

Népszerűnövekedés –  
fizikus szemmel

(Dr. Nánai László)

Kutatás alapú tanulás  
számítógéppel segített  
mérések alkalmazásával

(Dr. Gingl Zoltán – Kopasz Katalin – Tóth Károly)

Kincsek a Bethlen Gábor  
Református Gimnázium  
fizikaszertárában 17. rész

(Nagy Tibor)

XX. ÉVFOLYAM 2012

**1**

# A FIZIKA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

## Szerkesztőség:

Főszerkesztő:

Bonifert Domonkosné dr.  
főiskolai docens

A szerkesztőbizottság:

Dr. Kövesdi Katalin  
főiskolai docens

Dr. Molnár Miklós  
egyetemi docens

## Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3/B  
Tel.: (62) 470-101,  
FAX: (62) 554-666

## Kiadó:

MOZAIK Kiadó Kft.

Felelős kiadó: Török Zoltán

Tördelőszerkesztő: Forró Lajos

Borítóterv: Deák Ferenc

## Megrendelhető:

MOZAIK Kiadó Kft.

6701 Szeged, Pf. 301

Éves előfizetési díj: 1680 Ft

A lap megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltban:  
Budapest VIII., Üllői út 70.

A Fizika Tanításában megjelenő

valamennyi cikket szerzői jog  
védi. Másolásuk bármilyen  
formában kizárólag a kiadó  
előzetes írásbeli engedélyével  
történhet.

ISSN 1216-6634

Készült

az Innovariant Kft.-ben, Szegeden  
Felelős vezető: Drágán György

# TARTALOM

Népszerűnővekedés – fizikus szemmel

Dr. Nánai László egyetemi tanár, SZTE JGYPK

**A MOZAIKOS fizikakönyvek  
és a KERESD A MEGOLDÁST!**

Bonifert Domonkosné dr. főisk. docens SZTE, Szeged,

Schwartz Katalin ált. isk. szaktanár

Brassó u. Általános Iskola, Budapest

**Kutatás alapú tanulás számítógéppel segített  
mérések alkalmazásával**

Dr. Cingl Zoltán egyetemi docens, SZTE

Kopasz Katalin középiskolai tanár, Szeged,

Tóth Károly középiskolai tanár, Szeged

**Kincsek a Bethlen Gábor Református Gimnázium  
fizikaszertárában 17. rész**

Nagy Tibor fizikatanár, Bethlen Gábor Református

Gimnázium, Hódmezővásárhely

**Lénárd Fülöp (1862–1947)**

**A 150 éve született Lénárd Fülöpre emlékezünk**

Prof. Dr. Szabó Árpád DSc, ny. egyetemi tanár,

Nyíregyházi Főiskola, Fizika Tanszék

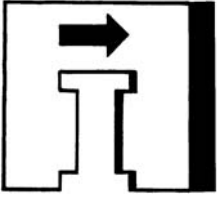
## Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat e-mailen a kattila@mozaik.info.hu címre küldjék meg. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 6-8 oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés).

A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön fájlokban is kérjük mellékelni. (A szövegrészben pedig zárójelben utaljanak rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézések név- és évszámjelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalmak alfabetikus sorrendben készüljenek.

Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat.



# IMPULZUS

Dr. Nánai László

## Népességnövekedés – fizikus szemmel

Az emberiség – jelenleg – történetének egyik globális demográfiai problémáját éli át. Egyrészt a népesség határtalanul gyors növekedése szembetalálkozik az eltartóképesség véges voltának felismerésével, másrészt a források rendkívül egyenetlen (és igazságtalan) elosztása közeli robbanással fenyeget a világ számos pontján. Nem kizárt, hogy ezen helyi problémák elfajulása könnyen globális katasztrófához vezet. A világ más pontjain pedig épp az alacsony – a moralitást alulmúló – születésszám okoz súlyos társadalmi problémát.

Meglehet, ezekkel a problémákkal szociológusoknak, demográfusoknak, történettudósoknak (s legfőképp politikusoknak) kellene foglalkozni, az alábbiakban – mégis – megpróbálunk betekintést nyújtani a témakörbe fizikus szemmel.

Az emberiség számának növekedését a fizikus (talán a demográfus is – igaz, a számok halmazán) olyan függvényekkel próbálja leírni, amely megmutatja, hogy az idő múlásával hogyan nő az emberiség létszáma. A népességnövekedést három egyszerű modellel szokták jellemezni.

A legegyszerűbb modellnek a lineáris növekedési függvény felel meg. (1. ábra)

Az ábrán  $N$  a népességszám,  $T$  az idő, és  $A$  a peremfeltételekből származó konstans.

A 2. ábrán egy, a másik modellnek megfelelő exponenciális növekedési görbe látható, ahol

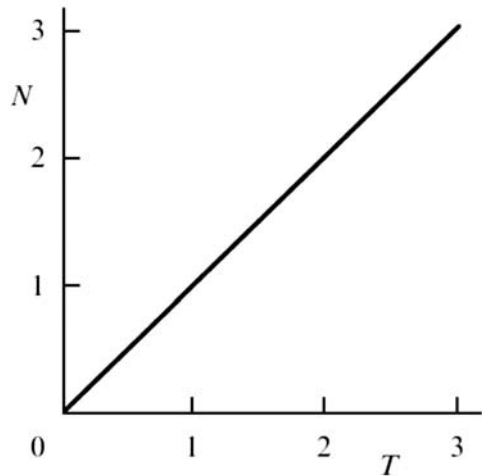
$T$  az idő,  $N_0$  a kezdeti lélekszám,  $\tau$  a lélekszám megduplázódásának ideje (ún. karakterisztikus idő).

A növekedés sebessége arányos a kezdeti lélekszámmal.

A Föld populációja szempontjából a legnagyobb jelentőséggel a harmadik modellnek megfelelő kvadratikus (hiperbolikus) növekedési törvény bír. (3. ábra)

Itt  $T$  az eltelt idő, és  $C$  konstans.

Ez a törvény – az előzőekkel ellentétben – már figyelembe veszi az emberi kooperációt

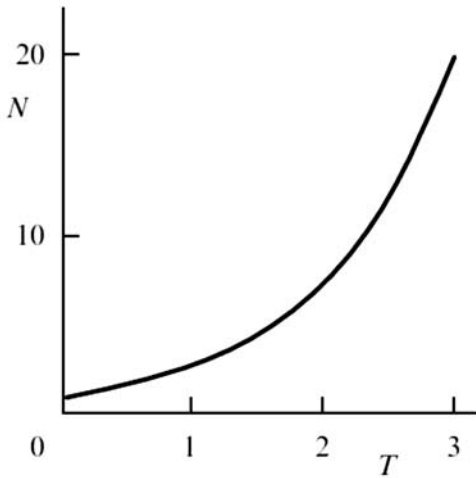


$$\frac{dN}{dT} = A, \quad N = AT$$

1. ábra

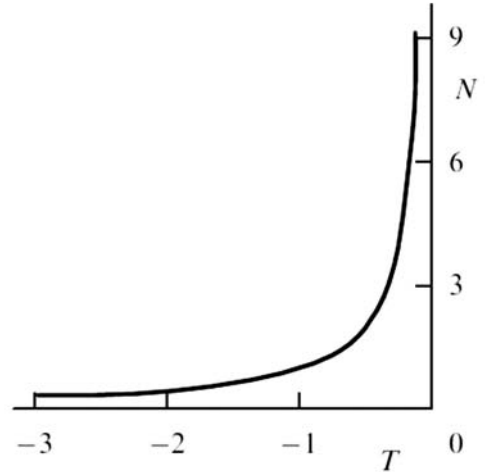
Év	$N$	$N_m$	Év	$N$	$N_m$
$-4,4 \cdot 10^6$	(0)	$1 \cdot 10^{-6}$	1960	3039	3245
$-1,6 \cdot 10^6$	0,1	0,1	1965	3345	3497
- 35000	1 – 5	2	1970	3707	3778
- 15000	3 – 10	8	1975	4086	4089
- 7000	10 – 15	16	1980	4454	4430
- 2000	47	42	1985	4851	4801
0	100 – 230	86	1990	5277	5198
1000	275 – 345	173	1995	5682	5613
1500	440 – 540	345	2000	6073	6038
1650	465 – 550	492	2005	6453	6463
1750	735 – 805	685	2010	6832	6878
1800	835 – 907	851	2025	7896	7987
1850	1090 – 1110	1120	2050	9298	9259
1900	1608 – 1710	1625	2075	9879	999
1920	1811	1970	2100	10400	10451
1930	2020	2196	2125	10700	10745
1940	2295	2474	2150	10800	10956
1950	2556	2817	2200	11000	11225
1955	2780	3019	2500	-	11364

1. táblázat



$$\frac{dN}{dT} = \frac{N}{\tau}, \quad N = N_0 \exp \frac{T}{\tau}$$

2. ábra



$$\frac{dN}{dT} = \frac{N^2}{C} = \frac{C}{(T_1 - T)^2}, \quad N = \frac{C}{T_1 - T}$$

3. ábra

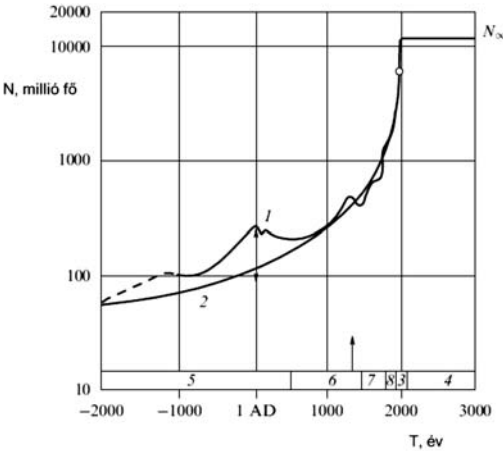
(együttműködést), és az emberiséget minden sokszínűsége ellenére egységes populációnak tekinti, azaz számba vesz minden lelket, bárhol is éljen a Földön. Az előző modelleket szűkebb (kontinentális, országnyi stb.) népcsoportra szokás alkalmazni.

A kvadratikus növekedési törvény szerint a növekedés sebessége arányos a teljes populáció négyzetével, és nem függ semmiféle külső tényezőtől.

Vessük össze a fenti modelltörvényeket a rendelkezésre álló adatokkal! (1. táblázat)

$N$  a tényleges lélekszám,  $N_m$  az antropogenezis, azaz a Homo Sapiens megjelenésétől becsült lélekszám.

A táblázat adatai alapján a következő görbét kapjuk. (4. ábra)



4. ábra

A függvény „végtelenbe futásának” időpontja, azaz amikor a kvadratikus függvény majdnem függőlegessé válik.

Ezen a fél logaritmusos ábrán – a 2000-es évek elejéig, azaz a vizsgálat idejéig – nincs „függőleges egyenes” szakasz, ami exponenciális növekedésre utalna. Tehát ma a legelfogadottabb közelítésnek a hiperbolikus törvény tűnik. (3. ábra)

Az adatok alapján kapjuk, hogy

$$N = \frac{c}{T_1 - T} = \frac{200}{2025 - T} \cdot 10^9$$

Itt  $c \approx 162$  milliárd, az a lélekszám, amely a népesség számának „végtelenbe futása” előtt 1 évvel lenne.

A karakterisztikus idő, azaz a lélekszám megduplázódásának ideje  $\tau \approx 45$  évnek adódik.

A hiperbolikus növekedési törvény segítségével meghatározható az a lélekszám, amely elérése és túllépése azt jelentette, hogy a népesség kezdeti, lineáris növekedése átfordult kvadratikusba.

Ezen általános megfontolások után tekintsük át Magyarország népességváltozását a Honfoglalástól napjainkig! Általánosan elfogadott a rendelkezésre álló irodalmi adatok alapján, hogy honfoglaló magyarjaink létszáma 400–600 ezer fő lehetett. Az itt „talált” népekkel és a letelepülőkkel, illetve a természetes szaporodással ez a szám az Államalapítás idejére elérte az 1 millió főt. Tekintettel a XIII–XV. század történelmi eseményeire (tatárjárás, pestis, egyéb járványok), a lélekszám drasztikusan csökkent, s a török uralom idejére stabilizálódott.

Az időközbeni betelepítések hatására az első hivatalos népszámlálás (1878, II. József) már több mint 5 millió lakost jegyzett. A kiegyezés kedvezett a népszám növekedésének, a világháborúk azonban nem. Az 1980-as census 10.7 millió lakost regisztrált. Ez a szám 2001-re 10.2 millióra csökkent, ma már alatta vagyunk a 10 milliiónak, s évente – várhatóan – ez a szám cca. 35 ezer fővel csökken.

A világ népessége ugyanakkor gyorsabban növekszik. A meghatározó számadatokat a 2. táblázatban mutatjuk be.

A népességnövekedés menetét befolyásoló tényezők számos objektív (természet) és szubjektív (emberi) faktorról hozhatók kapcsolatba.

A Bronzkortól az Ókorig terjedő időszakban a világ népessége – praktikusán – a legtermékenyebb folyóvölgyek közé összpontosult, úgy, mint

- Nílus völgy
- Mezopotámia
- Indus völgy
- Jangce és a Sárga folyó völgye.

Ország	1950 millió fő	1990 millió fő	2000 millió fő
<b>Kína</b>	555	1153	1273
<b>India</b>	358	846	1030
<b>USA</b>	152	250	278
<b>Indonézia</b>	80	151	228
<b>Brazília</b>	53	149	174
<b>Oroszország</b>	102	147	145
<b>Japán</b>	84	124	127
<b>Pakisztán</b>	40	118	145
<b>Banglades</b>	42	114	131
<b>Nigéria</b>	33	109	127

2. táblázat

Az időszámításunk kezdetére a népesség szám elérte a 250 millió főt. A középkorban két fő időtartomány különböztethető meg:

- 1000-ig: Az ókori kultúrák hanyatlása, népvándorlás, és a betegségek miatt praktikusán nem volt növekedés;
- 1000–1700 között: a feudalizmus megszilárdulása idején a javuló életkörülmények miatt a népességszám megduplázódott és elérte a cca. 500 millió főt.

A XIX. század a nagy felfedezések és az ipari forradalom időszaka. A népesség növekedése felgyorsul. A lélekszám 1900-ra eléri az 1.5 milliárd főt.

A XX. század tudományos és technikai fejlődése (egészségügyi mutatók javulása, Európa, Észak-Amerika, Dél-Amerika ipari fejlődése) segíti a népesség növekedését, ugyanakkor a két

világháború s azok következményei lerontják az előbbieket pozitív hatását.

A népességrobbanás 1945 után következett be. A gyarmatok függetlenné váltak, megindult az ipari globalizáció. A szociális háló nagy tömegekre terjedt ki. A fejlődő világban a népességnövekedés minden határon túlnő. Az előbbi elmozdulást jól jellemzi, ha megnézzük azokat a periódusokat, amikor a népességszám megduplázódott. (3. táblázat)

szakasz	időtartam
időszámításunk előtt	3–4 ezer év
~1000-ig	1 ezer év
~1600-ig	~800–900 év
1650–1850	200 év
1850–1950	100 év
1950–1985	35 év

3. táblázat

2011-ben a Föld népessége átlépte a 7 milliárdot.

Mi várható a jövőben?

A Föld népességének gyarapodása lelassul, elsősorban a születésszabályozás, családtervezés és globális járványok (AIDS) miatt.

Az emberiség tudatosan gondol a Föld magas eltartóképességére, s mindinkább szabályozza a születésszámot (ún. demográfiai átmenet modellje). Németország (hasonlóan Magyarország is) ma már negatív rátát produkál.

### Irodalom

- [1] Kapitza, S.P. (2006) A Report to the Club of Rome. Hamburg
- [2] Kapitza, S.P. K teorii rosta naseleniya Zemli, VEN 180(2) 1337–45 (2010)

Bonifert Domonkosné – Schwartz Katalin

## A MOZAIKOS fizikakönyvek és a KERESD A MEGOLDÁST!

**K**özoktatásunkban a fizika tantárgy helyzete sajnos egyre inkább hátrányosnak mondható. A Mozaik Kiadó kiadványainak folyamatos frissítésével, korszerűsítésével igyekszik a lehetőségekhez mérten segíteni a fizika eredményes oktatását.

**A Mozaik Kiadó fizikatankönyvei, munkafüzetei, tudásszint mérő feladatlapjai, valamint a mindezek interaktív használatát segítő mozaBook-os kiegészítések átdolgozásra kerültek.** Az intelligens táblák számának növekedése szükségessé teszi, hogy a tanárok segítséget kapjanak az online tananyag-feldolgozásnak az oktatás hétköznapjaiba történő beépítéséhez. Ezért a kiadó az átdolgozott, nyomtatott kiadványain túl a korszerű információs oktatási eszközeinek a használatát is ajánlja a pedagógusoknak. A bővített mozaBook a tankönyvi anyag képi és szöveges digitalizálása mellett számos extra kiegészítéssel, játékkal, fejtrővel teszi érdekesebbé, könnyebben befogadhatóvá a fizika tananyagot.

A fizikatankönyvek témakörönként a **„Keresd a megoldást!” fejezetekkel** egészültek ki, melyek a hétköznapi élettel szorosan összefüggő tanulói cselekvésekre szólnak, s lehetőségeket kínálnak az egyéni és csoportos munkálkodásra egyaránt. Ezeknek az új fejezeteknek a beillesztésével a szerzőknek az volt a szándéka, hogy a tapasztalati tanulást, valamint az informális ismeretszerzés lehetőségeit is felkínálják a tanulóknak. Például gyűjtemények, kiállítások, riportok készítésére, digitális írástudásuk alkalmazására, különböző honlapok felkeresésére, kör-

nyezetükben adódó problémák értelmezésére és megoldására is igyekszünk ösztönözni őket. A munkafüzetek módosításai hasonló törekvéseket tükröznek, beleértve az iskolán kívüli hasznos tevékenykedtetések sorozatát is.

Az alábbiakban a tankönyvek „Keresd a megoldást!” fejezeteit, a bennük szereplő feladatok megoldásait, valamint a szerzők szándékait ismertetjük.

Sokszorosan bizonyított tény, hogy az eredményes ismeretszerzés egyik legfontosabb kritériuma, hogy tanítványaink minél több területen problémalátó és problémamegoldó emberekké nevelődjenek. Tudjuk azonban, hogy az ismereteikből – amelyet a megismerő tevékenység során kialakított fogalmaik összessége alkot – csak akkor válik tartós tudás, ha megértésen alapulnak, s ezáltal alkalmazásra késszé válnak. Az ismeretek alkalmazásának mértékéről és tulajdonságairól feladatmegoldásokon át győződhetünk meg. Többek között ezért is nagyon fontos, hogy fizikatanításunk során **minél többször szembesítsük tanítványainkat különféle, a hétköznapi életből származó problémákkal, illetve hogy alkalmat teremtsünk számukra az ismereteknek különféle szituációban történő alkalmazására.**

Mivel jelenleg a fizika tantárgy heti óraszámja kevés ahhoz, hogy a tanítási órán kellő számú érdekes problémafelvetéssel és megoldással találkozzanak a diákok, szükséges az órán kívüli tevékenységüket is ilyen irányba terelni. Ehhez kívántak segítséget nyújtani a Mozaik Kiadó

fizikatanönyveinek a szerzői, amikor a 7. és 8. osztályos könyveiket az egyes témakörök végén található „Keresd a megoldást!” fejezetekkel bővítették.

Természetesen a tanulókkal történő problémamegoldás didaktikai céljai sokfélék lehetnek, melyeket a különféle feladatok különböző mértékben szolgálhatnak. De helytelen, ha a problémamegoldást csupán gyakorlási, hiánypótlási vagy ellenőrzési céllal alkalmazzuk, s nem használjuk ki e tevékenység egyéb pozitívumait. Az alkotó képzelet fejlesztése, az elméleti és gyakorlati összefüggések megláttatása, az egyes fogalmak tartalmának bővebb kimunkálása, az „AHÁ” élmény átélése tanításunknál olyan motivációs bázist jelenthet, mely egy színesebb, kedveltebb fizikatanítást eredményez.

### A „Keresd a megoldást!” feladatainak legfőbb jellemzői:

– Ezek a feladatok többségükben **kvalitatív jellegű problémafelvetések**, de gyakran társulnak olyan tevékenységekre történő felszólításokkal, melyek eredményeként fizikai mennyiségekhez juthatnak a tanulók, így a feladatok kvantitatív megoldását is kivitelezhetik.

– Esetenként a feladatok szövegében található adatok csak indirekt módon szerepelnek, s a sikeres megoldáshoz **külön „hozzáolvasás”**, táblázatból történő kikeresés, mérés, internetes böngészés is szükséges. A szerzők törekedtek a **manipulatív munkáltatásra serkentő** feladatok szerepeltetésére is. Ezek többsége olyan egyszerű, a gyermek környezetében fellelhető eszközök alkalmazásával **otthon is elvégezhető kísérletek**, melyek sok esetben a **játékoság** tényét sem nélkülözik. Több feladatnál javaslat történik a **csoporthoz tartozókban** történő feldolgozásra is.

– A feladatok invenció-igényessége igen eltérő. Vannak egyszerű alkalmazást kívánó problémafelvetések, de jelentősebb a **konstruktív gondolkodást igénylő feladatok** száma, melyek gyakran a „tervezz” felszólítással kezdődnek.

A témakörönként összeállított probléma-sorozatokat minden esetben megelőzi egy összetettebb, de a gyakorlati élethez szervesen kapcsolódó, konkrét szituációt elemző feladat megoldásának részletezése. Ezzel az a cél, hogy **a feladatmegoldás didaktikai lépéseit bemutassuk**, melyek alkalmazására a diákokat is ösztönözzük. Szokják meg, hogy a megoldással kapcsolatosan becsléseket, sejtéseket fogalmazzanak meg, keressenek különböző ötleteket a megoldáshoz, végezzenek összehasonlításokat, ismereteik alapján adjanak magyarázatot a tapasztaltakra, s ha szükséges, bizonyítsanak vagy cáfoljanak. Esetenként gondolatébresztőnek a modellezés elemi csirái is fellelhetők e megoldások között.

Az alábbiakban bemutatjuk a tankönyvek e fejezeteiben felvetett feladatsorokat, s javaslatot teszünk egy-egy lehetséges megoldásra.

## 7. osztály I. fejezet

**1.** Egy keményre fűjt gumimatracot kint felejtettek a tűző napon. Hogyan lehet gyorsan megakadályozni azt, hogy kipukkadjon? Találj ki többféle módot!

*Megoldás:*

Tudjuk, hogy ha a gumimatrac rugalmas falához többször ütköznek a bezárt levegő részecskéi, jobban megfeszül, azt mondjuk, a matracban megnőtt a nyomás, melynek következtében ki is durranhat.

Egy zárt térrészben levő gázzészecskék vagy azért ütköznek gyakrabban egymáshoz és a tartóedény falához, mert megnőtt a részecskeszám, vagy mert a részecskék mozgása valamilyen hatás következtében fokozódott. Esetünkben ez utóbbi eset áll fenn. A napsugarak hatására a bezárt levegő részecskéi élénkebben kezdtek mozogni, megnőtt az ütközések száma, s ez veszélyezteti a matrac épségét. A veszély elhárítása lehetséges hűtéssel (pl. hideg vízbe visszük a matracot), vagy a szelepének kinyitásával, mely a részecskeszám csökkenését eredményezi.



**2.** Hogyan tudnád kerékpárod segítségével meghatározni annak a teleknek a kerületét és területét, amelyre az iskolátok épült? Szervezd meg, hogy többen is végezzétek el a mérést, ismertessétek a mérési eljárásokat menetét! Hasonlítsátok össze a kapott eredményeket! Eltérés esetén keressetek magyarázatot!

*Megoldás:*

Célszerű a mérés megkezdése előtt a felmérni kívánt telekről vázlatrajzot készíteni. Amennyiben a telek alakja szabálytalan síkidom, osszuk fel a lehető legcélszerűbben szabályos alakzatokra. Betűzzük meg a kapott síkidom vagy síkidomok oldalait, hogy mérési adatainkat egyértelműen hozzájuk rendelhessük és feljegyezhessek. Készítsünk tervet a területszámítások elvégzésére, hogy világos legyen, mely hosszúságokat kell lemérnünk. Írjuk fel azt az összefüggést, amelybe behelyettesítve a végeredmény kiszámolható.

A feladat szerint a távolságokat kerékpár segítségével kell meghatározni. Ha van a kerékpáron fordulatszámoló készülék, akkor annak leolvasása után csak a kerék kerületének meghatározása szükséges, s a két mennyiség szorzata megadja egy-egy befutott távolság hosszát. A kerék kerületének meghatározására is érdemes a megszokott képlet alkalmazása helyett (és lehet, hogy a matematikai ismeretük még nincs meg hozzá) különféle lehetőségeket kitaláltatni (pl. vizes kerék egyszeri körbegurítása a talajon, s a hagyott nyom hosszának megmérése, vagy egy zsinór végigvezetése a kerék peremén, melynek hossza megadja a kör kerületét stb.). Amennyiben nincs fordulatszámoló a kerékpáron, jelöljük meg a kerék egy kerületi pontját élénk színű szigetelőszalaggal, s a kerékpárt a kívánt szakaszokon végigtolva számoljuk meg, hogy a kerék hányszor fordult körbe.

Ezzel a módszerrel mérjük meg valamennyi, a kerület és terület kiszámolásához szükséges távolság hosszát. A kapott mennyiségeket helyettesítsük be az alaprajz alapján megszerkesztett képletünkbe és végezzük el a kijelölt műveleteket.

Ugyanazokat a távolságokat több tanuló is mérje meg, majd hasonlítsák össze a mérési eredményeiket. Ha van eltérés, keressük meg ennek lehetséges okát. (Pl. téves fordulatszámolás, nem egész számú fordulatok becsült értéke stb.) Végezzünk átlagszámítást, értelmezve a pozitív és negatív eltéréseket is.

## II. fejezet

**1.** Egy család autóval megy Szegedről Siófokra nyaralni. Mennyi a megtett út Szeged és Siófok között, ha végig autópályán mennek? Mekkora közben az autó elmozdulása?

*Megoldás:*

A feladat megoldható egyrészt autóstérkép alkalmazásával, vagy internetes útvonaltervező segítségével.

Ha autóstérkép alapján végezzük a tervezést, az M5-ös és M7-es autópályák mentén a két-két város között feltüntetett résztávolságok összeadásával tudjuk meghatározni a megteendő utat (ez esetünkben 207 km). A Szeged – Siófok közötti légvonalbeli távolság vonalzóval történő leméréseivel, a térkép kicsinyítési arányszámának figyelembevételével számolhatjuk ki az elmozdulás nagyságát (178 km). A két mennyiség összehasonlítása erősíti a megtett út és az elmozdulás fogalmak közötti különbség megértését.

A feladat kérdése az internet segítségével a sokféle útvonaltervező program valamelyike által (pl. [utvonalterv.lap.hu](http://utvonalterv.lap.hu)) is megválaszolható.

**2.** Számítsd ki, hogy az otthonod és az iskolád közötti utat mekkora átlagsebességgel teszed meg!

*Megoldás:*

Egy test átlagsebessége a megtett út és a megtételéhez szükséges idő hányadosával határozható meg. Tehát a tanulóknak meg kell határozni annak az útnak a hosszát, melyen iskolába szokott járni, továbbá le kell mérnie az indulás és iskolába érkezés között eltelt időtartam hosszát.

A távolság meghatározható gyalogos közlekedés esetén például lépésszámlálással, jármű-

vel történő közlekedés esetén olyan térkép segítségével, melyen az adott jármű, például autóbusz útvonalát ábrázolták. Az időtartam mérése bármely percmutatós órával vagy arra alkalmas mobiltelefonnal történhet. Célszerű mind a távolságra, mind az időre mennyiségi becsléseket végeztetni, s az egymáshoz közel lakó tanulók esetében a kapott mennyiségeket össze is hasonlíthatjuk.

**3.** Nézzetek utána, hogy iskolátok előtt mekkora az ott elhaladó járműveknek a megengedett legnagyobb sebessége! Végezzetek ellenőrző méréseket, hogy a járművek betartják-e a sebességkorlátozást!

*Megoldás:*

A feladat megoldása előtt célszerű tisztázni, hogy az iskola előtti útszakaszra van-e kitéve sebességkorlátozást előíró KRESZ-tábla, illetve ha nincs, beszéljük meg, hogy hazánkban lakott, területen 50 km/h a megengedett maximális haladási sebesség. Az összehasonlítás megkönnyítése érdekében célszerű már itt átszámítani a megengedett sebességet m/s mértékegységre.

Miután tisztáztuk, hogy a járművek az adott útszakaszon mekkora sebességgel haladhatnak, kezdődhet az ellenőrző mérés.

Szükséges eszközök:

2 darab jelzőrúd, egy kis zászlócska vagy színes kendő, másodperceket jelző időmérő eszköz, mérőszalag, jegyzetfüzet, íróeszköz.

Jelöljük ki a jelző rudakkal az út mentén egy 100 m-es útszakaszt. Ennek az útszakasznak mindkét végén álljon egy-egy tanuló, az egyiknél a zászló, a másikonál az időmérő eszköz legyen. Amikor a kiszemelt autó az első tanulóhoz érkezik, az a zászlóval jelzést ad, melyre a másik tanuló elkezd az időmérést, s amikor eléje érkezik a jármű, leolvassa az eltelt időt. A jármű adott szakaszra vonatkozó átlagsebességét a 100 m-es út és a mért idő hányadosa adja meg m/s mértékegységben. Amennyiben a jármű 7 másodpercnél rövidebb idő alatt tette meg a kijelölt utat, bizonyára gyorsabban haladt

a megengedett legnagyobb sebességnél, ha 50 km/h volt a korlátozás.

**4.** A villám keletkezésének helyétől mérhető távolságunkat egyszerűen megbecsülhetjük. Hogyan? Milyen fontos fizikai mennyiségek ismeretére van szükség a számoláshoz?

*Megoldás:*

A villámlás egy elektromos szikrakisülés, mely fény és hanghatásokkal jár. Tudjuk, hogy a fény/ terjedési sebessége levegőben 300 000 km/s, a hangé 340 m/s.

Tehát ha a megfigyelő a fény észlelése és a hang észlelése között eltelt időt meg tudja határozni, következtethet a hang által megtett útra, azaz a villámkisülésnek a megfigyelőtől való távolságára.

A mérés elvégzéséhez egyetlen olyan időmérő eszközre van szükség, mely másodpercnyi időtartamok mérésére alkalmas. A villámláskor kezdjük el az időmérést, majd a hang észlelésekor fejezzük be. Az így kapott mennyiség és a hang terjedési sebességének szorzata megadja a távolság nagyságát.

A távolság becslése jó közelítéssel megadható úgy is, ha másodperces ütemezéssel egyenletesen számolunk a felvillanástól a hang észleléséig.

**5.** Az emberi fül akkor hall külön két hangot, ha észlelésük között legalább 0,1 másodperc telik el. Például ilyen feltételek mellett halljuk a visszhangot. A hangot visszaverő felülettől legalább milyen távolságra kell a hangot kibocsátanunk, hogy halljunk visszhangot is? (A hang terjedési sebessége levegőben: 340 m/s.)

*Megoldás:*

A hanghullámok új közeg határán visszaverődhetnek, elnyelődhetnek, illetve áthatolhatnak azon. Sziklás hegyoldalak, nagyobb épületek vagy termek jelentős kiterjedésű sík falfelületei akadályt jelentenek a hanghullámok tovaterjedésének. Az ilyen felületekről a hang visszaverődik. Mint az a feladat szövegéből is kiderül, az emberi fül akkor hall visszhangot, ha

a hangforrás által kibocsátott hang és a visszaverődő hang észlelése között minimum 0,1 másodpercnyi idő telik el. A hang terjedési sebességének ismeretében meghatározható az a legkisebb távolság, melynél a kibocsátott hang és a visszhang külön hallható.

$$v_{\text{hang}} = 340 \text{ m/s} \quad t = 0,1 \text{ s}$$

$$s = v_{\text{hang}} \cdot t = 340 \text{ m/s} \cdot 0,1 \text{ s} = 34 \text{ m.}$$

Olyan termék esetén, amelyek mérete a fenti hosszúságot meghaladja, visszhang keletkezik, s ez a teremben érzékelhető hanghatásokat megváltoztatja, ez például egy színházteremben igen zavaró lehet. Ennek kiküszöbölésére hangszigetelő anyagokat, például puha anyagú függönyöket helyeznek el, melyek a visszhang keletkezését megakadályozzák.

### III. fejezet

**1.** A hatás-ellenhatás törvényét szeretnénk igazolni, de csak az alábbi eszközök állnak rendelkezésünkre: egy csomag csillagszóró, gyufa, hurkapálca és cérna. Hogyan lehetséges a bizonyítás, ha semmi más eszközt nem használhatunk?

*Megoldás:*

A hatás-ellenhatás törvényét egy, a hagyományos Segner-kerék mintájára elkészített kis modellel is igazolhatjuk.

Erősítsünk fel a hurkapálca két végére egy-egy csillagszórót oly módon, hogy az asztallapra fektetve „Z” alakzatot formázzanak. Egy 50–60 cm hosszú cérnaszál segítségével súlypontjában függesszük fel az eszközt úgy, hogy a csillagszórók vízszintes síkban álljanak. Ebben a helyzetben gyűjtsük meg a felfüggesztett csillagszórókat.

Amikor égnek, a csillagszórókról apró darabkák válnak le, s az eszköz a leválás irányával ellentétes irányba kezd el forogni. Ennek oka, hogy miközben az égéstermékek leesnek, ellentétes irányú erőhatást fejtenek ki a felfüggesztett testre, melynek következtében az a felfüggesztési pont körül elfordul.

**2.** Engedj el egy felfújt, de nem bekötözött száju léggömböt! Mi történik? Magyarázd meg a ta-

pasztaltakat! Keress kapcsolatot a körbe forgó kerti locsoló működése és az elengedett léggömb viselkedése között!

*Megoldás:*

A be nem kötözött száju léggömbből, ha elengedjük, a benn lévő levegő szabadon kiáramlik. Miközben a levegőrészecskék elhagyják a léggömböt, mozgásukkal ellentétes irányú erőhatást fejtenek ki annak falára. Ez az erőhatás okozza a lufi elmozdulását. Ha a kerti locsolót nem rögzítjük, a belőle kiáramló vízszög az áramlás irányával ellentétes irányba mozdítja el azt. Vagyis a vízcseppek hatásának ellenereje kényszeríti mozgásra a csövet.

**3.** Egy rugalmas vonalzó és néhány különböző pénzérme segítségével mutasd meg, hogy a nagyobb tömegű testek sebességét nehezebb megváltoztatni!

*Megoldás:*

Egy egyenes műanyag vonalzó könnyen meghajlítható. Ha az asztalon lévő különböző méretű testeket megpattintjuk a meghajlított vonalzóval, azok egy része különböző mértékben mozdul el, másik része mozdulatlan marad.

A műanyag vonalzó pattintásakor, miközben visszanyeri eredeti alakját, erőhatást fejt ki a vele érintkező testre. Megfigyelhető, hogy az azonos mértékben megfeszített vonalzó, bár egyenlő erőhatásokat fejt ki egy-egy pillanatig a különböző testekre, például pénzérmékre, azokon mégsem azonos mértékű elmozdulás jön létre. A nagyobb tömegű test ugyanakkora, s ugyanannyi ideig tartó erő hatására kisebb mozgásállapot/változást szenved. Ha két különböző tömegű testen ugyanolyan mértékű elmozdulást kívánunk létrehozni, azt különböző nagyságú illetve különböző ideig ható erőkkel érhetjük el. Pöckölős torpedó játékoknál ezek a megfigyelések jól hasznosíthatók.

**4.** Rakj egymásra 6–8 darab azonos nagyságú pénzérmét! Egy vonalzó segítségével óvatosan told meg a legalsó pénzdarabot! Mi történik? Is-

mételd meg a kísérletet úgy, hogy a vonalzó gyors mozgásával üsd meg a pénzoszlop legalsó darabját! Mi történik most? Mi a magyarázata a tapasztaltaknak?

*Magyarázat:*

A pénzoszlop legalsó érméjének kimozdítását végezhetjük gyors és lassú mozdulattal. Ha lassan próbáljuk kitolni az alsó érmét, a torony nagy valószínűséggel össze fog dőlni. Ha egy gyors és jól célzott mozdulattal ütjük ki az alsó pénzdarabot, a torony állva maradva „huppan” le az asztallapra. Ennek oka, hogy az alsó érme gyors mozgásállapot-változását a felső érme, nagy tehetetlenségük miatt, nem tudták követni, megtartották eredeti nyugalmi állapotukat. Trükkös bűvészek is, miközben a megterített asztal tányérjai és poharai alól egy határozott gyors mozdulattal kirántják a terítőt, ezt a fizikai törvényt hasznosítják.

**5.** Nézz utána a könyvtárban vagy az interneten, hogyan készítik fel az űrhajósokat a súlytalanság állapotára!

*Megoldás:*

Javasoljuk az internet [www.origo.hu](http://www.origo.hu) honlapon a Tudomány rovatban, a súlytalansági állapotról történő felkészülésnek utánanézni. Célra vezető lehet a [www.google.hu](http://www.google.hu) -n is keresgélni, kulcsszó: súlytalanság.

**6.** Tervezz olyan kísérletet, amellyel kimutatható, hogy a levegőnek is van súlya!

*Megoldás:*

Egy lehetséges kísérlet, melyhez az alábbi eszközökre van szükség: karos mérleg, mérőtest sorozat, merev falú túszelep labda és hozzá illő pumpa.

Fújjuk fel a labdát jó keményre, majd cellux segítségével, a ráerősített cérnahuroknál fogva akasszuk fel a mérleg egyik oldalára. A mérőtestek segítségével hozzuk a mérleget egyensúlyi állapotba. Ezt követően a mérőtesteket változatlanul hagyva vegyük le a labdát és a túszelep megnyomásával engedjük ki belőle valamennyi

nyi levegőt. A labdát a mérlegre visszaakasztva azt észleljük, hogy az egyensúlyi állapot megszűnt, a labda könnyebbnek mutatkozik. Vagyis azáltal, hogy kiengedtük belőle a levegő egy részét, csökkent a tömege.

– Ezt a kísérletet gyakran léggömbbel szokták bemutatni, ez azonban nem helyes. A léggömb rugalmas fala miatt ugyanis változik a gömb térfogata is, így változik a külső légrétegből származó, rá ható felhajtóerő, ami meghamisítja a mérési adatainkat.

**7.** Tegyel egy kisméretű üres, zárható papírdoboz (például mosóporos doboz) aljára néhány nagyobb méretű kavicsot, majd tölts rá lisztet vagy homokot! Zárd le a dobozt, és függőleges irányban néhányszor rázd meg! Nyisd ki a doboztetőt és figyelj meg a kavicsok elhelyezkedését! Keress magyarázatot a tapasztaltakra!

*Megoldás:*

Ha egy doboz aljára nagyobb kavicsdarabokat teszünk, majd rájuk apró szemcsés anyagot, például lisztet töltünk, akkor azt tapasztaljuk, hogy a doboz függőleges irányú rázogatózását követően a kavicsok a liszt tetejére kerülnek. A jelenség magyarázata a dobozban lévő testek tehetetlensége közötti lényeges különbségből adódik. A kisebb tömegű, ezért kisebb tehetetlenségű liszt szemek a rázogatózás hatására könnyebben elmozdulnak, mint a nagyobb tehetetlenségű kavicsok. A mozgás során a liszt szemek a kavicsok alá gördülnek és fokozatosan feljebb és feljebb emelik azokat.

**8.** Gondolj ki olyan fizikai kísérleteket, amelyekhez gördeszkára is szükség van! Tervezd meg és mutasd be a kitalált kísérletet!

*Megoldás:*

A legismertebb kísérlet, melyet gördeszkával szoktunk bemutatni, a hatás-ellenhatás törvényét igazolja. Szükség van két gördeszkára, melyeken egy-egy gyerek áll egymással szemben úgy, hogy előre kinyújtott kezük éppen csak összeér. Jelöljük meg a talajon a két gördeszka elülső végeinek helyét, majd szólítsuk fel az

egyik gyereket, hogy kezével lökje el magától a társát. Megfigyelhetjük, hogy mind a két górdeszka egymással ellentétes irányba elmozdul, nem csak az, akit meglöktek. A talajon lévő jelzések alapján megállapítható, hogy melyik deszka milyen mértékben mozdult el. Ha a gyerekek tömege lényegesen különböző, az elmozdulások is különböznek. Ugyanakkora és ugyanannyi ideig tartó erőhatásokra a nagyobb tömegű testen kisebb, a kisebb tömegűn nagyobb mozgásállapot/változás következik be.

#### IV. fejezet

**1.** Határozd meg, mekkora a talpaid alatt a nyomás!

*Megoldás:*

Szilárd testek esetében a nyomás meghatározásakor két mennyiség ismeretére van szükség. Ezek: a nyomóerő és a nyomott felület. Feladatunkban a nyomóerő a tanuló súlya ( $F_{\text{súly}}$ ), a nyomott felület ( $A$ ) pedig a talpfelületeinek a talajjal érintkező nagysága.

A tanuló súlya a tömegének a súlyára történő következtetéssel (például fürdőszobai mérleg segítségével) kiszámolható. A nyomott felület nagyságát talpainak négyzethálós papíron történő körberajzolásával határozhatjuk meg. E két mennyiség hányadosa fogja megadni a tanulóknak a talajra gyakorolt nyomását.

Tovább gondolható a kísérlet, ha például sítalpra áll ugyanaz a gyerek, s kiszámoljuk, hogy változatlan nyomóerő esetén hogyan változik a nyomás, ha a nyomott felület nőtt. Ennek fordítottja, például korcsolyaélre vonatkoztatva szintén érdekes és tanulságos.

**2.** Nézz utána, hogy a gyakorlati életben hol használnak nyomásmérőt!

*Megoldás:*

Nyomásmérőket a gyakorlatban sok helyen alkalmazunk, hogy az adott készüléket vagy berendezést a legcélszerűbben, legbiztonságosabban használjuk. Ilyenek például: kazánok kijel-

zői között található nyomásmérők, melyek a víz vagy a gőz nyomását jelzik, s a megengedett nyomásérték betartásával elkerülhető a kazánrobbanás. Autógumik keréknyomását például benzinkutaknál található nyomásmérővel ellenőrizzük, mert a gyárilag előírt keréknyomásnál a legkedvezőbb az autó üzemanyag-fogyasztása. Nyomásmérőkkel határozzuk meg a légnyomás értékét is, melyből az időjárás változására következtethetünk. Egészségünk megóvása érdekében vérnyomásmérőket használunk, melyek jelzik a szervezet egészségi állapotát. Ha szükséges, gyógyszeres kezeléssel, diétával igyekszünk az ideális vérnyomásértéket visszaállítani.

**3.** Keress megoldást annak kimutatására, hogy egy folyadékkal telt edény alján nagyobb a hidrosztatikai nyomás, mint a folyadék felszínének közelében!

*Megoldás:*

Legegyszerűbb esetben egy pille-palack oldalát különböző magasságokban lyukasszuk ki felforrósított szöggel. Töltsük meg a palackot vízzel (esetleg színesített folyadékkal, például céklalével). Megfigyelhetjük, hogy minél lejjebb van az edény oldalán a lyuk, annál nagyobb ívben spriccel ki a folyadék, igazolva, hogy nagyobb mélységben nagyobb a hidrosztatikai nyomás.

**4.** Keress megoldást annak eldöntésére, hogy a papírsebkendő, papírtörölköző, háztartási törölkendő, itatóspapír közül melyik a legfinomabb szerkezetű nedvszívó papír?

*Megoldás:*

Vágjunk le a különböző nedvszívó papírokból kb. 2 cm x 6 cm nagyságú csíkokat. Öntsünk egy pohárba folyadékot, ha lehet, málnaszörppel, kávéval vagy céklalével megszínezve. Mártsuk bele 1 cm mélységben az egyes papír-csíkok végét a folyadékba és figyeljük meg, melyikbe szívódik fel legmagasabbra a folyadék. (Egyetlen mozdulattal elvégezhető a folyadékba mártás, ha a papír-csíkokat például egy vonalzóra cellulux szalaggal egymás mellé felerősítjük.)

A jelenség oka a papír hajszálcsöves szerkezete. A kapilláris nyomás miatt a hajszálcsövekben a folyadékszint magasabban helyezkedik el, mint a környezetében. Minél vékonyabb a kapilláris, annál jobban érvényesül a szívóhatás. Tehát az a papír a legfinomabb szerkezetű, amelybe legmagasabbra szökik fel a folyadék.

**5.** Tegyé! egy kistányéron egymásra három kockacukrot! Önts a tányérba kevéske gyümölcslevet vagy egyéb színes folyadékot! Mi történik? Hogyan tudnád elérni, hogy a legfelső kockacukornál ne jöjjön létre ez a jelenség? Mit modellez ez a kísérlet?

*Megoldás:*

Ha egy tányérba kockacukrokból tornyocskát építünk, majd a tányér aljába 1–2 mm magasságban színes folyadékot öntünk, a folyadék a kockacukrokból lévő hajszálcsöveken át felkúszik. Nemcsak az a cukor lesz nedves, mely a folyadékban áll, hanem a magasabban lévők is. Ha viszont a legelső és a rajta álló kockacukor közé kis fóliadarabot vagy zsírpapír csíkot helyezünk, a nedvesség a fólia fölötti cukrokig nem jut el. Ezzel a kísérlettel modellezhetjük a házak falának szigetelését. Mivel a téglákban is vannak hajszálcsövek, a nedvesedés megakadályozása érdekében szigetelőanyagot (gyakran kátránypapírt vagy egyéb víztaszító vegyi anyagot) helyeznek alapozáskor a legelső téglasorok közé.

**6.** Önts forró vizet egy műanyag palackba, majd rázogasd meg a palackot, hogy átmelegedjen! Ezután öntsd ki a vizet és csavard vissza a palack kupakját! Figyeld meg, mi történik! Keres magyarázatot a jelenségre!

*Megoldás:*

A forró víztől a műanyag palack felmelegszik. Amikor a vizet kiöntjük és a kupakját visszacsavarjuk, a benne lévő levegő is átmelegszik. A palack a hőtágulás és nyomásnövekedés következtében megfeszül, oldala kidomborodik. Egy bizonyos idő után a flakon lehűl, s a benne

lévő levegőnek is csökken a hőmérséklete, valamint a nyomása. A hűlés következtében a levegőrészecskék mozgása mérséklődik, ezért a zárt térben csökken a nyomás, s a külső légnyomás behorpasztja a palack oldalát.

**7.** Keres az interneten olyan információkat, melyek a légnyomás változására vonatkoznak! Nézz utána, milyen következményei lesznek ezeknek az időjárásban! Végezz te is megfigyeléseket a légnyomás változásával kapcsolatban!

*Megoldás:*

A légnyomás ingadozása nagymértékben befolyásolja az időjárást, ezáltal életünket, közérzetünket. A legintenzívebb légnyomásváltozások a trópusi vidékeken tapasztalhatók, a sarkvidéki területeken pedig ezek értéke közel nulla. Hazánkban a legmagasabb légnyomásértéket, 1055,9 hPa-t Budapesten mérték 1907. január 24-én, a legalacsonyabb értéket, 968,6 hPa-t pedig Nagykanizsán 1976. december 2-án jegyezték fel. A légnyomás változásával kapcsolatban sok érdekes adat olvasható például a <http://hu.wikipedia.org/wiki/meteorologia> honlapon, vagy az Országos Meteorológiai Szolgálat [www.met.hu/omsz.php](http://www.met.hu/omsz.php) címén a megfigyelések, mérések, repülésmeteorológia rovatokban.

**8.** Néhány napra szeretnél elutazni. Keres megoldást a cserepes virágaid vízellátására pár méter, laza fonású fonal felhasználásával!

*Megoldás:*

Ha egy edényt megtöltünk vízzel, majd egy laza szerkezetű fonalat lógatunk a vízbe úgy, hogy a fonal másik vége az edény oldalán átvette a szabadban legyen, rövid idő elteltével a fonalból csöpögni fog a víz. Szivornyaként működik. A fonalban lévő hajszálcsövekben ugyanis, a kapilláris nyomás következtében felszívódik a folyadék. Alkalmasan elhelyezve az edényt a cserepes virág mellett, folyamatosan csepeghet rá az öntöző víz.

**9.** Szúrj egy rövid gyertya aljára egy fémnehezéket (például egy nagyobb csavart)! Úsztasd a gyertyát vízen és gyújtsd meg! Jósold meg, mi történik a lánggal, ha a vízszint magasságában lesz! Végezd el a kísérletet és adj magyarázatot a tapasztaltakra!

*Megoldás:*

Ha egy 2–3 cm magas gyertya vagy teamécses aljába nehezéket szúrunk, majd vízre helyezzük, álló helyzetben úszni fog a vízen. Gyújtjuk meg a gyertyát és figyeljük meg, meddig marad égve a láng. Miközben a gyertya ég, megolvad a viasz és kis peremmé dermed a gyertya körül a vízfelszínen. Az így képződött kis „csónak-alakzat” megakadályozza, hogy a láng a vízzel érintkezzen. A kanóc már a víz szintje alatt lesz, de mivel nem érintkezik a vízzel, folyamatosan égve marad a láng.

**10.** Mutasd be a merülés, az úszás és a lebegés jelenségét, ha rendelkezésedre áll egy tojás, só és egy nagyobb edényben víz. Mire használják a háziasszonyok ezt a megfigyelést?

*Megoldás:*

Töltsünk egy nagyobb edénybe csapvizet, majd helyezzünk bele egy nyers tojást. Azt tapasztaljuk, hogy a tojás lemerül az edény aljára. Kanalazzunk sót a vízbe, majd lassú kavargatással oldjuk fel, s közben figyeljük a tojás viselkedését. Miközben az oldat egyre töményebb lesz, a tojás kezd felemelkedni benne. Először lebegni, majd úszni fog. A folyamat kezdetén a tojás sűrűsége nagyobb volt a tiszta víz sűrűségénél, ezért merült el. A sózással egyre nagyobb lett az oldat sűrűsége, ezért a nagyobb sűrűségű folyadékban egyre nagyobb felhajtóerő hat a tojásra, így azfelemelkedik.

Hétköznapi tapasztalat, hogy a tojás sűrűsége az idő múlásával csökken, hiszen benne gázok keletkeznek, és ezáltal változik az átlagsűrűsége. Ha meg akarunk győződni arról, hogy a felhasználható tojás záp-e, célszerű vízbe helyezni. Amennyiben feljön a víz tetejére, bizonyára már nem friss, tehát célszerű kicserélni.

**11.** Helyezz néhány szem mazsolát szódavízbe! Figyeld meg, mi történik pár perc elteltével! Keresz magyarázatot a jelenségre!

*Megoldás:*

Töltsünk egy pohárba szénsavas vizet, majd ejtsünk a vízbe néhány szem mazsolát vagy szőlőszemet. Mivel ezeknek a sűrűsége nagyobb a víz sűrűségénél, lemerülnek a pohár aljára. Néhány perc elteltével megfigyelhető, hogy a szőlő- (vagy mazsola-) szemekre gázbuborékok rakodnak ki, s mint apró gyöngyöcskék, körbeolelik azokat. A szőlőszemek ekkor felemelkednek a víz felszínére, majd néhány pillanat múlva ismét elmerülnek. A szőlőszemek „táncának” az az oka, hogy a gázbuborékok kiválásával, majd leválásával folyamatosan változik az átlagsűrűségük, aminek következtében változik a folyadékban elfoglalt helyük.

**12.** Nézz utána könyvtárban vagy interneten, hogy mi a keszonbetegség! Hogyan lehet védekezni ellene?

*Megoldás:*

Keszonbetegség akkor következik be, ha az ember nagyobb nyomású térből hirtelen kisebb nyomású helyre kerül. Leggyakrabban metróépítkezésen, illetve mélytengeri búvárokodásnál fordul elő. De előfordulhat, ha a nagy magasságban szálló repülőgépek vagy űrhajók burkolata megsérül, a gépekben lévő magasabb légnyomás és a külső alacsonyabb nyomás hirtelen kiegyenlítődik, s keszonbetegséget vált ki.

E betegség oka, hogy nagyobb nyomáson megnő a belelegzett gázok oldékonysága a vérplazmában és a szövetekben, ezért azok nagymennyiségű nitrogént, oxigént és szén-dioxidot fognak tartalmazni. Ha az ember ezután hirtelen kisebb nyomású helyre kerül, a gázok oldékonysága lecsökken, s buborékok formájában kiválnak. A gázbuborékok a hajszálcsövekbe kerülve a környező sejtek oxigénhiányát okozzák, elsősorban az agyban, a tüdőben, de a bőrben és az ízületekben is. Tünetei: szédülés, eszméletvesztés, mely súlyos esetben halálhoz vezet.

A bűvárok esetén úgynevezett „kizsilipeléssel” védekeznek a kesztonbetegség kialakulása ellen. Ez azt jelenti, hogy fokozatos nyomáscsökkentés után engedik csak őket a normál légnyomású térbe.

Megjegyzendő, hogy kesztonbetegség alakulhat ki helytelenül beadott – nem légtelenített – vénás injekciónál, baleset vagy műtét kapcsán, ha a nagy erek sérülnek, illetve erőltetett köhögéskor is.

Ajánlott honlapok: [www.sulinet.hu/tart/f.cikk](http://www.sulinet.hu/tart/f.cikk), [www.hazipatika.com](http://www.hazipatika.com)

## V. fejezet

**1.** Beszéljétek meg, milyen szempontokat lehet figyelembe venni, ha csökkenteni akarjuk elektromos fogyasztásunk költségeit? Milyen élettartamú egy izzólámpa és egy energiatakarékos fénycső? Melyik mennyibe kerül? Milyen fényforrások vannak még, melyiknek mi az előnye, mi a hátránya, melyik közülük az igazán környezetbarát, költségkímélő?

*Megoldás:*

A háztartásokban nagyon egyszerű odafigyelésekkel jelentős elektromos energia-megtakarítás érhető el. A sokféle lehetőség közül néhány:

- Energiatakarékos villanyégők használata ötször kevesebb energiafelhasználást eredményez, mint a hagyományos izzók működtetése.
- Egy energiatakarékos villanyégő élettartama: 15000 óra, míg a hagyományos izzók átlagosan 1000 óráig működőképesek.
- A televízió készülékeket, monitorokat használaton kívül kikapcsolt állapotban, ne készenléti állapotban tartjuk!
- A mobiltelefon-töltőket használat után ki kell húzni a konnektorból, mert akkor is fogyaszt elektromos energiát, ha nincs a készülék rákapcsolva.
- Ha kádfürdőzés helyett zuhanyozunk, mert ekkor negyedannyi vizet kell a villanybojlernek felmelegítenie.

– A mosóvíz hőfokának mérséklése is jelentős energia-megtakarítással jár.

– Elektromos berendezések vásárlásakor részesítsük előnyben az A++ jelzésű energiatakarékos eszközöket.

A fenti témában sok érdekesség olvasható az alábbi honlapokon:

- [www.zoldtech.hu](http://www.zoldtech.hu)
- <http://ugyfelkapu.elmu.hu>
- [www.fotexnet.hu](http://www.fotexnet.hu)
- [www.vistar.hu](http://www.vistar.hu)

**2.** Keressetek olyan képeket, melyek különböző energiaátalakítási folyamatokat szemléltetnek! Készítsetek tablót a képekből úgy, hogy megnevezitek az ábrázolt energiaátalakulásokat!

*Megoldás:*

Energiaátalakításról sokféle képi információ begyűjthető például az alábbi honlapról:

<http://images.google.hu>

**3.** Készítsetek riportokat ismerőseitek körében energiafogyasztási szokásaikról! Érdeklődjétek meg, hogy havonta milyen mennyiségű gázt, illetve elektromos energiát fogyasztanak! Számítsátok ki családoként az egy főre eső energiafogyasztásukat! Végezzetek összehasonlítást a különböző családok adatai között! Mi lehet az oka az eltérő energiafogyasztásoknak? Keressetek megoldást, hogyan lehetne gazdaságosabb energiafelhasználásra serkenteni őket!

*Megoldás:*

A riportok készítéséhez ötleteket adhat az alábbi honlap: <http://ugyfelkapu.elmu.hu>

**2.** Végezz megfigyelést, hogy a téli fűtési szezonban hol „szökik meg” a legtöbb meleg otthonotokból! Keresd a megoldást, hogyan lehetne háztartásokban a felesleges energiafogyasztást csökkenteni!

*Megoldás:*

A felesleges energiafogyasztásról és annak kiküszöböléséről kaphatunk információkat például az alábbi honlapokon:



- [www.energiatakarakossag.com](http://www.energiatakarakossag.com)
- [www.greencapital.hu/dokumentumok](http://www.greencapital.hu/dokumentumok)

**3.** Keressetek olyan újságcikkeket, melyek víz- és légszennyezésről, kőolaj katasztrófáról szólnak! Vitassátok meg az írások tartalmát!

*Megoldás:*

Szakkikkek olvashatók például az alábbi honlapokon:

- [www.lizimeter.hu/index](http://www.lizimeter.hu/index)
- [www.sulihalo.hu](http://www.sulihalo.hu)
- [www.mtvsz.hu](http://www.mtvsz.hu)
- [www.Origo.hu](http://www.Origo.hu)

**4.** Keresd meg az internet segítségével, hogy mit jelentenek az alábbi kifejezések, és beszélj meg társaiddal a kutatás eredményét!

- a) szélturbina,
- b) napkollektor,
- c) hőszivattyú,
- d) biomassa,
- e) geotermikus energia.

*Megoldás:*

**Szélturbina:** szélenergia hasznosítására alkalmas berendezések neve, melyek háromfázisú váltakozó áram előállítására alkalmasak. Nagy előnyük, hogy nem környezetszennyezők, rendkívül megbízható a működésük és csekély karbantartást igényelnek. Optimális alkalmazási területük a háztartásokban a meleg víz előállítása, valamint a fűtésrészegítés, illetve akkumulátorok feltöltésére is alkalmasak.

**Napkollektor:** olyan eszköz, mely a nap sugárzását közvetlenül hasznosítható hőenergiává alakítja. Általuk kiválóan lehet meleg vizet előállítani, medencéket és épületeket fűteni. Működési elve egyszerű: a napsugárzás hatására a napkollektor üvegborítása alatt elhelyezett energiaelnyelő felmelegszik, s a vele kölcsönhatásban lévő, hátsó felületére hegesztett csőkégyóban levő folyadékot felmelegíti. A szolár vezetéken keresztül egy hőtárolóban leadja a hőenergiát. Ez az

egyik legtisztább, ezért legígéretesebb alternatív energia-átalakító berendezés.

**Hőszivattyú:** A környezet energiájának hasznosítására szolgáló berendezés, mellyel lehetséges fűteni, hűteni, meleg vizet előállítani. Leggyakrabban a Föld, a levegő, a víz által tárolt napenergiát hasznosítja. A geotermikus hőszivattyú például a talaj, a talajvíz és a lakóház belső terei között szállít hőt. A talaj mélyebb rétegei télen melegebbek, nyáron hidegebbek, mint a levegő hőmérséklete. A szállítási irányon változtatva télen a talajtól hőt von el, azaz fűt, nyáron a talajt melegítve hűt. A hő szállításához elektromos energiát használ fel, egy egységnyi elektromos energiával három-öt egységnyi hőenergia állítható elő.

**Biomassa:** energetikailag hasznosítható növények, termékek, melléktermékek, növényi és állati hulladékok közös neve. A tüzelhető biomasszák alacsony nedvességtartalmúak s ennek megfelelően magas fűtőértékűek. Legjellemzőbb fajtái: tűzifa, erdei és fűrészüzemi hulladék, szalma, energiafű, illetve az ezekből előállított termékek. Megkülönböztetünk ún. elgázosítható biomasszát, ezek jellemzően nagyobb nedvességtartalmú növényi és állati hulladékok. Ilyenek a cukortartalmú növények, zöld növényi hulladékok, állati szennyvíziszap, trágya. Népszerű lett rövid idő alatt a gépjármű-üzemanyagként hasznosítható biomassa. A benzin helyettesítésére magas cukor-, keményítő-, cellulóztartalmú növények hasznosíthatók (pl. kukorica, burgonya, búza, szalma, nád, energiafű). Biodízel olajtartalmú növények (pl. repce, olíva, napraforgó) vegyszeres kezelése útján nyernek.

**Geotermikus energia:** A Föld kőzetlemezeinek természetes mozgásából származó energia. A Föld belsejében lefelé haladva kilométerenként átlag 30 °C-kal emelkedik a hőmérséklet, melynek hatására keletkeznek a termálvíz-rétegek. Ennek az energiafajtának a kitermelése viszonylag olcsó, a levegőt nem szennyezi. Alkalmazzák lakások, lakótelepek fűtésére, a mezőgazdaság-

ban az üvegházak fűtésére, valamint elektromos-energia-termelésre.

**7.** Vizsgáld meg különböző élelmiszerek csomagolásán szereplő adatokat! (Például vajás doboz, sajtok, konzervek, édességek, kekszek stb.) Válaszd ki ezek közül azokat az adatokat, melyek az egyes élelmiszerek energiatartalmára vonatkoznak! Mit jelentenek a táplálkozás szempontjából ezek az adatok? Végezz összehasonlításokat az egészséges táplálkozásod érdekében!

*Megoldás:*

Különböző tejtermékek energiatartalma:

Joghurt: 100g/337 kJ

Margarin: 100g/2200 kJ

Tej: 100ml/202 kJ

Tejszín: 100ml/1220kJ

**8.** Készíts képrejtvényt az alábbi fizikai fogalmakhoz! Melyiket látod a tankönyvi ábrán?

- hatásfok,
- egyszerű gép,
- erőhatás,
- ellenerő,
- emelő,
- kölcsönhatás.

*Megoldás:*

Érdemes a mókás feladatot úgy megközelíteni, hogy az adott fogalmat jelölő szavakat szótagokra bontjuk, és az egyes szótagok tartalmát rajzos formában kifejezve helyezzük el az adott szónak megfelelően.

**9.** Figyelj meg jól egy kerékpárt! Milyen egyszerű gépek alkalmazását ismered fel rajta? Indokold meg, hogy az adott helyen miért érdemes pont azt az egyszerű géptípust alkalmazni!

*Megoldás:*

A kerékpárféket egy, a kormányra szerelt kétoldalú emelővel működtetjük. Amikor az erőkarra erőhatást fejtünk ki, az emelő másik oldalán egy, az erőkarnál lényegesen rövidebb teherkaron jelentkezik a két kar hosszának arányában megnövelt tehererő, mely egy bovdent

működtet. Ez továbbítja a hatást a kerekeknél lévő fékpofákhoz, amelyek ilyenkor a kerekekhez szorulva a súrlódás hatására lefékezik azt.

A kerékpár pedálja egy hengerhez illeszkedve hengerkerék-rendszert alkot. A pedál nyele lényegesen hosszabb, mint a henger sugara. Ezáltal biztosítható, hogy kis erőhatással nagyobb erőátvitel jöhessen létre.

A pedálhoz csatlakozó fogaskerékre illeszkedik a kerékpárlánc, amely a forgómozgás átvitelére hivatott. A lánc köti össze a pedállal hajtott fogaskereket a kerékagyhoz erősített hengerrel. A fogaskerék és a henger sugarainak arányából következik az erőátvitel aránya. Modern kerékpároknál menet közben a váltó állításával több méretű hengerek között választhatunk, megszabva a terepviszonyoknak leginkább megfelelő arányszámot.

Számos helyen ékekkel biztosítják az egymáshoz csatlakoztatott kerékpáralkatrészek illeszkedésének feszeségét.

**10.** Legalább három egyszerű gép alkalmazásával tervezz olyan berendezést, melynek segítségével egy 100 kg-os zsákot 200 N nagyságú erővel egyensúlyban tudnánk tartani!

*Megoldás:*

A 100 kg tömegű zsák súlya 1000 N. A feladat szerint ennek a súlyerőnek az ötödrészevel megegyező nagyságú erővel kell biztosítani az egyensúlyt. Tehát olyan egyszerű gép áttételt kell megválasztanunk, amelynél a karok hosszának aránya ennek az aránynak felel meg. Több egyszerű gép összekapcsolása esetén a végső összeállításra kell, hogy az 1:5 arány fennálljon.

**11.** Nézz utána, hogy a piramisok építései milyen egyszerű gépeket alkalmaztak az építők! Ismertesd ezek alkalmazásának feltételezett módját! Indokold meg, mennyiben könnyítették meg ezek az emberek munkáját!

*Megoldás:*

Mai építkezéseken is fellelhetők még azok az ősi eszközhasználati módok, melyeket az egyko-

ri piramisépítők is alkalmazhattak. Például a feszítő botok, melyek egyoldalú emelőként alkalmazva hatalmas súlyú testek megemelését tették lehetővé. Ilyenkor a test elmozdulásának iránya és az emelőerő iránya megegyezik. Ha az emelőbotot a végpontjától különböző valamely pontján alátámasztják, kétoldalú emelőként működtethető. Ilyenkor a test elmozdulásának iránya és az emelőerő iránya ellentétes. Ebben a helyzetben az emelés könnyebb, hiszen az emelő ember saját súlyerejével is hozzájárulhat az emeléshez. A szakemberek feltételezései szerint a piramisoknál a hatalmas kőtömböket vályogból készített lejtőkön (rám pákon) juttatták a kívánt helyre, melyeket az építkezés befejeztével lebontottak. A kőtömbök könnyebb mozgatása végett a rámpákat vízzel locsolták, vagy a kövek alá fagörgőket illesztettek. A kereket és a csigát a piramisépítések idején még nem ismerték.

## VI. fejezet

**1.** Üres műanyag flakon tetejére húzz egy léggömböt, majd a flakont állítsd meleg vízbe! Figyeld meg, mi történik a léggömbbel! Magyarázd meg a jelenséget!

*Megoldás:*

Ha egy műanyag flakon nyílására léggömböt húzunk, a benne lévő levegő távozását megakadályozhatjuk. A bezárt levegőrészecskék a szobahőmérsékletnek megfelelő mozgásállapotban vannak. Amikor a palackot forró vízbe állítjuk, növeljük a benne lévő levegő belső energiáját, mert a gázrészecskék mozgása fokozódik. Gyakrabban fognak ütközni egymáshoz és a tartóedény falához, vagyis megnő a palackban a nyomás. Ennek hatására a lufi feszített állapotba kerül, majd lassan tágulni kezd.

**2.** Tegyel egy pohár csapvízbe 3–4 darab jégkockát! Hogyan változik meg a vízszint magassága, miután a jég megolvad benne? Magyarázd meg a tapasztaltakat! Mit tapasztalsz akkor, ha egy vasdarabka is belefagyott a vízbe?

*Megoldás:*

A jégkockák a vízben egyensúlyi állapotban vannak, hiszen a rájuk ható gravitációs erő és felhajtóerő egyenlő nagyságú és ellentétes irányú. A jégkockák elolvadásakor éppen annyi víz keletkezik, mint amennyit jégkockaként kiszorítottak. Vagyis elolvadásukat követően az edényben a vízszint magassága nem változik. Ha egy jégkockába egy kisebb vasdarabot is belefagyasztottunk, vízre helyezve mélyebbre fog merülni, hiszen megnöveltük a kocka átlagsűrűségét. Ekkor több vizet fog kiszorítani. A most kialakult külső vízszint a jég elolvadása után ismét változatlan marad, mert a vasdarab térfogata és a megolvadt jégből keletkezett víz térfogata együttesen ugyanakkora, mint a kocka úszásakor kiszorított víz térfogata volt.

**3.** Tervezz és készíts hőlégballont egyszerű eszközökkel, s magyarázd meg a működését!

*Megoldás:*

A kísérlet elvégzéséhez szükséges eszközök: 3 db Bunzen-állvány (vagy 3db gyurmagolyóba szúrt, függőlegesre állított pálca), vékony fóliazsák (pl. egy szemetes zsák), 2–3 db teamécse, gyufa.

Állítsuk fel kellő távolságra egymástól a három botot háromszög alakzatba és húzzuk fel rájuk a fóliazacskót úgy, hogy az kifeszüljön. Helyezzük a zacskó alá az asztalra a teamécseket és gyújtjuk meg azokat, majd várjunk néhány percig. Rövid idő elteltével a zacskó felemelkedik a magasba.

A hőlégballont modellező kísérlet lényege, hogy a ballon alatt lévő levegőt a mécsesek felmelegítik, ekkor a levegő kitégűl, sűrűsége csökken, ezért felemelkedik s magával viszi a ballont is.

**4.** Keres megoldást arra, hogyan lehetne a napsugárzást épületek fűtésére felhasználni!

*Megoldás:*

A napkollektor (lsd. az V./6-os feladatnál leírtakat.) olyan berendezés, melynek segítségével a napenergiát házak fűtésére tudjuk használni.

**5.** Nézz utána, hogyan érhető el, hogy a felhők-ből biztosan hulljon eső!

*Megoldás:*

Ahhoz, hogy csapadék alakuljon ki, kondenzációs magvakra van szükség. Az emberek már régen megfigyelték, hogy a csaták térségében megnövekszik az esőképződés lehetősége. Ennek oka abban keresendő, hogy a csaták folyamán nagy mennyiségű füst és por került a levegőbe, amely természetes kondenzációs magvakat képzett a terület felett. Ebből levonták azt a következtetést, hogy a legegyszerűbb csapadékbefolyásolási módszer a felhő magvasítása. Ma már repülőről apró szemcsésű szennyezőanyagot – általában ezüstjodidot – szórnak a felhőkbe, ez tömeges vízpára kicsapódást idéz elő, s esőcseppek kialakulásához vezet. Az esőcseppek kialakulása a kezdeti magot tízszeresére növeli. Ezek a cseppek már elég nagyok ahhoz, hogy a gravitáció hatására lehulljanak.

**6.** Nézz utána, mi az üvegházhatás, és mi az oka! Milyen megoldásokkal próbálkoznak a kutatók, hogy visszaszorítsák az üvegházhatás miatti felmelegedést?

*Megoldás:*

Az üvegházhatás a légkör hőmegtartó tulajdonsága, ami számos dologtól függ. Többek között függ a légkör sűrűségétől, az üvegházhatású gázok légköri koncentrációjától, a Nap sugárzásától. A napsugárzás behatol a Föld légkörébe, majd a felszínről visszaverődik. De a visszasugárzott energia egy része nem jut ki a légkörből, mert az üvegház hatású gázok megakadályozzák.

Jelenleg a légkörben a szén-dioxid-koncentráció és a metán mennyiségének megnövekedése a legfőbb oka, hogy a légkör felmelegszik. A szén-dioxid mennyiségének megnövekedését a fosszilis energiahordozók fokozott fogyasztása

okoza. A légkörbe kerülő metán egyharmada származik természetes forrásból (mocsarakból, erdőtüzekből, szénbányákból, óceánok mélyéről), kétharmada pedig emberi tevékenység eredménye (freongáz alkalmazása, talajégetések, komposztáló telepek).

Amennyiben az üvegházhatású gázok kibocsátása a jelenlegi ütemben folytatódik, 2030-ra a Föld átlaghőmérséklete 6 °C-kal növekszik meg. Ez a hőmérsékletnövekedés eredményezi a jégtömegek megolvadását, a világtengerek vízszintjének emelkedését. Újabb mocsaras területek alakulnak ki, melyekből jelentősebb metánmennyiség kerül a légterbe, tovább fokozva az üvegházhatást. Komolyan meg kell fontolnunk az energiafelhasználásaink megválasztását (előtérbe kell kerüljenek a megújuló energiaforrások), illetve a károsító tevékenységek és beruházások alkalmazását (komposztáló telepek, tarlóégetés, erdőirtás stb.).

**7.** Figyeld meg és vedd számba a környezetben alkalmazott különböző fűtési módokat! Hasonlítsd össze ezeket a környezetre kifejtett hatásuk alapján!

*Megoldás:*

Nevezék meg a tanulók, hogy otthonukban milyen fűtési módokat alkalmaznak, beszéljék meg ezeknek a környezetre gyakorolt lehetséges káros hatásait. Tegyenek javaslatot a takarékosabb energiafelhasználásra, hőszigetelésre.

**8.** Milyen népi megfigyeléseket ismersz az időjárásra vonatkozóan? Ismereteid alapján próbáld meg magyarázatot adni rájuk!

*Megoldás:*

„Ha vörös a naplemente, tiszta idő közeleg.” Amikor a nyugati égbolt különösen tiszta, gyakran figyelhetünk meg vörös naplementét. Ilyenkor a Nap sugarai egyre hosszabban haladnak az alsó légrétegekben, mely sok szennyező anyagot tartalmaz. Ezekben a szennyező részecskéken a rövidebb hullámhosszú fénysugarak szóródnak (ez a kék tartomány), csupán a hosszabb hullámhosszú fénysugarak (vörös) képe-

sek áthatolni rajta. A magasabb légnyomásnál a leszálló légáramlatok dominálnak, melyek a légköri szennyező anyagokat földközelsben tartják, ezáltal lesz vörösebb a naplemente. Mivel a magasabb légnyomás jó időt hoz, a vörös naplemente jelzi, hogy tiszta idő közeleg.

„Ha a csillagok fénye vibrál, eső várható.” Ennek a megfigyelésnek a fizikai alapja, hogy ha befelhősödik az ég, a vonuló felhők mögül a csillagok hozzánk érkező fénye változó erősségű. A növekvő felhőzet az eső valószínűségét növeli.

„Ha a felhők magasabban szállnak, az emberek jobb időt várnak.” Ennek a megfigyelésnek az alapja, hogy a szárazabb légrétegek magasabban szállnak, légnyomáscsökkenést jeleznek, ami száraz időt jelent.

„Ha a füst leszáll, a jó idő elszáll.” Megfigyelhető, hogy a kéményekből vagy tábornyűzekből felszálló füst vihar előtti időben hirtelen felemelkedik, majd gyors irányváltatással leszáll. A vihar előtti függőleges légáramlás a füstöt hirtelen felemeli, majd a vihar kezdetén gyorsan, spirál alakban lefelé mozgatja.

„Ha a macska hosszasan nyalogatja magát, jó idő várható.” Ennek a megfigyelésnek az alapja, hogy száraz időben csökken a levegő relatív páratartalma. Ez a tény kedvez annak, hogy a macska szőréről döngölődés, simogatás hatására az elektronok leváljanak és bundája így tartósan pozitív elektromos állapotba kerül. Amikor a macska nyalogatja magát, a nedveség révén szőre vezetővé válik, s az elektromos állapot megszűnik. Nedves időben ez az elektrosztatikai kiegyenlítődes nyalogatás nélkül is végbemegy. Sok macska azért nem is engedi, hogy alacsony páratartalmú időben simogassák, mert elegendő elektromos töltés felhalmozódásakor szikrák keletkeznek, ami ingerli őket.

További érdekes megfigyelésekről olvashatunk az alábbi címen: <http://www.atmosphere.mpg.de>

**9.** Keresd megoldást arra, hogyan lehetne a jég olvadáshőjét meghatározni!

*Megoldás:*

Szükséges eszközök és anyagok: darált jég, főzőpohár, vasháromláb azbeszthálóval, keverőpálca, hőforrás (pl. borszeszegő), gyufa, hőmérő, stopperóra.

A kísérlet lényege, hogy ugyanolyan körülmények között végezzük a jég olvasztását, mint a belőle keletkezett víz melegítését.

Törjünk apróra jégkockákat és tegyük bele a jégdarabokat egy főzőpohárba. Helyezzük hőforrás közelébe a poharat és a melegítés megkezdésekor indítsuk el a stopperórát. Figyeljük a jég változását. Amikor a teljes jégmennyiség megolvadt, olvassuk le az óráról az eltelt időt ( $t$ ). Változatlan körülmények között még egyszer ugyanennyi ideig melegítsük tovább a vizet, majd a melegítés befejezésekor mérjük meg a víz hőmérsékletét ( $T$ ). (A mérés folyamán a folytonos kevergetés fontos!) Feltételezve, hogy a melegítés ugyanolyan mértékű volt mindkét „ $t$ ” időintervallum alatt, a jég olvadáshője a következő összefüggésből számítható ki:

$$m \cdot L_0 = m \cdot c_v \cdot T$$

**10.** Egy tálba önts két pohárnyi vizet, s keverj bele 3 teáskanányi sót! Helyezz egy kisebb csészét a tál közepére, majd fedd le a tálat egy műanyag fóliával! Rögzítsd a fólia szélét az edény peremén, és helyezz a közepére egy kisebb kavicsot úgy, hogy az lehúzza a fóliát a csésze fölé! Állítsd a tálat néhány órára meleg helyre, majd vedd le a fóliát és figyeld meg a változást! (A csészébe került víz sótartalmát kószolással vizsgálj meg.) Adj magyarázatot a tapasztaltakra! Milyen felhasználási lehetőségei vannak az itt lejátszódott folyamatnak?

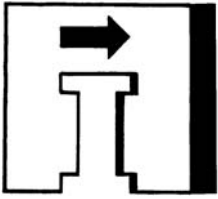
*Megoldás:*

A kísérlethez szükséges eszközök: 1 db tál, 1 db kisebb csésze, só, víz, műanyag fólia, kisebb kavics, vékony kötöző fonál.

Készítsük el a feladatban részletesen leírt összeállítást, majd végezzük el a megfigyeléseket!

Megállapítható, hogy a csészében összegyűlt víz sótlan.

Ezzel a módszerrel lehet kivonni a sós vízből a sót, ezáltal fogyaszthatóvá tehető.



# IMPULZUS

Dr. Gíngl Zoltán – Kopasz Katalin – Tóth Károly

## Kutatás alapú tanulás számítógéppel segített mérések alkalmazásával

A fizikatanítás megújulásnak egyik lehetősége lehet a kutatás alapú tanulás (IBL) alkalmazása. Ez jelenthet olyan tanítási technikát, amely megengedi a tanulóknak, hogy maguk fedezzék fel a tudományos fogalmakat [1]. A magyar természettudományos oktatástól nem idegen a felfedezettő tanítás; a tanulókísérleti órák régebben is lehetővé tették, hogy a diákok önállóan ismerjenek meg összefüggéseket, törvényszerűségeket.

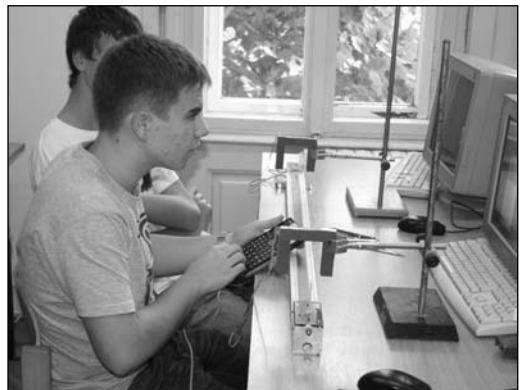
A kutatás alapú tanítás megvalósításának egyik módja lehet az, ha számítógéppel segített méréseket végeznek a tanulók, és gyakorlataik során maguk fedezik fel az új fogalmakat, összefüggéseket. A következőkben a Szegedi Tudományegyetem Ságvári Endre Gyakorlógimnáziumában tartott mérés technika szakkör tanulságaiból szemezgetünk. Az egyetemmel meglévő szoros szakmai kapcsolat és a kutatóiskolai pályázaton elnyert támogatási összeg lehetővé tette számunkra, hogy a Zaj- és Nemlinearitás Kutatócsoport által kifejlesztett adatgyűjtő és digitalizáló eszközt (Edaq530) [2], valamint szabadon letölthető mérőprogramot [3] ([www.inf.u-szeged.hu/noise/edudev](http://www.inf.u-szeged.hu/noise/edudev)) használva tudjanak kísérletezni a diákok.

Első lépésként megismertkedtek a virtuális mérés technikával [4], melynek segítségével valódi méréseik eredményeit egyidejűleg számítógépen is meg tudják jeleníteni, illetve eredményeiket digitális formában tudják tárolni.

A mérés és jelfeldolgozás jellegzetes menete lehetővé teszi, hogy a megtanítandó ismereteket a diákok saját maguk fedezzék fel. A mérés és az adatok feldolgozása során az egyetemi kutatócsoport által készített mérőprogramon túl táblázatkezelő és grafikonkészítő programot is használtak a diákok, ezáltal fejlődtek informatikai alkalmazási készségeik is.

### Ütközések vizsgálata

Saját fejlesztésű fotókapuk segítségével vizsgáltuk alumínium pályán mozgó kiskocsik mozgását. Kilencedikes tanulóink még nem ismerték a lendület fogalmát, amikor elkezdték a méréseket. Figyelték az ütközés előtti és az ütkö-



1. ábra  
Tanulók mérés közben

	1. kocsi					2. kocsi					$\Sigma\Delta$ [**]
	$m$ [*]	$v_e$ $\left[\frac{m}{s}\right]$	$v_u$ $\left[\frac{m}{s}\right]$	$\Delta v$ $\left[\frac{m}{s}\right]$	$\Delta I$ [**]	$m$ [*]	$v_e$ $\left[\frac{m}{s}\right]$	$v_u$ $\left[\frac{m}{s}\right]$	$\Delta v$ $\left[\frac{m}{s}\right]$	$\Delta I$ [**]	
<b>rugalmas</b>	1	0	0,567	0,567	0,567	1	0,633	0	-0,633	-0,633	-0,066
	1	0	0,829	0,829	0,829	1	0,769	0	-0,769	-0,769	0,06
	1	0	0,848	0,848	0,848	1	0,783	0	-0,783	-0,783	0,065

1. táblázat

*Marton Meliton mérése – azonos tömegű kiskocsik ütközésének vizsgálata. Az első kiskocsi áll, amikor nekiütközik a második kiskocsi. Az utolsó oszlopban a lendületváltozások összege látható. (\*, \*\*: A kiskocsik tömegét egységnyinek vettük, így a tömeg önkényes egységben, a lendület tömegegységszer méter/másodpercben értendő.)*

zés utáni sebességeket, illetve a kiskocsik tömegét. Az eddig tipikusan tanári demonstrációs mérés tanulókiéretté vált.

Első kísérletükben rugalmas ütközéseket vizsgáltak. A kocsik tömege  $m$ , illetve  $2m$  volt, először álló kocsinak ütköztették a mozgót, majd két mozgó kocsit használtak. Táblázatban rögzítették mérési eredményeiket és azt vizsgálták, hogyan változnak az ütközés során a sebességek. Megfigyelték az  $m \cdot \Delta v$  szorzat állandóságát. (Mivel valódi mérésről van szó, a lendületváltozások összege nem pontosan 0 lett, de a mérés pontossága elfogadható a törvény igazolásához.)

Tanulóink kíváncsiak lettek, mi a helyzet rugalmatlan ütközések esetén. Ennek vizsgálatához gyurmát és gombostűt erősítettünk a kisko-

csikra. A következő táblázatban olyan mérési eredmények láthatóak, melyek igazolják, hogy az  $m \cdot \bar{v}$  mennyiségek összegének állandósága rugalmatlan ütközések esetén is teljesül. Szakkörös tanulóink saját méréseik alapján fedezték fel tehát a lendület fogalmát és a lendületmegmaradás törvényét.

„Hagyományos” tanítási órán is segíthet mérési elrendezésünk, amikor kevesebb idő áll rendelkezésre, és nem tudunk minden tanulóknak mérési lehetőséget biztosítani. A megszkott fotókapus mérési elrendezést használva, de az Edaq segítségével mérve az időt és a sebességet, mérési eredményeink például egy előre elkészített Excel-táblázatba importálhatóak, így sokkal rövidebb idő alatt (akár tanórai keretek

	1. kocsi					2. kocsi					$\Sigma\Delta$ [**]
	$m$ [*]	$v_e$ $\left[\frac{m}{s}\right]$	$v_u$ $\left[\frac{m}{s}\right]$	$\Delta v$ $\left[\frac{m}{s}\right]$	$\Delta I$ [**]	$m$ [*]	$v_e$ $\left[\frac{m}{s}\right]$	$v_u$ $\left[\frac{m}{s}\right]$	$\Delta v$ $\left[\frac{m}{s}\right]$	$\Delta I$ [**]	
<b>gyurmával</b>	$m$	0,896	0,374	-0,522	-0,522	$m$	0	0,374	0,374	0,374	-0,148
	$m$	1,216	0,472	-0,744	-0,744	$m$	0	0,472	0,472	0,472	-0,272
	$m$	0,827	0,508	-0,319	-0,319	$m$	0	0,508	0,508	0,508	0,189
	$2m$	0,9	0,497	-0,403	-0,806	$m$	0	0,497	0,497	0,497	-0,309
	$2m$	0,902	0,477	-0,425	-0,85	$m$	0	0,477	0,477	0,477	-0,373
	$2m$	0,901	0,549	-0,352	-0,704	$m$	0	0,549	0,549	0,549	-0,16

2. táblázat

*Nemes Ágnes mérése – az első sorozatban az ütközés előtt az álló és a mozgó kiskocsi tömege azonos volt, a második sorozatban az ütközés előtt a mozgó kiskocsi tömege kétszeres az álló kocsihoz képest. (\*, \*\*: A kiskocsik tömegét egységnyinek vettük, így a tömeg önkényes egységben, a lendület tömegegységszer méter/másodpercben értendő.)*

között) tudjuk mérésrel és számolással igazolni a lendületmegmaradás törvényét. A 3. táblázatból is kiolvasható, hogy rugalmatlan ütközés esetén nem teljesül a mechanikai energiák megmaradásának törvénye.

**Ingamozgás tanulmányozása**

**K**ilencedikes tanulóink az energia fogalmát már ismerték, amikor szakkörön először találkoztak ingával. A fonálingát látva a gyerekek első ötlete az volt, vizsgáljuk meg, hogyan befolyásolja az indítás magassága a legalsó ponton mérhető pillanatnyi sebességet.

Ekkor még nem ismerték a helyzeti energia fogalmát. Méréseik eredményeként megállapították, hogy az indítási magasság növelésével növekszik a sebesség, és azt is láttuk, hogy ez az összefüggés nem lineáris. Próbálkozások során rájöttek, hogy az indítási magasság az alsó ponton mért sebesség négyzetével mutat egyenes arányt. Megismerték a linearizálás szerepének fontosságát is.

Mérőprogramunk sebességszámoló paneljén található egy periódusidő oszlop is. A diá-

kok megfigyelték, hogy az indítási magasság nem befolyásolja a periódusidőt. Részletesen megbeszéltük, hogy a program az inga félperiódusát látja periódusidőként, és hogy hogyan tudják kifejezni az inga periódusidejét.

Ezek után saját ötleteik alapján vizsgálhatták a gyerekek, mitől függ az inga lengésideje. A tanulók önálló kutatómunkába kezdtek, és vizsgálták, milyen tényezők hogyan befolyásolják a lengésidőt.

Kimérték a tanulók az inga hosszának és tömegének szerepét. Annak kimutatására, hogy a gravitációs erő befolyással van-e a lengésidőre, mágnesek segítségével változtatták meg az ingára ható erők eredőjét. Sajnos ez utóbbi mérések nem vezettek kellően meggyőző eredményre.

Ha nem is sikerült teljes egészében megalkotunk a

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{l}{g}}$$

összefüggést, azért megtapasztaltuk, hogy az inga lengésideje nem függ a tömegtől, az amplitú-

**Teljesen rugalmatlan ütközés (B áll)**

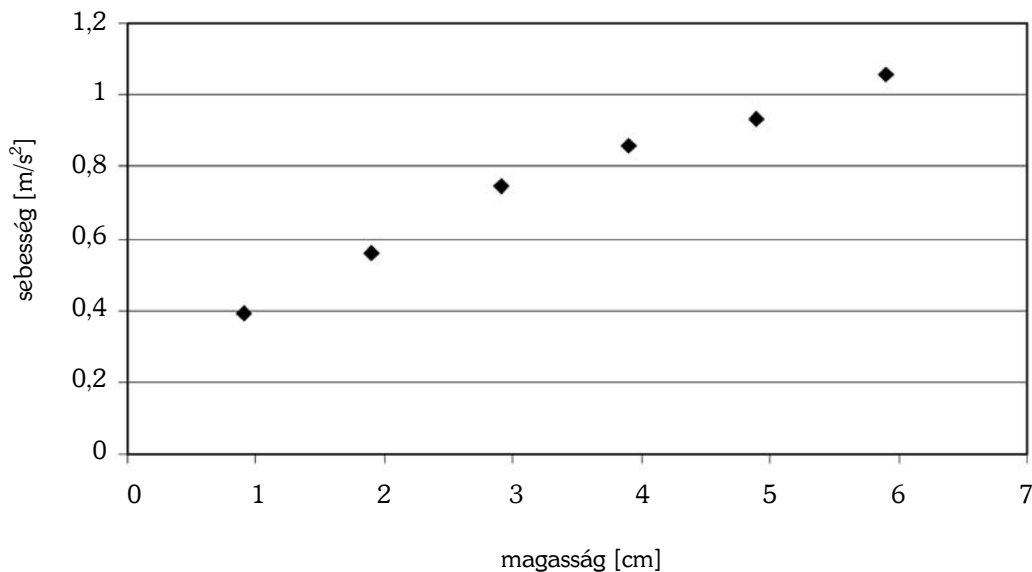
Csatorna A		U [V]		<b>A test</b>			
Idő[s]	Periódusidő [s]	Sebesség [m/s]	Tömeg [kg]	I [kgm/s]	E [J]	ΔI[kgm/s]	Eltérés[%]
2.0348		0.5985	0.0990	0.0593	0.0177	0.0296	3.5308
		0.2999	0.0990	0.0297	0.0045		

Csatorna C		U [V]		<b>B test</b>			
Idő [s]	Periódusidő [s]	Sebesség [m/s]	Tömeg[kg]	I [kgm/s]	E [J]	ΔI[kgm/s]	
2.2747		0.2999	0.0952	0.0000	0.0000	0.0286	Energia ütközés előtt [J]
2.6947		0.26	0.0952	0.0286	0.0043		
						0.0177	0.0087
-50.7415							

3. táblázat

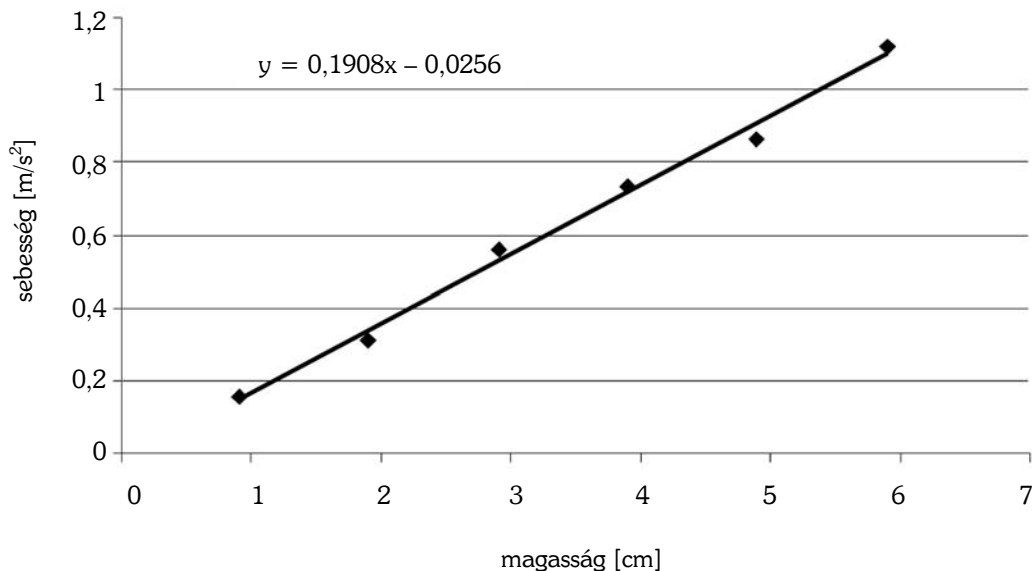
A tanórai méréshez használt táblázat. A szürke ablakokba kell bemásolni a programból a mérési eredményeket. A tömeget (negyedik oszlop) előre meghatározva, a mérés és az adatfeldolgozás normál tanóra alatt is könnyen megvalósítható.





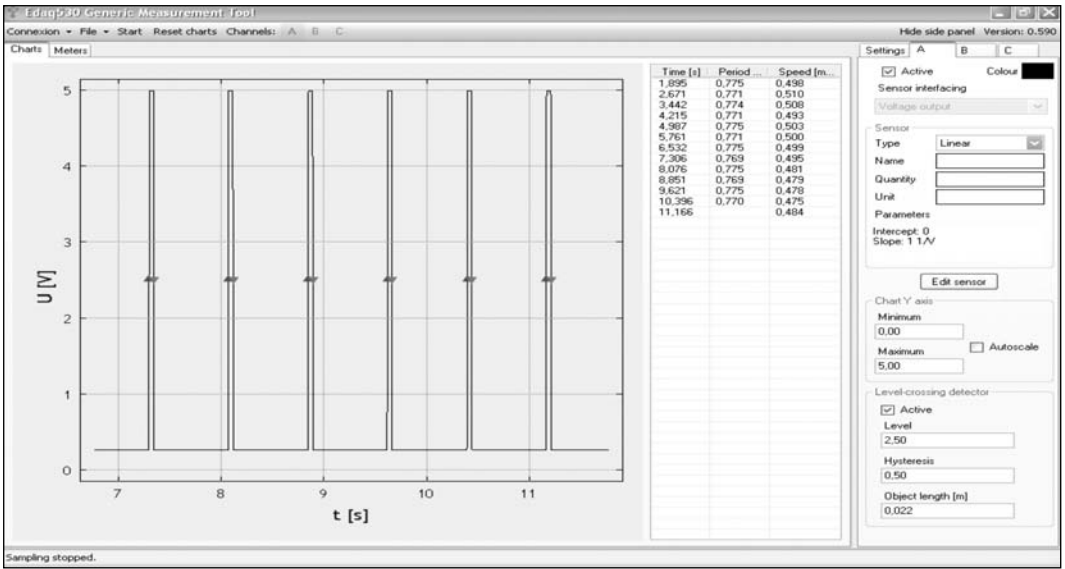
2. ábra

*Az inga alsó pontján mért sebesség az indítási magasság függvényében. A pontok elhelyezkedéséből gyökfüggvényre gondoltak a diákok, ezért megvizsgálták az indítási magasság és a sebesség négyzetének kapcsolatát.*



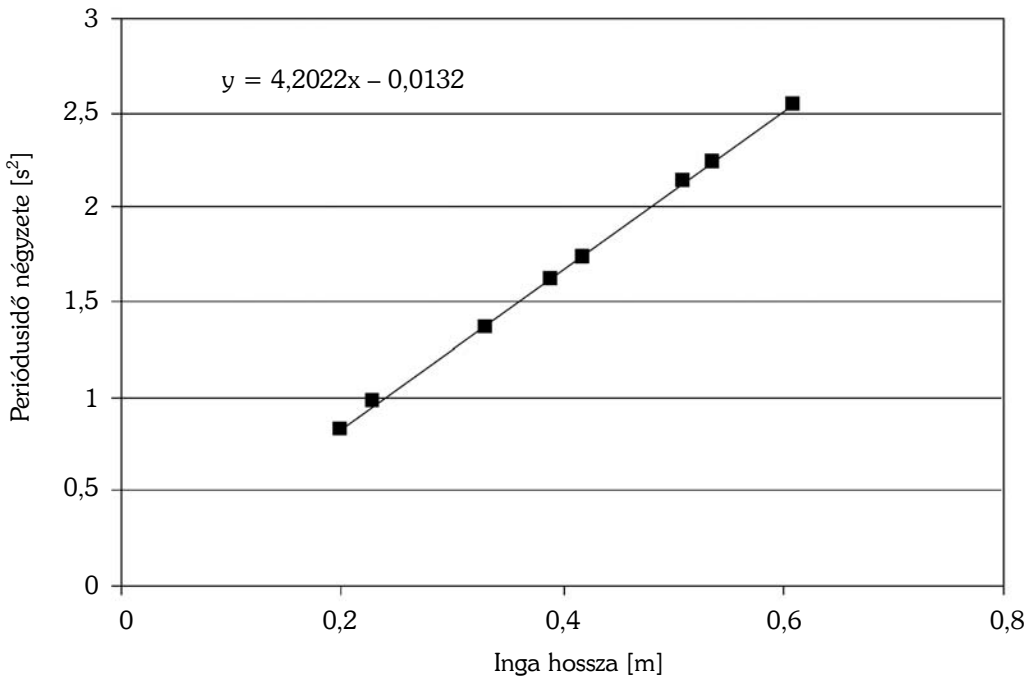
3. ábra

*Az inga alsó pontján mért sebességének négyzete az indítási magasság függvényében. (Az illesztett egyenes az origóba tart. Látható az egyenes arányosság a vizsgált mennyiségek között, azaz a  $h \sim v^2$  arányosság.)*



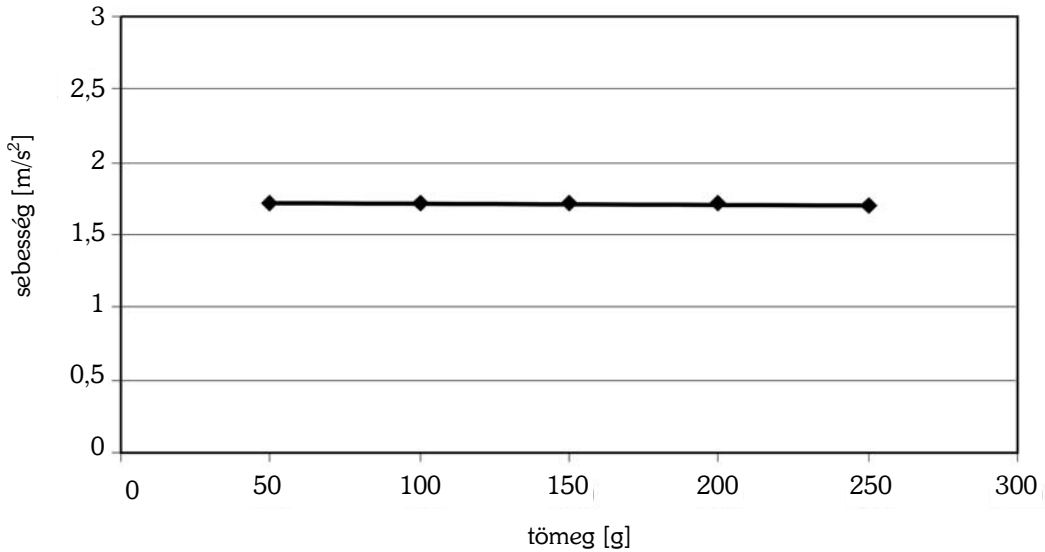
4. ábra

A mérőprogramon látható, hogyan méri a program a periódusidőt, illetve a táblázatban a periódusidő, illetve a pillanatnyi sebesség értékei



5. ábra

Bindics Blanka mérése – az inga lengésidejének négyzete egyenes arányt mutat az inga hosszával, amint ezt az illesztett egyenes paraméterei is mutatják



6. ábra

*Horváth Róbert mérése – az inga lengésideje nem függ az inga tömegétől (gyakorlatilag a tömeg-tengellyel párbuzamos egyenest kaptunk)*

dótlól (kis kitérések esetén), függ viszont az inga hosszától, még hozzá annak négyzetgyökétől. További vizsgálódás szükséges a gravitációs mező hatásának kimutatásához, erősebb mágnesekkel szeretnénk kimutatni az ingára ható erők eredőjének szerepét.

Szakkörünk tapasztalatai alapján megállapítható, hogy a kifejlesztett mérőrendszer az órai tanári kísérletezésen túl alkalmas arra is, hogy tanulói méréseket végezzünk vele. A tanulók könnyen és gyorsan megtanulták használni az eszközt és a programot, ezután pedig önálló méréseikkel tudták vizsgálni a felvetett problémákat, összefüggéseket, törvényszerűségeket állapítottak meg. A méréseket a diákok lelkesen, kedvvel végezték, a foglalkozásokon olyan hozzáállás volt tapasztalható, amelyet a „hagyományos” mérési gyakorlatoknál ritkán tapasztalunk. A számítógépes mérések alkalmazása jó lehetőség a kutatóalapú tanulás szakköri/órai alkalmazására.

Azok számára, akiknek a szakkörön használt mérőeszköz nehezen kivitelezhetőnek tűnik, ajánljuk, hogy hangkártyával és fotódiódák segítségével készítsenek fotókaput pl. az [5]-ben leírtak alapján.

Köszönet az SZTE TTIK Kutatóiskolája Pályázat támogatásáért!

### Irodalom

- [1] Nagy Lászlóné: A kutatás alapú tanulás/tanítás ('inquiry-based learning/teaching', IBL) és a természettudományok tanítása. In.: Iskola-kultúra, 2010/12, 31–51.
- [2] Katalin Kopasz (et al.): Edaq530: a transparent open-end and open-source measurement solution in natural science education. In.: Eur. J. Phys. 32 (2011) 491–504.
- [3] [www.inf.u-szeged.hu/noise/edudev](http://www.inf.u-szeged.hu/noise/edudev)
- [4] Kopasz K., Gingl Z., Makra P., Papp K.: A virtuális mérés-technika kísérleti lehetőségei a közoktatásban. In.: Fizikai Szemle, 2008/7–8. 267.
- [5] Z. Gingl, K. Kopasz: High-resolution stopwatch for cents. In.: Physcs Education, 46 (2011) 430–432.

A projekt a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0012 pályázat révén az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósult meg.



## KONTINUITÁS

Nagy Tibor

### Kincsek a Bethlen Gábor Református Gimnázium fizikaszertárában 17. rész

A hódmezővásárhelyi Bethlen Gábor Református Gimnázium majdnem másfél évszázados fizikaszertárának patinás eszközeit, oktatástörténeti kuriózumait bemutató cikksorozatban mindig egy-egy olyan eszközt mutatunk be, amely a fizikatanárok számára is különös csemegeként szolgálhat.

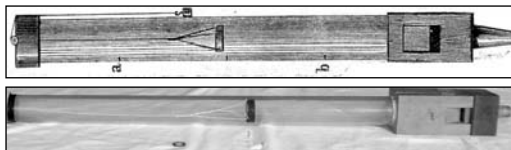
Az előző cikkekben a szertár hangtani eszközeit kezdtük bemutatni, így, folytatva a tematikát, most egy-egy olyan eszközt fogunk bemutatni, amelyek segítségével a hangsebességet lehet megmérni.

Ha hullámokat bocsátunk merőleges felületre, akkor azok onnan visszaverődve találkozhatnak a beeső hullámokkal, így ún. állóhullámok alakulhatnak ki. A levegőoszlopokban, gázoszlopokban kialakuló állóhullámokat – sajátrezgéseket – pl. sípok segítségével is bemutathatjuk.

10. | *Üvegcső állóhullám, a rezgési csomó kimutata.* | 8 - |  
| *beszára* |

A sípban levő levegőrezgés állapotát különböző módszerekkel tehetjük szemléltetővé, de a legegyszerűbb a William Hopkins (1793–1866) angol fizikus által 1847-ben végrehajtott Hopkins-féle kísérlet. Az ún. **Hopkins-készülék** (beszerzési év: 1863) egy függőleges helyzetű,

üvegfalú síp, amelybe gyűrűre feszített hárttyát eresztünk le. Ha a síp az alaphangot adja, akkor a hárttya a nyitott síp közepén nyugalomban marad, mert ott csomópont van, míg a hárttyát a gyűrűre erősített zsinór segítségével a síp alsó vagy felső részéhez közelítve a hárttya egyre erősebben rezeg.



*Hopkins készüléke az állóhullámok tanulmányozására*

A szertárban levő Hopkins-készülék javításra szorul: a farész ragasztása kissé elvált, a hárttya elszakadt. Olyannyira ritkaságszámba megy, hogy működése nemcsak a diákok, hanem a tanárok számára is érdekességgel szolgál.

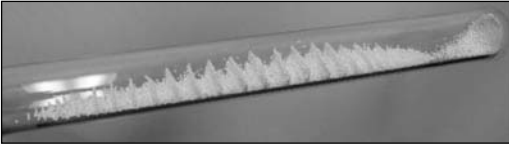
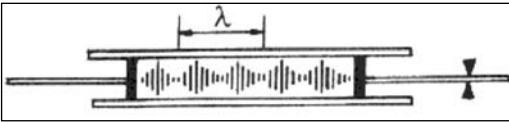
A Hopkins-készüléknél hallott állóhullámokat láthatóvá is tehetjük az August Kundt (1839–1894) német fizikus által 1866-ban kifejlesztett ún. **Kundt-féle csővel** (beszerzési év: 1887).

Ez az eszköz egy olyan üvegcső, amelynek az egyik végét egy eltolható dugattyú zárja el, a másik oldalon a csőbe középen befogott fém-pálca nyúlik be a végére ragasztott, könnyű ko-

10. | *Üvegcső állványon, a rezgési csomópontok kimutatására* | 9.



ronggal. Az üvegcsőben kevés mennyiségű, de igen finomra reszelt parafareszelék van. Ha a pálcát dörzsöléssel hosszanti rezgésbe hozzuk, akkor a dugattyú eltolásával könnyen találunk olyan helyzetet, amelynél a légoszlopban – a korongról kiinduló és a végeken visszaverődő longitudinális hullámok interferenciája folytán – állóhullámok keletkeznek. Az állóhullámokat észrevehetjük egyrészt a hang erősödéséből (rezonancia), másrészt abból, hogy a parafareszelék a levegőrezgések csomópontjaiban gyűlik össze. Ezek a mozgási csomópontok a nyomás duzzadóhelyei. A zárt gázoszlop mindkét végén mozgási csomópont van.



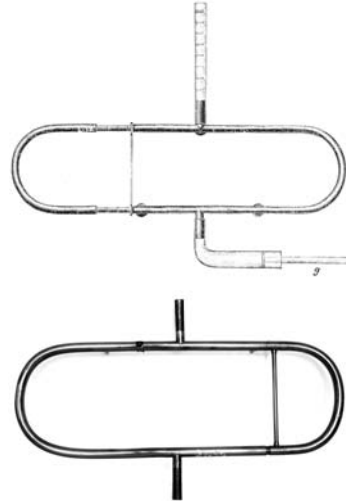
*Kundt-féle cső*

A Kundt-féle csőben a szomszédos csomópontok  $\frac{\lambda}{2}$  távolságának megméréseivel közvetlenül adódik a  $\lambda$  hullámhossz, s így a rezgő pálcá (egyúttal a rezgő gáz)  $v$  frekvenciájának ismeretében, a  $c = \lambda \cdot v$  képlet alapján meghatározható a hang terjedési sebessége a csövet betöltő levegőben vagy más gázban.

A hangsebesség közvetett mérési módszereken alapuló meghatározásának egyik leghíresebb kísérleti eszköze a Georg Hermann Quincke (1834–1924) német fizikus által szintén 1866-ban kifejlesztett eszköz. Quincke

a hangsebesség méréséhez egy olyan kettős U alakú, széthúzóható csövet használt, amelynek mindkét oldalán egy-egy nyílás (A és B) van elhelyezve. Ez az ún. **Quincke-féle interferenciacső** (beszerzési év: 1904).

32. | *Hangsebesség mérésére szolgáló Quincke-féle cső* | 36.



*Quincke-féle interferenciacső*

A cső egyik nyílásához (A) egy ismert frekvenciájú hangforrást (pl. egy hangvillát vagy elektromos hanggenerátort) helyezünk és a hangot a másik nyílásnál (B) hallgatjuk (vagy ehhez a nyíláshoz valamilyen hangjelző készüléket, pl. érzékeny lángot helyezünk). A B nyílásnál a hang intenzitása a vizsgálandó gázzal megtöltött cső egyik, illetve másik ágában haladó, majd újra találkozó hullámok útkülönbségétől függ. Az alaphelyzetben a két ág egyenlő hosszú, az útkülönbség zérus, a hangintenzitás maximális. Az első hangminimumot, majd a továbbiakat rendre olyan  $d$  távolságokkal való széthúzásoknál kapjuk, amelyeknél a  $2d$  útkülönbségek a fél hullámhossz páratlan számú többszörösei:

$$2d = \frac{\lambda}{2}, \frac{3\lambda}{2}, \dots \text{ stb.}$$

Ily módon a hullámhossz ( $\lambda$ ) könnyen meghatározható, és a frekvencia ( $v$ ) ismeretében az adott közegbeli hangsebesség ( $c$ ) kiszámítható.

Dr. Szabó Árpád

## Lénárd Fülöp (1862–1947)

### A 150 éve született Lénárd Fülöpre emlékezünk

Lénárd Fülöp Nobel-díjas, magyar származású kísérleti fizikus, egyetemi tanár, az MTA tagja (l. 1897, t. 1907). Tudományos tevékenysége az optika, az atom- és a molekuláris fizika területeire terjedt ki. Katódsugarak, fényelektromos jelenségek vizsgálatában ért el jelentős eredményeket.

Lénárd Fülöp 1862. június 7-én született Pozsonyban, ott is járt iskolába, a magyar nyelvű főreáliskolában tanult. „A pozsonyi magyar nyelvű főreáliskolában – vallotta Lénárd Fülöp – alaposan megtanították a fizikát és a matematikát. Ezek számomra oázisok voltak a többi tantárgy pusztaságában, amelyek közül csak az iskolaigazgató, Samarjay által tanított magyar irodalom volt kivétel, ami a legfontosabbnak tűnt a számomra”. Lénárd Fülöp többször elmondta, hogy jelentős örökséget köszön iskolájának: természetszeretetet, tudományról alkotott felfogást, érdeklődési körét, valamint az irodalom és a történelem hősi mítoszainak ismeretét.

A fizikára Klatt Virgil, a kiváló kísérletező fizikatanár tanította, aki a szorgalmas és tehetséges diákra csakhamar felfigyelt. Klatt Virgiltől kapott kedvet Lénárd Fülöp a kísérletezéshez és az lett a benyomása, hogy a természettel közvetlenül kapcsolatba lehet lépni. Klatt tanár úr többféle módon is segítette. Ő győzte meg Lénárd édesapját arról, aki üzletember volt és boltját a fiának szerette volna átadni, hogy az ifjú Lénárd nagyon tehetséges és tudósként is jól megélhet. Ezután az apa már nem ellenezte, hogy fia tovább tanulhasson, egyetemi hallgató legyen.

Egyetemi tanulmányait 1880-ban Bécsben, a Technische Hochschulén kezdte és azt remél-

te, hogy ott csodálatos kísérleteket fog látni. Csalódott. Tanulmányait csakhamar a budapesti tudományegyetemen folytatta, ahol fizikát és kémiát tanult. Budapesten sem érték mélyreható meglepetések. Ezek után úgy gondolta, abbahagyja a tanulást és munkába áll. Végül hosszú családi megbeszélések után 1883–1885 között Heidelbergben folytatta a tanulást és ott is fejezte be felsőfokú tanulmányait. Ott matematikát is hallgatott. 1885-ben doktorált, a bölcsészdoktori oklevelét ugyancsak Heidelbergben szerezte meg. Ezt követően, 1887-ben fél évet a budapesti tudományegyetem Fizikai Intézetében dolgozott, Eötvös Loránd tanársegédje is volt, azonban kinevezést nem kapott, ezért Németországba távozott, ahol aztán haláláig oktatott és kutatott. Az 1887–1889-es években a Heidelbergi Egyetem tanársegédje. Ott kezdte tanulmányozni a folyadékcseppek rezgéseit, a bizmut elektromos tulajdonságait és az ultraibolya sugarak elektromos hatásait.

1890-ben Heinrich Hertz meghívására Bonnban, Hertz asszisztenseként két éven át a gázkisülésekkel, katódsugár-vizsgálatokkal foglalkozott. Lénárd Fülöpöt leginkább Hertz tanítványnak tartják.

Lénárd Fülöp 1892–1893 között a Bonni Egyetem, 1894-ben a Breslauer Egyetem, 1895-ben az aacheni Műszaki Egyetem magántanára volt. 1896-ban visszatért Heidelbergbe és 1898-ig az Elméleti Fizikai Tanszék professzora. 1898-tól 1907-ig a Kieli Egyetem Kísérleti Fizikai Tanszékének tanszékvezető professzora és a Fizika Intézet igazgatója. 1907–1930 között ismét a Heidelbergi Egyetem professzora és 1909-től

egyidejűleg a Radiológiai Intézet igazgatója. Ezeket a megbízásokat nyugdíjba vonulásáig ellátta.

Lénárd Fülöp nemcsak egyetemi éveit, de később is gyakran hazajárt Pozsonyba, s nagyra becsült tanárával, Klatt tanár úrral kísérletezett. Tanulmányozták például a „tisztá foszfor” készítését. Közös munkájuk eredményeit az *Annalen der Physik* folyóiratban közölték: 1889-ben, 1903-ban és 1904-ben. Minden bizonnyal tanár, Klatt Virgil módszeres kísérletei keltették fel Lénárd Fülöp érdeklődését a katód-sugarak iránt is.

Lénárd Fülöp az 1890-es évek második felében a katód-sugárzás természetének kiderítésére igen intenzív kutatásba kezdett, főként a katód-sugarak abszorpcióját és ionizáló hatását vizsgálta. Lénárd vérbeli kísérleti fizikusnak bizonyult. A katód-sugarak vizsgálatához az 1890-es évek végén segédelektrods, „ablakos” katód-sugárcsővet tervezett, és az elkészítésükben is aktívan részt vett. A kisülési csövet azon a részen, ahol a katód-sugár a csőnek ütközött, átfúrta, a nyílást pedig egy aranyművessel lehetőleg finomra kalapáltatott aranyfóliával (ablakkal) lezárta. Az az elképzelése, hogy az „ablakon” keresztül a katód-sugár kihozható a levegőre, beigazolódott. A cső „ablakán” a katód-sugarakat képező nagy sebességű részecskék „akadály nélkül” kijutottak a szabad levegőre, vagyis kísérlete során az is kiderült, hogy a fólia egyes atomjai között üres térnek kell lennie. Ugyanakkor, ha a katód-sugárzás részecskékből áll, azoknak sokkal kisebbeknek kell lenniük minden egyes addig ismert atomnál. 1892-ben már azt is kimondta, hogy az atomnak a nagyobb része „üres”. És a részecskék anyagon való áthaladásának magyarázatára megalkotta az úgynevezett dynamida-elméletet, amely szerint az atom belsejének csak egy kis része átjárhatatlan. Tehát ő az első strukturált atommodell megalkotója. Ezzel pedig merőben új lehetőséget nyitott a katód-sugarak további tanulmányozásához. Például ennek a kísérletnek az ismerete segítette hozzá J. J. Thomsont az elektron felfedezésé-

hez. További kísérletei alapján Lénárd Fülöp megfogalmazta a katód-sugarak néhány olyan tulajdonságát, amelyekkel pedig hozzájárult a kvantumelmélet bizonyításához, bár ő a kvantum- és a relativitáselméletet nem ismerte el. A katód-sugarakkal kapcsolatos munkásságáért és a katód-sugaras vizsgálatokra alapozott atommodelljéért 1905-ben neki ítelték a fizikai Nobel-díjat. 1901 és 1905 között minden évben javasolták a díjra. Lénárd Fülöp Nobel-előadásában sértődöttségének is hangot adott. Talán érthető, pszichológiailag ugyanis nehéz volt feldolgoznia, hogy hiába ismerték el ragyogó kísérleteit, azok mondanivalóit, az X-sugárzás felfedezését mégis Röntgennek, az elektron felfedezését pedig J. J. Thomsonnak tulajdonították, neki viszont „egyszerű Nobel-díjat adtak”. Lénárd Fülöp Nobel-előadásában így fejezte ki magát: „Ő nem azok közé tartozik, akik a gyümölcsöt leszedik, hanem azokhoz, akik a fát elültetik és gondozzák azt”. Ő az első magyar Nobel-díjas. A Nobel-díj messze kimagaslik az összes cím, kitüntetés, tudományos fokozat és titulus közül. A Nobel-díj kétség kívül világraszóló tudományos elismerést jelent nemcsak a díjazott egyén, hanem nemzete számára is.

A fizika történettudománya az 1895–1898-as éveket a fizika négy aranyéveként tartja számon. Méltán, ugyanis 1895-ben Röntgen felfedezte a róla elnevezett sugárzást, 1896-ban Becquerel a természetes radioaktivitást, 1897-ben J. J. Thomson az elektront és 1898-ban a Curie-házaspár a rádiumot és a polóniumot. Lénárd Fülöpöt talán vigasztalhatta volna, sértődöttségét oldhatta volna, hogy ebben a módfelett tekintélyes mezőnyben az 1905-ös fizikai Nobel-díjat neki ítélik oda. J. J. Thomson csak utána, 1906-ban kapott Nobel-díjat.

Talán nem joggal volt sértődött. Mivel egyik kísérlete során maga Lénárd Fülöp földalkáli-foszfort helyezett a fémfólián keresztül kilépő katód-sugarak útjába, és azt tapasztalta, hogy az világít. 1894-ben Röntgen is kért Lénárdtól katód-sugárcsővet, hogy megismételje

Lénárd kísérleteit. Lénárd Röntgen professzor kérését teljesítette, így lett ennek a Lénárd-ablakos (mert a későbbiekben így vált ismertté) katódsugárcsőnek, mint eredeti segédeszköznek fontos szerepe a röntgensugár felfedezésében. A röntgensugár felfedezésével kapcsolatban ket-tőjük között ez okozta később a prioritási vitát. Lénárd Fülöp észlelte ugyanis először a lumineszkáló hatást, és szerinte azt a tényt, hogy a láthatatlan sugárzás nemcsak a fémfólián, hanem az emberi testen is keresztülhatol, nem lehet új felfedezésnek tekinteni. A tudományos közvélemény, de egyes tudományos intézetek is hasonlóképpen vélekedhettek, ugyanis 1896-ban a bécsi, a párizsi, a londoni Akadémiák Lénárd és Röntgen között megosztva ítélték oda díjakat. Az 1901-ben kiosztott fizikai Nobel-díjra a Nobelbizottság is egyhangúlag a Lénárd-Röntgenkettőst jelölte, de a Svéd Tudományos Akadémia másképpen döntött. Az Akadémia a díjat egyedül Wilhelm Conrad Röntgennek ítélte oda, így a Nobel-díjat Röntgen egyedül kapta meg.

Lénárd Fülöp kutatásainak másik fontos területe a foszforeszcencia jelenségének vizsgálata, azaz a fotoeffektussal, a fényelektromos hatással van kapcsolatban. A fotoeffektust tanára, Heinrich Hertz fedezte fel. Hertz ösztönzésére Lénárd 1899-ben figyelt meg először fényelektromos hatást (fotoeffektust). A fotoelektromos jelenségek vizsgálatakor Lénárd arra a következtetésre jutott, hogy a fény hatására a fémből elektromosan töltött részecskék lépnek (léphetnek) ki, és ezek az elektromos töltéshordozók tulajdonképpen az elektronok. 1902-ben fedezte fel és publikálta a fényelektromos hatás két törvényét. Megállapította azt a fény hullámelméletével nem magyarázható törvényszerűséget, mely szerint a fény hatására az anyagból kilépő elektronok energiája nem a fény intenzitásától függ, hanem a fény rezgésszámától (frekvenciájától). Lénárd kísérletsorozatának mérési eredményei bizonyították, hogy a fényvel megvilágított cinklemezről kilépő elektronok száma csakis a fény színétől, annak hullámhosszától függ, de a sza-

baddá vált elektronok száma nem függ a fény erősségétől. A fényelektromos hatásra adott magyarázatát általában ma is elfogadják.

Tudományos munkássága során, amely több mint fél évszázados, közel száz dolgozatot és több könyvet írt. Életében az elismerések sem maradtak el. Tudományos érdemeit egyetemek és akadémiák ismerték el. A Magyar Tudományos Akadémia 1897-ben választotta levelező tagjává, és 1907-től 1945-ig volt az Akadémia tiszteletbeli tagja. 1909-ben lett a Porosz Tudományos Akadémia tagja. Több díj nyertese, köztük: 1896-ban a bécsi Akadémia Baumgarten-díjjal jutalmazta, elnyerte a londoni Royal Society Rumford-díját, s a párizsi Akadémia La Caze-díjban részesítette. 1897-ben, a Magyar Tudományos Akadémia tagjává választásakor még minden bizonnyal magyar állampolgár volt, ugyanis ez a tagság csakis a magyar tudósokat illeti meg. Azt, hogy élt benne a magyar kulturális kötődés, bizonyítja az egyik 1911-ben írt levele is, amelyből megtudjuk, hogy feleségétől is Mikszáth Kálmán – Két választás Magyarországon – regényét kapta születésnap ajándékkul. Nem véletlenül kapott feleségétől is magyar vonatkozású születésnap ajándékot, ugyanis önvallomásában olvashatjuk: „Sokkal később is szívesen olvasom újra a magyar költőket saját nyelvükön: Kölcsey, Vörösmarty, Petőfi mellett főleg Jókait”.

Magyar vonatkozású, magyar nyelvű levelezései 1884-től 1911-ig jól nyomon követhetőek. Ezekből a levelekből egyértelműen kiderül a magyar tudósokkal fenntartott jó kapcsolata. Személyes kapcsolatban állt Eötvös Loránnal, Zemplén Győzővel, Fröhlich Izidorral és másokkal. Eötvös Lorándot 1914-ben Nobel-díjra is javasolta. Magyarországon nemcsak az Akadémia, hanem az egyetemek is számon tartották Lénárd professzort. Például a kolozsvári Ferenc József Tudományegyetem 1902-ben Farkas Gyula akadémikus, tanszékvezető professzor javaslatára tanszékvezetői egyetemi tanári állást ajánlott fel neki. Még 1914-ben is kapott magyarországi ja-

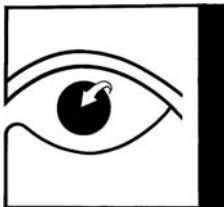


vaslatot: a közoktatási miniszter maga kérte fel, hogy az új Pozsonyi Egyetem fizikaprofesszori állását fogadja el. Ő azonban nem élt a lehetőséggel. Az is egyértelmű, hogy nagyon nagy örökséget vitt magával szülőföldjéről. A magyarországi tudományos szemléletnek igen meghatározó jelentősége volt a további, németországi tudományos tevékenységére is.

A húszas évektől sajnálatos, de egyre inkább torzultak politikai nézetei, és a másik német Nobel-díjas fizikussal, Johannes Starkkal a náci ideológia, a „Deutsche Physik” mozgalomnak elszánt támogatói, vezéralakjai lettek. Közismert tény, hogy Lénárd Fülöp nyilvánosan is becs-

mérelte a „zsidó” tudományt, Albert Einstein relativitáselméletével egyetemben. Ebben valószínűleg az is közrejátszott, hogy Einsteint Nobel-díjjal a fényelektromos hatás magyarázatáért tüntették ki, holott magát a jelenséget ő fedezte fel. Lénárd úgy képzelte el, mivel a jelenséget ő fedezte fel, megosztott Nobel-díjban neki is részesülnie kellett volna. Lénárd Fülöp tevékenységének a megítélése a történelem feladata, kétségtelen, elvitathatatlan azonban, hogy a tudomány területén, a tudomány számára jelentőset és maradandót alkotott.

Lénárd Fülöp 1947. május 20-án, 85 éves korában, a Berlin melletti Messelhausenben halt meg.



## NET-LESEN

### Gyenge lábakon áll a 2012-es világvége-jóslat

Hévek óta terjed a jóslat: 2012. december 21-én eljön a világvége. Hirdetőinek legfőbb érve, hogy a maják naptára ekkor ér véget, mert ők előre látták, hogy eztán már semmi nem történik.

„Még nem akarok meghalni!” „Eddig nem hittem el, de most már egyre jobban félek.” Egyre több hasonló mondatot lehet olvasni a 2012-es évre jóslt világvégével kapcsolatban. A világvége-rémhírek idén különösen intenzívek, és sokan elhiszik őket, hiszen cáfolni nem tudják.

Pedig a világvége-jövendölések nem ma jöttek divatba, és eddig „egyik sem jött be”. Csak két példa: 1186-ra Toledói János asztrológus vízözönt jóslt; világszerte pánik tört ki, de a vízözön nem érkezett meg. Ugyanezt jövendölte



a tübingeni Johann Stofler 1524 februárjára – ám ez a február épp rendkívüli szárazságával tűnt ki. Erre Stofler módosította jóslatát: a víz-özönt 1525. július 15-re halasztotta, de megint nem lett igaza. Stoflert később saját könyvei ütötték agyon, amikor dolgozószobájában összedőlt a könyvespolc.



Az éppen aktuális világvége hirdetőinek legfőbb érve, hogy a maják naptára 2012-ben véget ér. A világvége mostani jövendölői szerint ekkor a Nibiru nevű titokzatos bolygó megközelelti a Földet (a maják ilyet nem állítottak). A Nibiru megállítja a Föld forgását, felcseréli mágneses pólusait, sőt „néhány hétre” még Nap körüli keringését is megszüntetheti. Emiatt világméretű földrengések, szökőárok támadnak, amelyek elpusztítják az emberiséget.

### A maják hosszú naptára

Tény, hogy a maják sok mindent tudtak. Ismereteik azonban – a babiloniakéhoz hasonlóan – vallásos-misztikus világképet, és nem logikus rendszert alkottak. Tudományuk leíró része úgy-ahogy megfelelt a valóságnak, elméleteik viszont általában tévesek voltak. (Ez nem kisebbíti az érdemeiket; ők megtették, amit abban a korban egyáltalán lehetett: megkezdtek a kutatást. A mai tudomány útja is tévedéseken keresztül vezet újabb fölismerések felé.)

Műszereket még nem nagyon használtak; annyit tudtak a világról, amennyit érzékszerveikkel megismertek. Tehát csak a szabad szem-

mel látható égitesteket fedezték föl; nem tudtak a Naprendszeréről és annak kozmikus környezetéről sem. Csupán az égitestek látszólagos mozgását ismerték, mégpedig – mivel sok évtizedre, sőt talán évszázadokra visszamenő feljegyzéseik voltak – elég részletesen.

Ezt felhasználva a maják bonyolult és viszonylag pontos naptárt állítottak össze, amely igen hosszú időszakaszokat használt – nem tudni, mi célból. (Naptáruk valóban csak viszonylag és csak átlagosan volt pontos, hiszen időnként majdnem két héttel is eltért a napév szerinti helyes adattól.)

### Csak egy naptári ciklus ér véget

A maja naptár részletes ismertetése nem lehet célunk, de vázoljuk föl a lényegét! A maja naptár ismert ciklusai a következők:

- nap (kin)
- vinál (20 nap, „hónap”)
- tun (18 vinál, 360 nap)
- katun (20 tun, 7200 nap, azaz körülbelül 19,7 napév)
- baktun (400 katun, 144 000 nap)
- piktun (20 baktun)
- kalabtun (20 piktun)
- kincisiltun (20 kalabtun)
- analtun (20 kincisiltun, körülbelül 64 millió év).

Ha a naptár kezdetét 0.0.0.0.0.-ra tesszük (0 baktun, 0 katun stb.), akkor 13 baktun eltelte előtt egy nappal 12. 19. 19. 17. 19. lesz a maja



### Nostradamus öt világvégéje

Nemcsak asztrológiai, hanem vallási alapon is gyakran jeleztek világvégét, például 992. március 25-re, aztán 1000-re, 1033-ra. A közkedvelt Nostradamus szerint akkor lesz a világ vége, amikor húsvét Márk napjára, úrnapja pedig János napra esik – vagyis 1666-ban, 1737-ben, 1886-ban, 1939-ben, 1943-ban is világvége volt, csak nem vették észre (és eszerint világvége várható 2038-ban, 2190-ben stb. is). William Miller amerikai szektaalapító 1844. március 14-re várta az utolsó ítéletet és a világvégét; az egyelőre elmaradt, de szektája máig is várja. A pennsylvaniai Lee Spengler 1908 októberére tette ugyanezt. Jehova tanúi 1914-re tették a világvégét; most leginkább úgy vélik, hogy történelmük 2914-ben ér véget.

dátum; ez 2012. december 21-re esik. Utána viszont nem 0. 0. 0. 0. 0. jönne megint, hanem 13. 0. 0. 0. 1. Ez lesz 2012. december 22-e.

A maja naptár egy ciklusa tehát 2012-ben valóban véget ér. Ebből azonban senki, a maják sem következtettek arra, hogy a világtörténelemnek ez lenne a vége. December 31-én, amikor a mi naptárunk egy „ciklusa”, azaz egy év véget ér, mi sem beszélünk világvégéről, hanem – ha megérjük az újév napját – új naptárt veszünk.

A maják a spanyol hódítás következtében nem érték meg az épp most folyó időszámítási ciklusuk végét, ezért új naptárt sem kezdhettek. De hogy nem is gondoltak világvégére, az többek között abból is látható, hogy a baktunnál sokkal hosszabb ciklusokkal is számoltak; mi értelme lett volna ennek, ha már a 13. baktunt se érte volna meg a világ?

### Miért nem látni a Nibirut?

**M**i a helyzet a Nibiruról keringő hírekkel? Egy honlap 2008-ban azt írta, hogy még



csak a világ legnagyobb távcsöveivel figyelhető meg, de 4-5 hónap múlva szabad szemmel is fényes csillagnak fog látszani. Ma sem látható ilyen égitest, még a legnagyobb távcsövekkel sem.

Másutt azt lehet olvasni, hogy ez a Földnél mintegy 20-szor vagy 30-szor nagyobb tömegű bolygó több ezer évenként tér vissza, mert nap-távolfontja körülbelül kétszer messzebbre esik, mint a Plútóé, napközelpontja pedig itt van a földpálya közelében. Ilyen bolygó létezése elvben nem kizárt, bár ennyire elnyúlt pályán általában csak üstökösök keringenek. Viszont Kepler III. törvénye alapján könnyen kiszámítható: egy ilyen pályán mozgó bolygó keringési ideje nem sokkal lenne hosszabb, mint a Plútóé, azaz körülbelül 250 év. Tehát vagy a közölt pályaadatok rosszak, vagy ezt a nagybolygót az ókor óta mindenki ismerné, mert szabad szemmel is gyakran látni lehetne.

### Mi lenne, ha valóban létezne a Nibiru?

**H**gy ilyen bolygó közeli elhaladása valóban megváltoztathatná a Föld pályáját, és szélsőséges esetben talán még katasztrófát is okozhatna. Ám nem állítaná meg a Föld forgását, keringését, és nem cserélné fel mágneses pólusait. Ha a Föld csak egy pillanatra is abbahagyná a Nap körüli keringését, akkor azonnal esni kezdene a Nap felé, és körülbelül 64 nap múlva belezuhanna a Napba. A Föld megállításához hozzávetőleg  $2,7 \cdot 10^{33}$  J energia kellene. Ennyi energiát a Nap mintegy 80 nap alatt termel meg, Magyarország pedig körülbelül tízmilliószor milliószor millió év alatt használ fel. Honnan szedné és hogy adná át a Nibiru ezt az energiát a Földnek, hacsak nem egy ütközés révén? Ütközéssel azonban még a katasztrófa-elméletek sem riogatnak.

A valóságban a Nibiru nem létezik; a csillagászok, minden ellenkező híreszteléssel szemben, nem fedezték föl a Naprendszer 10. vagy

### A „Halálcsillag”

A csillagászok ismernek egy úgynevezett vörös törpecsillagot (Gliese 710), amely mintegy 1,36 millió év múlva áthalad majd a Naprendszer külső részén, az Oort-felhőn. (Talán ez a csillag „ihlette” a Nemezis, a „Halálcsillag” kitalálóját. Eszerint a Nemezis a Nappal kettőscsillagot alkotna, s amikor, talán mintegy 30 millió év periódussal, viszonylag közel jutna a Naphoz, a Földön katasztrófákat, kihalásokat okozna. Valójában a Nap párjának létezéséről nem tudunk, eddig ilyen nem észlelt senki, bár felfedezése a mai eszközökkel már nem lenne lehetetlen.) A Gliese 710 közeli elhaladása az Oort-felhőt alkotó sokmilliárd üstökös pályáját úgy módosítja majd, hogy közülük 1–2 millió beeshet a Naprendszer belső terébe, s rövidperiódusú üstökössé válhat. De mivel ez az üstököszápor körülbelül kétmillió évig tart majd, évente legfeljebb 1–2 többlet-üstökösre számíthatunk. Ez aligha lesz föltűnő (ha ugyan akkor még lesz ember a Földön, akinek föltűnhetne), és aligha okoz valami bajt, hisz most is évente 100–200 üstököst fedeznek föl a csillagászok.

11. nagybolygóját, mint ahogy a 9-et sem. Ha pedig nem létezik, akkor hatásaitól sincs mértékelnünk.

Ahogy eddig tévesnek bizonyultak az efféle jóslatok, most sem fognak bevalni. A Földön ugyan sok veszélyes folyamat létezik, a földközeli égitestek becsapódásai pedig valós potenciális veszélyt jelentenek, de ezeknek semmi közük a majákhhoz vagy valamilyen titokzatos bolygóhoz. Az áltudományos tanok terjesztése azonban sokaknak jó üzlet: például a „világpusztulás túléléséhez szükséges eszközök” árusításából szép haszonra tesznek szert.

Csaba György Gábor

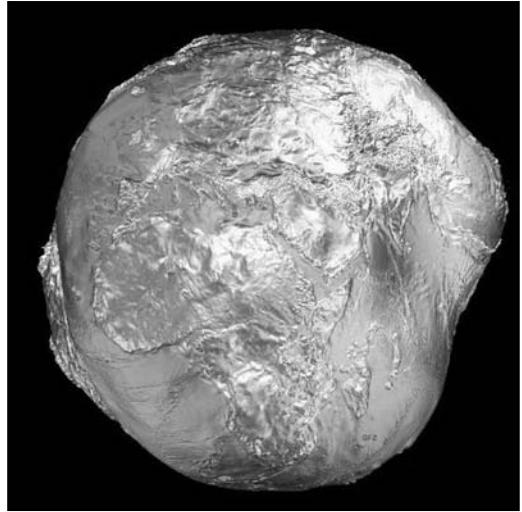
## Állandóan változik a Föld alakja – képek

A műholdas geodézia jóvoltából tudjuk, hogy bolygónk alakja nem gömb és nem is forgásellipszoid, hanem geoid, melynek alakját rendszeresen újraszámolják. Az utóbbi évtized precíziós geodéziája kimutatta, hogy ez az úgynevezett „Potsdam burgonya” időfüggő gravitációs változásokat mutat.



A műholdas mérésekből a Német Földtudományi Kutatóközpont (GFZ) legutóbbi, globális gravitációs modellje már olyan időjárásfüggő változókat is kimutat, mint a folyók, tavak vízkészletének alakulása, vagy a jégtömegek olvadása, vastagodása. A modellt a német kutatók a toulouse-i székhelyű francia geodéziai kutatóintézetrel együttműködve dolgozták ki. A méréseket a LAGEOS, a GRACE és az ESO által kifejlesztett GOCE műholdak végezték, ezeket egészítették ki a földfelszíni gravitációs mérésekkel. Az új „Potsdam burgonya” térbeli felbontása 12 kilométer, ami negyede az előző változaténak.

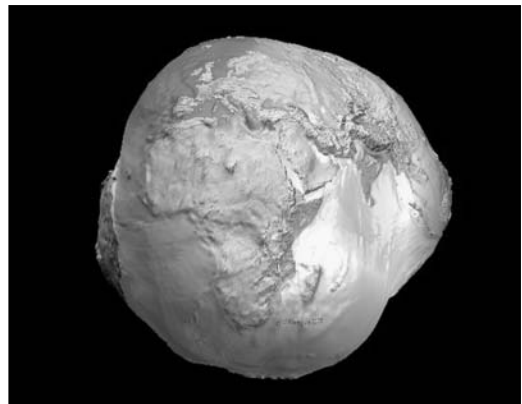
A lézertükrökkel felszerelt LAGEOS műholdak pillanatnyi pontos helyzetét földi kutatóállomásokról kibocsátott lézertény visszaverődésé-



*Geoid 2011*

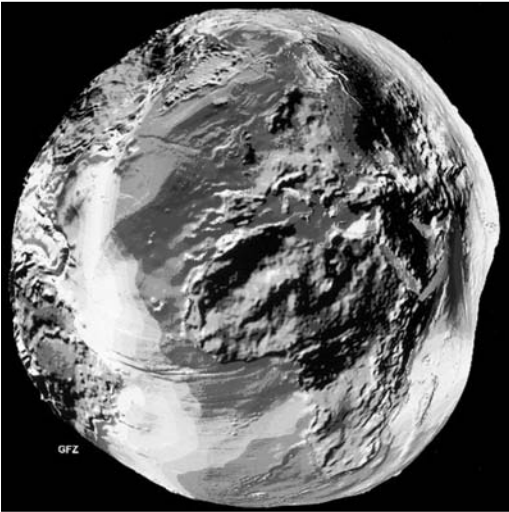
vel állapítják meg. A lézer indítása és detektálása közötti időből a műhold távolsága, közvetve pedig környezetének gravitációs eltérése állapítható meg.

„Különösen fontos volt beilleszteni a GOCE műhold méréseit, melyekből a GFZ saját gravitációstér-számításokat végzett” – mondja dr. Christoph Foerste, a kutatócsoport vezetője. A pontosság növekedése a 2009 márciusában felbocsátott GOCE műholdon levő gravitációs gradiométernek köszönhető, mely lehetővé teszi, hogy a Föld nehezen megközelíthető területein (illetve azok felett) – mint Közép-Afrika

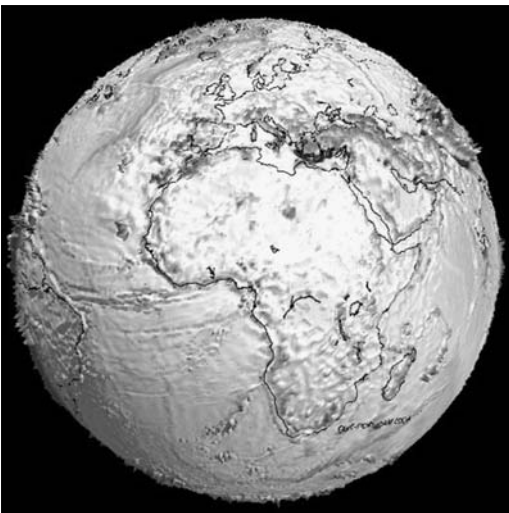


*Geoid 2005*

vagy a Himalája – is pontosabban mérjenek. Mivel az óceánok feletti gravitációs tér is precízebben határozható meg az eddigieknél, megbízhatóbb dinamikus óceántopográfia nyerhető, azaz többet tudunk meg az óceánok felszínének a gravitációs egyensúlyi felszíntől való eltéréséről. Az óceánok felszínének alakulása függ a tengeráramlatoktól is, ezért ezek a mérések oceanográfiai és éghajlat-kutatási szempontból is jelentősek.



*Geoid 1995*

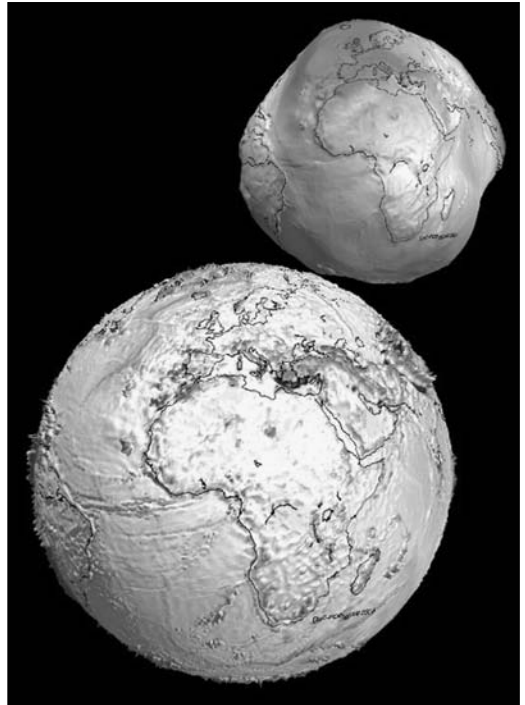


*Gravitációs anomália 2005*

A modell a 2002 óta keringő GRACE iker-műhold méréseit is felhasználja. A GRACE két tagja, „Tom” és „Jerry” azonos pályán, de egymástól 220 km-re keringenek. A köztük levő távolság folyamatos méréséből határozzák meg a földi gravitációs rendellenességeket. A GRACE segítségével állapíthatók meg a földfelszíni tömegelhelyezésekkel járó hosszútávú gravitációs változások.

A sarkvidéki régiók gleccsereinek olvadása és a folyók vízmagasságának évszakos változásai immár kimérhető gravitációs hatásúak, az új Potsdam burgonya már nem állandó, hanem időben változó felület. Az éghajlatváltozással kapcsolatos folyamatok hosszú távú rögzítése érdekében fontossá vált a 2015-ben lejáró GRACE küldetés meghosszabbítása. A különböző „Potsdam burgonyák” összehasonlítása 1995 óta egyértelmű minőségi ugrásokat mutat.

*Posztobányi Kálmán*



*Geoid és gravitációs anomália 2005*