

NEM-HAGYOMÁNYOS ÉRTELEMBEN VETT MODERN FIZIKA A KÖZÉPISKOLÁBAN

TEACHING NON-TRADITIONAL MODERN PHYSICS IN SECONDARY HIGH SCHOOLS

Baranyai Klára

Berzsenyi Dániel Gimnázium, Budapest,

ÖSSZEFOGLALÁS

A Fizika tantervek "modern fizika" fejezetei általában olyan témákat tartalmaznak, melyek a hétköznapi emberek számára nehezen érthetőek. A mai, modern fizikáról pedig az általánosan elterjedt nézet az, hogy bonyolult, a hétköznapi élettől távoli dolgokkal foglalkozik, sőt még a kutatások végeredményeit sem lehet az emberek számára érthetővé tenni.

Ám a valóságban nagyon sok olyan területet találhatunk, ahol a fizikusok által kutatott témák a hétköznapi életünkhöz, környezetünkhöz kapcsolódnak. Ezek egy része bemutatatható középiskolában is.

A cikk vázlatosan áttekinti a következő néhány területet: a természetföldrajz jelenségei, a helymeghatározás hagyományosan és GPS- szel, fizika a biológiában, kaotikus modell készítése. Végül egy témát részletesebben tárgyal: a gejzír, a gyertyahajtású kishajó és a kávéfőző hasonlóságait. Részletezi egy kávéfőzőmodellen végzett mérések statisztikáját is.

ABSTRACT

There are a lot of phenomena around us which were described and sometimes explained by physics recently. These phenomena do not belong to the "modern physics" chapters of the secondary schools' curriculums, these topics usually do not appear at the physics lessons, they are only mentioned tangentially during geography, biology or computer science lessons as curiosities.

Discussion of these phenomena coming from the every-day life could be partly the realization of the integrated science education in a positive sense.

In this article we discuss the similarity of geysers, pop-pop boats and coffeemachines. There are some statistics about non-periodic jets of the coffeemachine, which show exponential behaviour.

The topics of my PhD studies are the investigation and understanding of such phenomena, furthermore testing them in the frame of secondary high school education.

KULCSSZAVAK/KEYWORDS

Nemperiodikus jelenségek, kávéfőző fizikája, gejzír

Nonperiodic phenomena, coffeemachine physics, geyser

BEVEZETÉS

Ha megkérdezzük az iskolában a gyerekeket, hogy mivel foglalkoznak a fizikusok ma, akkor olyan dolgokat kezdenek el sorolni, mint az elemi részecskék, a részecskegyorsítók, az

antianyag, vagy a világ keletkezése, esetleg a görbült téridő alakja és tágulása. Vagyis csupa olyan dolgot, ami láthatatlanul kicsi vagy elképzelhetetlenül hatalmas, megfoghatatlan, a hétköznapi élettől nagyon távol áll, és az átlagembernek még arra sincs esélye, hogy legalább a kutatások végeredményét megértse.

Pedig a ma dolgozó fizikusok jelentős része a hétköznapi élet jelenségeivel foglalkozik, olyanokkal, amelyek közvetlenül is érintenek bennünket.

Például a környezeti áramlások, a szinkronizációs jelenségek, a földrengések, a különböző kaotikus mozgások, a hálózatok vagy a biológiai fizika néhány kérdése.

Ilyen jelenségekkel nem találkozhatunk a tantervek „modern fizika” fejezeteiben. Legfeljebb érdekességként, magyarázatok nélkül kapnak említést az iskolában, rendszerint nem is a fizikaórán, hanem földrajzból, biológiából vagy számítástechnika-órán, noha megértésükhöz nélkülözhetetlenek a fizikai alapismeretek.

Az ELTE Fizika Tanítása Doktori Iskola PhD-hallgatójaként azzal foglalkozom, hogy hogyan lehet ilyen jelenségeket a középiskolában „érdekesen és tartalmasan” megmutatni a gyerekeknek.

Néhány terület felsorolása után a cikkben egy téma részletes kifejtését találhatjuk meg.

FIZIKA A FÖLDRAJZ FAKULTÁCIÓN

A gyerekek természetföldrajzból nagyon sok olyan jelenségről tanulnak, amelyeknek a megértéséhez fizikai ismeretek szükségesek. Ilyen jelenségek a földrengések, a levegő és tengeráramlások, a lavinák, az időjárás változásai, a légköri fényjelenségek, a Föld mágneses tere stb...

Földrajzórán ezeket a jelenségeket sorra veszik, de magyarázatot nem fűznek hozzájuk. Erre ott nincs elég idő, és talán ehhez szakavatott magyarázatot inkább a fizikatanártól várhatnak a gyerekek. Erre leginkább közös fizika-földrajz fakultáción, vagy szakkörön van mód.

FÖLDRAJZ, MATEMATIKA ÉS CSILLAGÁSZAT EGYÜTT

Egy újkeletű probléma a földrajzi helymeghatározás modern formája, a GPS. A szerkezet működésének alapjait középiskolás fizikai ismeretekkel is meg lehet érteni. Persze a pontos számítások már az általános relativitáselméletet is használják, de ettől a középiskolában nyugodtan eltekinthetünk.

A helymeghatározás sokkal kevesebb eszközt igénylő, régi módja, amikor egy függőleges pálca árnyékát a nap delelésekor megfigyelve határozzuk meg a földrajzi koordinátáinkat. [1]

FIZIKA A BIOLÓGIATAGOZATOS CSOPORTBAN

A biológia tele van olyan témakörökkel, amit fizikusok kutatnak. Ezek egy része a sejteken belül lejátszódó folyamatok, ami talán távol áll a középiskolában elvárható szinttől. De vannak olyan területek, amelyek jól megragadhatóak a középiskolában is.

Különösen érdekes lehet a biológiatagozaton megmutatni, hogy amikor a négylábú állatok a lassú sétát választják, mind ugyanolyan lépéssorrendet választanak. Még érdekesebb, ha megfigyeljük, hogy mi magunk is ugyanezt a módot választjuk, amikor négykézláb mászunk. [2]

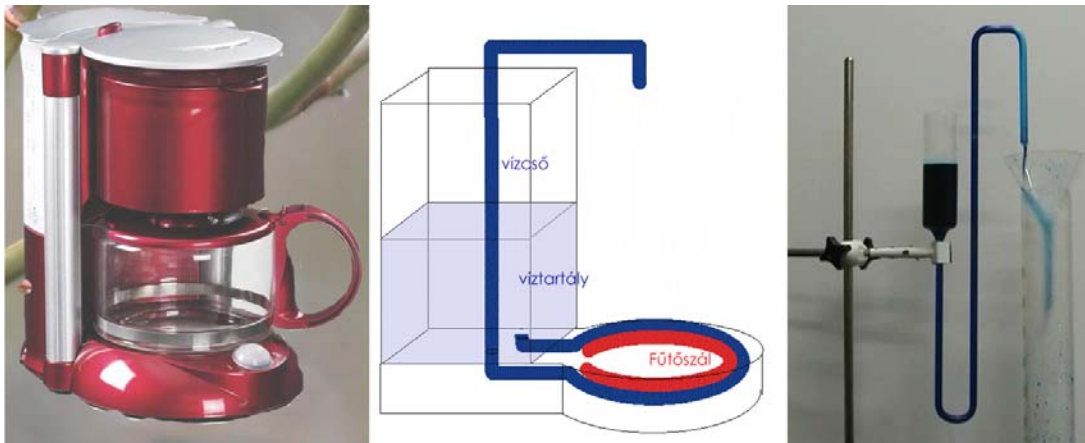
Érdekes lehet az állatok látását külön tárgyalni, különösen azokat, amelyek a poláros fényre is érzékenyek. [3][4]

FIZIKA A BARKÁCSOLÓ FIÚKNAK

Van jónéhány lelkes diák, akik az elméleti feladatokkal nehezen birkóznak, de a technika iránt nagyon fogékonyak. Számukra nagy élmény lehet olyan modellek készítése, amelyek valamilyen érdekes jelenséget mutatnak be. Építhetnek gejzír-modellt, kávéfőzőmodellt vagy akár Lorentz-féle kaotikus vízikereket is.

A KÁVÉFŐZŐTŐL A GEJZÍRIG

Ha a filteres kávéfőzőt (1.a ábra) működése közben megfigyeljük, észrevehetjük, hogy periodikusan hörgő hangot ad, és közben mindig egy adag forró vizet lök ki magából a kávéfilterre. Az órán a gyerekek egy része arra tippelt, hogy a kávéfőzőben pumpa van, ami időről időre kilöki a forró vizet. Szétszedve a gépet, nem találtunk benne pumpát, a kávéfőző szerkezetét a 1.b ábrán láthatjuk (Az elektromos kapcsolót, a termosztátot és a biztosítékot nem tüntettük föl).



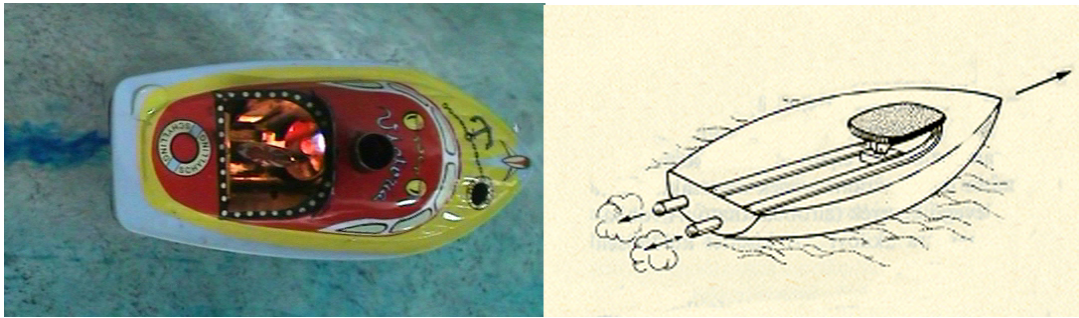
1. a, b, c ábra

A kávéfőző működése azon alapszik, hogy a fűtőszál alulról melegíti a vízoszlopot. Mivel a vizet alulról fűtjük, a fokozatos melegedés közben legelőször eléri a legmagasabb a víz a forráspontját. Ekkor lent gőzbuborékok képződnek, amelyek tágulásuk közben kinyomják a csőből a fölöttük elhelyezkedő vízoszlopot. A kiürült cső a tartállyal közlekedőedényt alkot, és ezért újratöltődik. A folyamat újratekődik.

A jelenség megfigyelésére üvegből elkészítettük a kávéfőző modelljét is. (1.c ábra) A meghajlított üvegcsövet ételfestékkel színezett vízzel töltöttük meg, és Bunsen-lánggal melegítettük az alján. A modell segítségével jól megfigyelhetővé vált az újra és újra lejátszódó folyamat.

Hasonló elven működik a gyertyalánggal fűtött kis játékhajó is. (2.a ábra) Ebben egy vízzel teli, vékony, vízszintes, U-alakban meghajlított rézcsövet melegít a gyertyaláng. (2.b ábra) A

hátrafelé kilökődő gőz és víz az impulzus-megmaradás miatt előre hajtja a kishajót [5]. Itt is megfigyelhetjük, hogy a kilökődések sűrűn egymásután, periodikusan következnek be.



2.a, b ábra

A földrajz tananyagban szerepelnek a gejzírek. Ezek működése is hasonlít a kávéfőzőéhez, ám az igen hosszú vízzel teli csövek alján a hidrosztatikai nyomás nagyon magas. A csőben lefelé haladva a növekvő nyomással a víz forráspontja is emelkedik. Ezért a gejzír kitörése akkor következik be, amikor az alulról fölszálló kis gőzbuborékok már mindenütt az adott nyomáshoz tartozó forráspont közelébe melegítették a vizet. Ilyenkor egy kis víz kilökődése a cső tetején elég ahhoz, hogy a hirtelen nyomáscsökkenéssel mindenütt meginduljon a forrás, és a gejzír kitörjön. Ehhez a Földön ma már csak kevés helyen találunk megfelelő geotermikus gradienst. Régen a Tihanyi félszigeten is működtek gejzírek.

A gejzírek kitörései nem egészen periodikusak. Nem lehet másodpercre pontosan megjósolni a következő kitörés idejét.

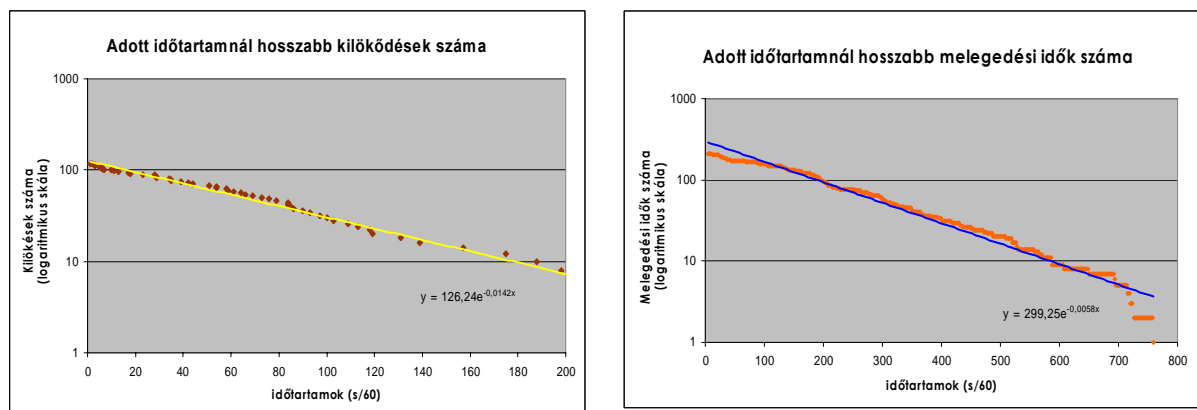
Mi a helyzet a kávéfőzővel? A modellt figyelve észrevehetjük, hogy itt sem érvényes szigorú periodicitás. Vannak hosszabb kilökődések, és vannak rövidebbek. Néha sűrűn, máskor ritkábban követik egymást. Az alkalmanként kilökött víz mennyisége sem állandó.

Az egymást szabálytalanul követő kilökődésekről statisztikát készítettünk. Megmértük, hogy milyen hosszúak az egyes kilökődések, mértük a két kilökődés között eltelt időt, amit melegedési időnek nevezünk el. És mértük, hogy egy-egy alkalommal mekkora tömegű vizet köp ki a cső.

A modell működését videóra véve, és a filmet kockáról kockára léptetve egy videó szerkesztő programmal megmérhetjük az egyes kilökődések, és köztük eltelt melegedési idők hosszát. Az adatok jól mutatták, hogy a jelenség tényleg nem periodikus. Az egymást követő kilökődéseket ábrázolva összevisszaságot tapasztalunk.

Mégis fölfedezhetünk az adatokban szabályszerűséget.

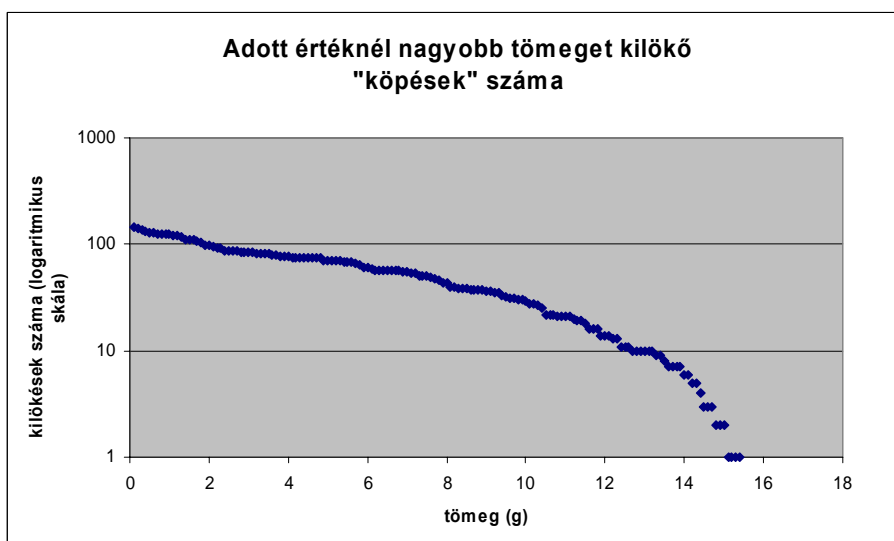
Érdeemes olyan statisztikát készíteni, amelyben az adott időtartamnál hosszabb kilökődéseket számoljuk meg. A 3.a ábrán a grafikon vízszintes tengelyén az időtartamok, a függőleges tengelyén az adott időtartamnál hosszabb kilökődések darabszáma van feltüntetve. A mérési eredmények szerint a grafikon exponenciális csökkenést mutat. Linearizálhatjuk a függvényt, ha logaritmikus skálát használunk.



3.a, b ábra

Ugyancsak exponenciálisan csökkenő függvényt kaptunk, amikor az adott időtartamnál hosszabb melegedési időket ábrázoltuk. (3.b ábra)

Megmértük az egy kilökéstre eltávozott víz tömegét is. Ehhez egyforma eldobható műanyag kávéspoharat, és egy 5 mg pontosságú mérleget használtunk. Itt is az adott tömeget meghaladó kilöködések számát vizsgáltuk, és azt tapasztaltuk, hogy a függvény egy jó darabig exponenciálisan csökken. (4. ábra)



4. ábra

A vizsgálódást tovább folytatva a következő lépés az lehet, hogy olyan modellt alkossunk, amely megmagyarázza a kialakuló eloszlást. Ez messze meghaladja a középiskolai szintet, talán a PhD tanulmányok része lehet.

A középiskolában a kávéfőző, a kishajó és gejzír működésének megértése lehet a cél, a tehetségesebb és érdeklődőbb gyerekek esetleg a mérésben és az adatok feldolgozásában vehetnek részt.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnék köszönetet mondani az ELTE Fizika Tanítása Doktori Iskola előadóinak, nagyon sok, számomra új és érdekes jelenséget ismerhettem meg a kurzusokon. Külön köszönetet mondok két témavezetőmnek Tél Tamásnak és Néda Zoltánnak, akik a PhD-kutatómunkámat, különösen a kávéfőzőmodellel végzett méréseket tanácsaikkal segítik.

IRODALOMJEGYZÉK

1. Baranyai Klára: Fizikai Szemle, LIX, 147. o., 2009/4.,
2. Horváth Gábor: A mechanika biológiai alkalmazása (13-46.o.) ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 2001.
3. Malik Péter, Horváth Gábor, Kriska György, Bruce Robertson: Fizikai Szemle, LVIII, 379.o. 2008/11.
4. Horváth Gábor: A geometriai optika biológiai alkalmazása (293-328., 333-366.o.) ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 2004.
5. Juhász András: Fizikai kísérletek gyűjteménye, (438.o) Tankönyvkiadó-Typotex, Budapest, 1992.

SZERZŐ

Baranyai Klára tanár, Berzsenyi Dániel Gimnázium, Budapest; PhD-hallgató, ELTE Fizika Tanítása Doktori Iskola; badarka@gmail.com