

Amikor az első hőmérőkészítők skálájukat úgy készítették, hogy két, lehetőleg jól reprodukálható alappont közötti részt egyenlő részekre osztották, feltételezték, hogy a térfogatváltozás az alappontok között (és azokon kívül is) a hőmérséklettel egyenes arányban változik. Ezt úgy ellenőrizhetjük, hogy azonos nq hőmennyiség-adagokat (például azonos sűrűlési munkával) közlünk a folyadékkal, ez – ha a fajhő ingadozásait elhanyagoljuk – azonos hőmérséklet-változást okoz:

$$Q = nq \sim n\Delta T. \quad (9)$$

Ha az azonos hőmérséklet-változások hatására azonos térfogatváltozások következnek be, akkor a hőtágulás lineáris:

$$\Delta T \sim \frac{Q}{n} \sim \frac{\Delta V}{V_0}. \quad (10)$$

A korszerű hőmérsékletmérések segítségével a folyadékok lineáris hőtágulása ellenőrizhető.

Irodalom

1. Kapitány Katalin, Horváth Gábor: A 2016-os magyar IgNobel-díjasok: beszélgetés Horváth Gáborral. *Természet Világa* 147/12 (2016) 564–565.
2. <http://www.vilaglex.hu/Lexikon/Html/Homero.htm>
3. Kürti Miklós: A hőmérséklet fogalma. *Fizikai Szemle* 42/8 (1992) 281–284.
4. http://www.engineeringtoolbox.com/volumetric-temperature-expansion-d_315.html
5. <https://1drv.ms/f/s!An0er2QwwGjypCcPa0mLgixESuF3>

A FIZIKATANÁRI ANKÉT INTERFERENCIÁI ÉS REZONANCIÁI

– a 61. Középiskolai Fizikatanári Ankét és Eszközbemutató

Kirsch Éva

DE Kossuth Lajos Gyakorló Gimnáziuma és Általános Iskolája

Minden fizikatanári ankét után ugyanazzal az érzéssel távozom: jövőre újra el kell jönnöm. Nemcsak azért, mert jól érzem magam, ha sokan vannak körülöttem, hanem mert feltöltődöm. Hogy mivel, azt nehéz megfogalmazni. Másoknál tapasztalt energiával, gyökereit verni akaró ötletekkel, az elhalványodni látszó hit újjáéledésével, régi és új kapcsolatok élményével, a szakmai felfrissülés érzésével.

Véleményem szerint a szakmai összejöveteleknek – a konkrét tárgyalási, döntési eredményeken kívül – ilyen funkciót kell betölteniük. Hatékonysága a résztvevőktől, előadóktól és befogadóktól egyaránt függ. Természetesen a témaválasztás sem elhanyagolható.

Fény – lézer – csillagok

Tulajdonképpen bármely témának lehetne létjogosultsága. A tanárok és kutatók mindennapjai egy dologban nagyon különböznek. A kutató holnap újabb dolgot vehet észre, elemi érdeke az olyan innováció,

ami újabb szakmai ismeretet jelent. A tanár ezzel szemben minden tanévben – bizonyos módon – önmagát ismétli. A tanári innováció más, mint a kutatóé. A tanítás rutinjában benne rejlik a bezárkózás lehetősége, a megszokás által sugallt talmi magabiztosság, a tévedhetetlenség víziója, az „ami eddig jó volt, ezután is megfelel” hamis hite. A tanár kutatóval való találkozása szükséges és gyümölcsöző. Az újra való nyitottság szellemisége, és az aktuális kutatások céljának, módjának, eredményének megismerése a tanár innovációjának egyik eszköze, lehetősége. E tekintetben a téma szinte bármi lehetne.

A 61. Fizikatanári Ankét és Eszközbemutató számára a szegedi helyszín tálcán kínálta a témát. Az ELI nem csak szakmai körökben ismert tudományos beruházás, hanem a hétköznapok embere és diákjaink is hallanak róla. A majdani kutatások részletei már nem a nagyközönséget fogják érdekelni, de azokra a kérdésekre, hogy mi épül, milyen lesz, mi a célja, most már megalapozottan tudunk válaszolni, ha tanórán előkerül. Az ankét az ELI–ALPS (Extreme Light Infrastructure – Attosecond Light Pulse Source) épületében tett látogatással kezdődött (1. kép). A modern kutatás tipikus szerkezetű színtere: hatalmas épület, amelynek sok helyisége közül néhányban – a laborokban – egy nem különösebben nagy berendezés adja a lényegét. A többi szerkezeti egység, tér és szoba ezt szolgálja ki. A látogatók, az elméleti szakemberek, a számítógépek, a nemzetközi partnerek helyiségei, gépészeti és adminisztrációs blokkok igénylik a többi helyet. Az 50 mbar túlnyomással rendelkező „A” épület tényleges laboratóriumaiban 21 °C és 35%-os pára-



Kirsch Éva a Debreceni Egyetem Kossuth Lajos Gyakorló Gimnáziumának kutatótanári fokozatú matematika-fizika szakos tanára. 35 éve pedagógus. 1992-ben az ATOMKI-ban végzett munkájával szerzett doktori címet. Tudománytörténeti színdarabok szerzője és rendezője. Elismerései: Ericsson-díj, MOL a Tehetséggondozásért díj, fizikatanári Vándorplakett. Az ELFT Középiskolai Oktatási Szakcsoportjának vezetőségi tagja, részt vesz a Science on Stage Hungary szervezői tevékenységében.

tartalom fenntartása szükséges, maga a helyiség pedig rezgésmentes alappal bír. Ezt ház a házban technikával valósították meg. Nagyon mélyre levert cölöprendszer tartja, a külső hatásokkal szembeni kellő védelem a beton és parafa, valamint a méhsejtszerű vakpince együtt biztosítja. A laborok az elsődleges források, mindegyikben más típusú lézer van/lesz. Femtoszekundumos lézerek segítségével attoszekundumos impulzusokat állítanak elő különböző eljárásokkal. További információkat *Osvay Károlytól*, a kutatási-technikai igazgatótól kaptunk. Előadásában hangsúlyozta, hogy az intézetben nem lézerkutatások, hanem lézerrel megvalósítható kutatások zajlanak majd – ez a lézeres kutatások CERN-je. A nagyon rövid impulzusok a rendszerekről kapott elmosódott képbe való „belevakuzást” jelentenek, ami élesebb részleteket rajzol ki. Ebből is és a néhány órával későbbi másik előadásból is kiderült, hogy a fotonika egyre nagyobb jelentőségű tudományterület.

Az ankét ünnepélyes megnyitójára a Szegedi Tudományegyetem rektori dísztermében került sor. A környezetet az üdvözlő köszöntések és a díjátadások számára is méltó, ünnepi keretet biztosított. Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat ilyenkor átadásra kerülő Mikola-díját 2018-ban *Győri István*, a Szegedi Tudományegyetem Gyakorló Gimnáziuma és Általános Iskolájának frissen nyugdíjazott tanára és *Ördögné Legény Sarolta*, a Jászszági Általános Iskola Bercsényi Miklós Általános Iskolai Tagintézményének tanára vehette át. A *Marx György* által 1989-ben útjára bocsátott Fizikatanári Vándorplakettet egy évig *Márki-Zay János* mondhatja magáénak.

A laudációk és átadások után szokatlan témájú előadásban szembesülhettünk azzal, hogy a nyelv változása fizikatanárként is érint bennünket. *Sólyom Jenő* akadémikus, az ELFT elnöke az egybeírás, kötőjelezés alkalmazandó szabályait mutatta meg rengeteg példán keresztül. Feltételezem, sokan elbizonytalanodtunk, hogy helyesen írjuk-e például az infravörösínkép-elemzés kifejezést.

Szabó Gábor akadémikus, az egyetem rektora a fotonika gyakorlati jelentőségét mutatta meg. Rávilágított, hogy hiánya az 50-es évek technikai szintjére dobná vissza mindennapjainkat. Fejlődési üteme, a K+F ráfordítás mértéke meghaladja a gépkocsigyártását. Van tehát mivel motiválni diákjainkat a fizika területén való továbbtanulásra.

A megnyitót követő fogadáson már volt miről beszélgetni, és az egymást érő emberek tömegéből látszott, hogy sikeresek voltak az elmúlt évek erőfeszítései, növeltük a résztvevők számát, visszacsábítottuk a fizikatanárokat arra a rendezvényre, amely a legtöbb lehetőséget nyújtja a megújulásra, tapasztalatszerzésre. A hagyományos délelőtti előadásokon már szűknek bizonyult a szegedi egyetem Budó Ágoston terme. A 210 fő körüli létszám nagyszerű élmény volt, különösen, hogy ez a felfokozott érdeklődés az utolsó pillanatig megmaradt. Köszönhető ez a témának, a helynek és nagyon nagy mértékben annak a hatalmas szervező munkának, amit a szegedi kollégák *Moróné*



1. kép. Belépésre várakozva az ELI-ben (fotó: Zátanyi Sándor).

Tapody Éva vezetésével az elmúlt fél évben végeztek. A helyszínek összhangja, a helyi tevékenységek teljes átvállalása, az apró figyelmességek és a házigazdák kedvessége, mindenre kiterjedő figyelme fontos alkotó eleme volt az ankét sikerének. A megszokott rendet követte az ankét programja: délelőtti előadások, délután műhelyfoglalkozások, este 10 perces kísérleti bemutató, illetve kulturális feltöltődés. Nem feledkeztünk el a március 15-éről sem. A Petőfi-szobornál elénekelt Himnusz a belső érzelmek mellett a fizikatanárok jó hangjáról is tanúskodott. A négy nap részletei a résztvevők fejében, tudásában lelhetőek fel leginkább, illetve tartalmilag a Társulat honlapján megtekinthetőek vagy azok lesznek. Ez a cikk csak összefoglalásra, szemezgetésre, és olykor szubjektív reagálásra tud vállalkozni.

Almási Gábor lézerimpulzusok előállításáról, osztályozásáról szóló előadásában hihetetlen hozzáértés tükröződött. Bár röpködtek a diák, nagyon jól eltalált hangsúlyozással és megfelelő kihagyások alkalmazásával jól érthetően rajzolódott ki bennünk például a protonterápia lényege.

Gergely Árpád László a gravitációs hullámokról részletesen és érdekesen beszélt, beleszóve Szeged részvételét és a két nappal korábban elhunyt *Stephen Hawking*ről szóló megemlékezést. Kiváló animáció segítette megérteni az észlelés alapját, megtudhattuk, hogy az eddigi észlelések közül a 6. volt a legértékesebb.

Hopp Béla tanszékvezető az orvostudományi alkalmazásokról szólva a fotokémiai, fotobiológiai, fototermitikus hatásokat ismertette, mielőtt a konkrét beavatkozásokat megmutatta.

A második nap előadásai nem annyira a tudomány aktuális témáit boncolgatták, inkább a tanárság egyéb aspektusaihoz szolgáltattak muníciót.

Korom Erzsébet tanszékvezető egyetemi docens a már sokak által alkalmazott, de még nem kellően elterjedt tanulási módszerek mellett érvelt.

Radnóti Katalin főiskolai tanár csernobili látogatása során szerzett tapasztalatait osztotta meg a tőle megszokott alaposággal és hozzáértéssel.

Tasnádi Péter az ELTE doktori iskolájának bemutatósakor azt fogalmazta meg, hogy a pedagógusoknak



2. kép. Egy kiállítóasztal a sok közül (fotó: Ujvári Sándor).



3. kép. A Torricelli-cső feltöltése (fotó: Z. S.).

némi tapasztalat után célszerű módszertani jellegű kutatásba fogni, mert az minden érintett oldal számára hasznosul.

Jenei Péter előadása ehhez kapcsolódóan egy konkrét munkát mutatott be, érvelve a szimulációk fizikaoktatásban való használatával mellett. Elfogadva és nem vitatva a szimulációk jelentőségét és alkalmazhatóságát, sőt a digitális világ használatának elkerülhetetlenségét, felvetődik a cikkíróban a kérdés: a diákok milyen képet alakítanak ki a valós világról, ha már a mérés is virtuális? A valós mérések sohasem lesznek kristálytisztá leképezései egy ideális esetnek. A szimulációk vegytiszták, vagy kódoltan torzítottak, hogy a valós mérést szimulálják? A programok írása így a manipulálhatóságot is magában rejti. A módszer csak validálható, élő kísérletekkel párhuzamosan lehet jó. Az animációhasználat eredményességének vizsgálatára még nem került sor, e területen sok még a tennivaló. Szükség lenne a leendő és a jelenlegi tanárok felkészítésére, a koncepció finomítására és a digitális feladatlapok módszertanának széles körű tanítására. Mindezekben maximálisan egyet lehet érteni az előadóval.

Még annak is, aki az MTA Csillagászati Intézetének igazgatóját, Kiss László akadémikust már korábban hallotta beszélni, lehengerlő volt az a lendület, lelkesedés és szakértelem, amivel az előadó a közeljövő dedikált úrtávcsöveit mutatta be.

4. kép. A Tudástár bemutatása (fotó: U. S.).



Sükösd Csaba, a BME címzetes tanára mindig vonzza a hallgatóságot, akik most sem csalódtak. A hőmérsékleti sugárzás problémaköre és magyarázatának története, mint a modern fizika egyik első lépcsőfoka, részleteiben és mai kísérletekig nyúló összefüggéseiben bontakozott ki előttünk.

Eszköz – műhely – show

A hasznos délelőttieket gazdag délutánok követték. Ha nem is tudtunk órákat tölteni az eszközkiállítók standjai előtt, alkalmunk volt jó néhány ötletet ellesni az adiabatikus folyamatok demonstrálásáról, a lézerek játékos felhasználásáról, a hangszerek világáról, a cirkuszban megjelenő fizikaismeretekről, a fogkefe elektromos változatáról, a házilag, egyszerű alapanyagokból készíthető eszközökről és kevésbé ismert elektromos alkatrészekről (2. kép). A bemutatók értéke a magas színvonal mellett az volt, hogy a készítő nemcsak kérdésekre válaszoltak, hanem keretbe foglalták mondanivalójukat, mintegy műsorvezetőként funkcionáltak asztaluknál. Új színfolt, hogy kiállított poszttereket is böngészhetett a közönség.

A szegedi kollégák két olyan szakmai programról is gondoskodtak, amit csak itt lehetett megvalósítani. A Pedagógusképző Kar épületének külső falán egy Torricelli-cső várt bennünket (3. kép). Szemünk láttára töltötték fel a fixen elhelyezett eszközt, miközben Farkas Zsuzsanna tanszékvezető asszony korhű jellemben idézte fel a kísérletet és kommentálta a történéseket. Színes, 50%-os etilén-glikolt használtak, hogy a fagyot is bírja és látható is legyen a folyadék. Az eső ellenére tömegesen, áhítattal figyeltük a felső csap elzárását, és lelkesen üdvözlöttük, amikor az alsó megnyitása után a folyadékszint 10 m környékén állandósult.

A Tudástár kincseinek bemutatása Ilosvay György tálalásában az intellektus, a szaktudás és az elkötelezettség felemelő élményt jelentő megnyilvánulása volt (4. kép).

A műhelyfoglalkozások közvetlenül szólítják meg a résztvevőket, a kollégák itt szintén testközelből tanulhatnak egymástól, ezért is népszerű ez a találkozási



5. kép. Egy elkapott pillanat a műhelyfoglalkozáson (fotó: Z. S.).

forma. A foglalkozások listájából igencsak nehéz volt választani, hiszen a párhuzamosan kínált lehetőségek mindegyike vonzó volt, de egyszerre csupán egyen tud részt venni az ember. Huszonkilencen vállalkoztak arra, hogy 30 percben meg- vagy bemutatják projektjüket, gondolataikat, megoldásaikat vagy egy-egy rendezvényt (5. kép). A szünetekben a folyosón a következő műhelyfoglalkozásra siető tanárok társaikkal összefutva egymást biztatták, hova érdemes még menni, mit ajánlott megnézni. A cikk szerzője csak az általa látottakról tud – szubjektív elemektől nem mentes – tudósítást adni.

Mi tesz ikonná egy-egy kollégát? Neki is azok az eszközök állnak rendelkezésre, mint bárki másnak. Csak ő kíváncsibb, kreatívabb vagy kitartóbb? Nem ez a fontos, a lényeg, hogy megmutatja, mások pedig tanulhatnak tőle. *Zátonyi Sándor* pénztárgépszalaggal, csempelappal és kavicsokkal mutatott energiaátalakulást demonstráló egyszerű jelenségeket, valamint megismerkedhettünk a tribolumineszcencia¹ fogalmával.

Nagy Anett magával ragadó lelkesedéssel, 30 perc alatt 11 eszközt és megoldást mutatott be. A felhasznált anyagok: papír, víz, konyhai edények, golyók, gombostű, fültisztító pálca, fogpiszkáló, gemkapocs. Az előadó dinamizmusának megfelelően minden forgott, mozgott, ráadásul megfogható, kipróbálható volt. Közben elismeréssel adóztunk egyrészt annak a ténynek, hogy az 1896-os kiadású könyv, amiből az ötletek származtak, ilyen részletes, szép leírásokat tartalmaz, másrészt annak, ahogy kollégánknak időt, energiát szánt a múltban kutakodni.

Gingl Zoltán Arduino-t alkalmazó modern megoldásai azt üzenték, hogy bármilyen korú is az ember, nem térhet ki a digitális és elektronikai világ kényszerítő hatása elől – affinitástól függetlenül meg kell ismerkedni a használatukkal –, mert a diákok egy része ezzel motiválható.

¹ Wikipedia: egyes anyagok fényt bocsátanak ki magukból, ha megkarcolják, megdörzsölik vagy összetörik őket, a jelenséget a görög *tribein* (dörzsölni) és a latin *lumen* (fény) szavak összetételéből *tribolumineszcenciának* nevezik. Zátonyi Sándor videófelvételét lásd a QR-kód segítségével.



6. kép. Hőhatás (fotó: Z. S.)

Berta Zsófia a jövőbe vetett hitünket erősítette azáltal, hogy fiatal kora ellenére bátran állt ki irodalmi keretbe ágyazott projektötletének és az excel-többszörös felhasználásának bemutatásával. Ezen a műhelyen újból fülembe susogott az a kisördög, amelyik talán csak az X-generáció számára létezik. Valljuk, hogy csak krétával nem lehet fizikát tanítani – kísérlet kell, saját tapasztalás. Néha kísért a gondolat, hogy a számítógép nem veszi-e ki még a krétát is a tanár kezéből?

Ördögne Legény Sarolta az elektromosság témakörében diákjaival közösen létrehozott eszközöket mutatta meg, igazolva, hogy két nappal korábban megérdemelten vette át a díjat (6. kép).

Sinkó Andrea műhelyfoglalkozásán diákokká vedlettünk és játszottunk. Miközben a torpedójáték keretében tudománytörténeti ismereteinket bővítettük, lázasan igyekeztünk megjegyezni a sok apró ötletet, ami rejtve vagy kiemelve megjelent a kollégánő mondanivalójában.

Kísérletekből sosem elég – ezt tükrözte a 10 perces kísérletek iránt idén is megnyilvánuló hatalmas érdeklődés. A fellépőkön az előkészítés során érzékelhető feszültség, a nézőtér korai feltöltődése, a készenlétbe helyezett kamerák mind ezt jelezték. Az éjszakába nyúló program során tizennégyen mutattak be hosszabb-rövidebb produkciót (7. kép). Érintették a mozgás és az elektromágnesség témáját is, de stílu-

7. kép. Kísérleti bemutató közben (fotó: Z. S.).





8. kép. Zene villáskulcsokkal (fotó: Z. S.).

sosan fogalmazva: a prímet a hangtan vitte el, olykor fényel kombinálva (8. kép). A közönség minden sikeres momentumot hálásan fogadott, tapssal ismert el, és a végén szavazással döntött a leginkább tetszőről (9. kép).

Hely – élmény – zárás

A fizikatanárok azokban a napokban vettek részt a továbbképzést is jelentő anketon, amikor az ország nagy része a négynapos, hosszú hétvége lehetőségeivel élve otthon vagy egy üdülőben regenerálódott. Ezért egyáltalán nem mellékes, hogy milyen körülmények között zajlott a rendezvény. Szeged városa, de elsősorban a Szegedi Tudományegyetem és a szegedi kollégák kiváló házigazdák voltak. Nevük felsorolása nélkül őszinte köszönetünket fejezzük ki mindenkinek, aki a színvonalas szervezésben és lebonyolításban részt vett. A szakmai sokszínűség, a szervezés összehangoltsága mellett a helyszínnek megközelíthetősége, a szállás és főleg az étkezés színvonala olyan háttérrel biztosított, amelyben az egyébként is lelkes résztvevők igazán jól érezhették magukat. Az egyik legkatartikusabb élmény – kétség kívül – a fogadalmi templomban hallott hangverseny volt. Felemelő érzés, hogy egy, már a kísérletező esten megismert kollégánk, *Szélpál Szilveszter* állt a karzatra, hogy opera-

10. kép. MyDAQ díjátadás (fotó: U. S.).



9. kép. A nagyszámú közönségnek tetszik a kísérlet (fotó: Z. S.).

énekesként megmutatkozva töltse be hangjával a dómot. A hideg miatt kabát alá rejtett hófehér öltözékét csak később értették meg: aznap este a Nemzeti Színházban is fellépett és szerepszünetében tisztelt meg bennünket éneklésével.

Az anket utolsó napjának egyik eseménye az ELFT és a National Instruments Hungary Kft. által kiírt MyDAQ-pályázat eredményhirdetése volt (10. kép). Az első három helyet az ELTE Trefort Ágoston Gyakorló Gimnáziuma, a komáromi Jókai Mór Gimnázium és a Hajdúböszörményi Bocskai István Gimnázium diákcsoportjai szerezték meg *Piláth Károly*, *Lányi Zsófia*, illetve *Debreczeni Csaba* tanári vezetésével. Mindhárom csoport élöben ismertette az általa kidolgozott mérési projektet (11. kép).

Közben megszületett az anket díjazottjainak listája is. A műhelyvezető, a kiállító, a poszterrel szereplő és a 10 perces kísérletet bemutató kollégák mindegyike emléklapot kapott (12. kép). Voltak, akik dicséretben vagy különdíjban részesültek (*Horváth Norbert*, *Kirsch Éva*, *Lévainé Kovács Róza*, *Mező Tamás*, Nagy Anett, Zátornyai Sándor), a legjobbak pedig tárgy, illetve pénzjutalmat vihettek haza.

A magas színvonalat jelzi, hogy a műhelyek közül a három helyre összesen hat díjazott foglalkozás került:

1. hely: *Sós Katalin*, illetve *Seres István* és *Víg Piroska*
2. hely: *Hömöstrei Mihály*, illetve *Pesthy Sándor*

11. kép. Tanár és diákjai mutatják be munkájukat (fotó: Z. S.).

