kapunk, amiben a buborékokat a gáz tölti ki. Vizes kézbe véve ezt a habot, nagy lánggal ég, amit gyorsan le lehet a kézről csapni. Nagyon látványos, és sok bemutató része. Ebből sok újat nem tanulunk, de mindig feldobja a programot.

Az utolsó kísérlet a fakírmutatványok közé tartozik. Egy törölközőre összetört sörösüvegeket öntünk (kb. 20 sörösüveg, a talpa és a nyaka kiszedve, és a nagyon kicsi szilánkok is kiszűrve).

A kísérletvezető mezítláb rááll, és mozoghat is rajta. Amire vigyázni kell, hogy az üvegről lelépve ne maradjon szilánk a talpra tapadva, mert az már tud sebezni. A gyerekek közül mindig van önkéntes fakír. A magyarázat szerint a sok hegy és él között a talp erős bőrén eloszlik a nyomás, ezért azok nem vágják meg a kísérletező lábát (9. kép).

Ez a bemutató nem egy téma köré épült, inkább az volt a szervezőelv, hogy látványos legyen, és ne kelljen hozzá bonyolult műszereket, olyan eszközöket használni, amik csak nagyon nehezen hozzáférhetőek. A kísérletek között vannak olyanok, amelyekre azt mondjuk, ne próbáld ki otthon. A tanév elején abban bízom, hogy egy ilyen program után az marad meg a diákokban, hogy a fizika nem csak unalmas feladatmegoldás, és a bonyolultabb jelenségeknek is lehet érthető alapjuk.