

A lineáris korreláció:  $r = 0,998261$  még itt is nagyon jó. Most  $h_0 = 10,047$  m, ebből a légnyomás:

$$p_{\text{atm}} = 990 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10,047 \text{ m} = 97575 \text{ Pa.}$$

A légnyomás hibája itt is  $h_0$  szórásából adódik. Most  $\sigma_m = 0,032$  és  $\sigma_b = 0,303$  így

$$\sigma_{h_0} = \sqrt{0,303^2 + 0,032^2} = 0,304.$$

Így a légnyomás meghatározásának hibája:

$$\sigma_{p_{\text{atm}}} = 990 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,304 \text{ m} = 2959 \text{ Pa.}$$

A mért légnyomás tehát:  $p_{\text{atm}} = 97575 \pm 2959$  Pa. Ez körülbelül 3%-os hiba. Itt a kissé kisebb hiba abból

adódik, hogy ebben az esetben nagyobb különbség volt az első és a harmadik mérés között ( $L_3 - L_1 = 0,65$  m, az előző mérésnél pedig  $L_3 - L_1 = 0,48$  m). Ezért az egyenes adatai annak ellenére pontosabban, hogy a három pont kevésbé esik egy egyenesre, mint a víz esetében (a korrelációs együttható valamivel kisebb).

A „hivatalosan” mért 1008 hPa ismét jól összefér az általunk meghatározott értékkel.

Források, irodalom:

1. [http://en.wikipedia.org/wiki/Gasparo\\_Berti](http://en.wikipedia.org/wiki/Gasparo_Berti)
2. <http://www.kfki.hu/~cheminfo/hun/olvaso/histchem/simonyi/vakuum.html>;  
Simonyi Károly: *A fizika kultúrtörténete*. Gondolat kiadó, Budapest, 1981.
3. <http://www.strange-loops.com/scibarometer.html>
4. <http://www.bertbolle.com/>
5. [http://www.youtube.com/watch?v=5J\\_r-sbSnYk](http://www.youtube.com/watch?v=5J_r-sbSnYk) – Bert Bolle barométere

## ÚJ UTAK A FIZIKA TANÍTÁSÁBAN

Paizs Ottó  
Duráczy József Pedagógiai Fejlesztő  
és Módszertani Központ, Kaposvár

*Egy animáció többet mutat ezer képnél*  
(közmondás után, szabadon)

A 2006-os PISA-felmérés szerint természettudományi területen a magyar diákok az OECD-államok között a középmezőnyben végeztek. A természettudományok, ezen belül a fizika és a kémia tanításának régóta alkalmazott módszerei mellett szükség van olyan új módszerekre és eszközökre, amelyekkel megújíthatjuk az oktatást, és felzárkózhatunk a világ élvonalához. Írásomban az animációk alkalmazásának előnyeire szeretném felhívni a kollégák figyelmét. Elsősorban a fizikai és a kémiai kísérletek animációs feldolgozása mellett szeretnék érvelni.

„Egy kép többet mond ezer szónál” – tartja a közmondás. Ezzel talán mindenki egyetért. Kicsit átalakítva, én így mondanám: *egy animáció többet mutat ezer képnél*. Első hallásra talán túlzónak tűnhet a kijelentés, de biztosíthatom az olvasót, hogy vannak helyzetek, amikor nem az.

Akkor tehetjük igazán színessé a fizika és a kémia tanítását, ha óráinkon sok-sok kísérletet mutatunk be. Ezt mindannyian tudjuk. A kísérletek előkészítése és bemutatása azonban időt, energiát, és sokszor nem kevés anyagi áldozatot követel. Különösen akkor, ha a kísérleteket szeretnénk többször megismételni.

Milyen jó lenne olcsóbban, rövidebb idő alatt, de mégis látványosan bemutatni a kísérleteket! Ezt a lehetőséget kínálja számunkra az animáció. Persze egy animáció nem csak időt és energiát takaríthat meg nekünk. Ennél sokkal többet is elvárhatunk tőle.

A kísérletek többségében, akár élőben végezzük a gyerekek előtt, akár videón nézzük meg azokat, számtalan, egyébként nagyon fontos részlet rejte

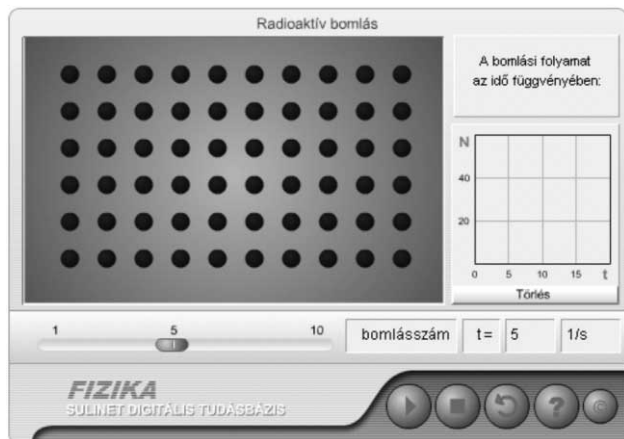
marad. Nem láthatjuk az elektronok áramlását a vezetőekben, az ionok mozgását az elektrolitban, a fotonokat az optikai kísérletekben. Nem láthatjuk a szilárd fázis rezgő atomjait és a gázok rohanó, ütköző részecskéit. Nem lehet szemléltetni a működő transzformátorban a váltakozó elektromágneses mezőket. A sort a végtelenségig lehetne folytatni; a valós kísérletekben mi mindent nem, vagy csak nehezen tudunk megmutatni.

Ezeknek az egyébként nem látható jelenségeknek a bemutatására kiválóan alkalmas az animáció. Segítségével kihangsúlyozhatjuk azokat a jellemzőket, amelyekre fel kívánjuk hívni a tanulók figyelmét. Ugyanakkor a kevésbé fontos vagy zavaró részleteket tompíthatjuk, vagy teljesen kizárhatjuk a szemléltetett jelenségből.

Animációinkban szabadon választhatunk időskálát. Eltérhetünk a valóságos időintervallumoktól. Bizonyos eseményeket felgyorsíthatunk, másokat lelassíthatunk, attól függően, hogy mit szeretnénk hangsúlyozni. Tetszőleges sebességgel mutathatjuk be a fizikai, kémiai változásokat, kölcsönhatásokat.

Az animált kísérletek paraméterezhetők. A paraméterek megváltoztatásával megismételt kísérletek teljesebbé tehetik a bemutatókat. A kísérletek tetszőleges számban ismételhetők. A már elkészült anyagokat újra felhasználhatjuk és továbbfejleszthetjük.

Lássunk két egyszerű példát. Sajnos a mozgás élményét itt nem tudom visszaadni, de remélem, hogy sikerül felkeltenem a kollégák érdeklődését és ellátogatnak a Sulinet digitális tudásbázisába (<http://sdt.sulinet.hu>),



1. ábra. Radioaktív bomlás animációjának nyitó képe (forrás: <http://sdt.sulinet.hu>)

ahol az alábbiakban bemutatottakon kívül még számos fizikai és kémiai témájú animáció elérhető. Az SDT-ben található animációk non-profit jelleggel felhasználhatók oktatási és tudományos kutatási célokra.

A radioaktív elemek bomlásának bemutatásakor láthatóvá tehetjük az atomokat és a véletlen folyamatot, ahogy az végbemegy (1. ábra). A jobb alsó sarokban található a kezelőgombok. Rendkívül egyszerűek és egyértelmű a funkciójuk. Az első gombbal elindíthatjuk, a másodikkal megállíthatjuk az animációt. A harmadik gombbal az elejéről kezdhetjük nézni a bemutatót, a negyedikkel szöveges magyarázatot és segítséget kaphatunk. A kék háttér előtt látható piros golyók jelképezik az atomokat. Ezek véletlenszerűen tűnnek el, ahogy a radioaktív atomok is véletlenszerűen bomlanak el. Az atomok alatt látható csúszkán lehet beállítani 1-től 10-ig a bomlásszámot, ami a másodpercenkénti bomlások számát adja meg. Az ábra jobb felső részében egy grafikon rajzolódik ki, amely a bomlások számát mutatja az idő függvényében.

Ködkamrával kevés intézmény rendelkezik. A valódi élményt nem adhatjuk vissza, de a lényegét egy animációval is bemutathatjuk (2. ábra). A zöld színű részecskeforrásból érkeznek az elektronok, a hélium-ionok és a semleges atomok. „Rádiós” gombokkal választhatunk a lehetőségek közül. A kísérletet elvégezhetjük mágne-



2. ábra. Bomló semleges részecske a ködkamrában (forrás: <http://sdt.sulinet.hu>)

ses mezőben is. A képen látszanak a részecskék mágneses mezőben elgörbült pályavonalai.

További lehetőséget nyújthat számunkra a fizika és az informatika összekapcsolása. Egy-egy kisebb projekt keretében akár maguk a gyerekek is készíthetnek rövid animációkat. Ezzel nemcsak természettudományos tudásukat fejleszthetik, hanem informatikával, algoritmuskészítéssel és tervezéssel kapcsolatos ismereteiket is bővíthetik.

Külön bekezdést érdemel az animációk hallássérültek oktatásában való felhasználása. Azért is szívügyem ez, mert magam is tanítok súlyosan nagyothaló gyerekeket. Tapasztalából tudom mennyire nehéz számukra érthető formában eljuttatni egy kísérlet tartalmát, mondanivalóját. Ugyanakkor könnyedén megértik azt, ha látják azokat a lényeges folyamatokat, amelyeket a demonstrációk során szeretnénk megértetni velük. A videók és az élő bemutatók is jó megoldások, de egy animációval kiegészítve sokkal többet nyújthatunk nekik is.

Mindazonáltal nem szeretném az animációkat a valós kísérletekkel szembeállítani. Ahol és amikor lehet, mutassuk be élőben a kísérleteinket, de használjunk egyre több animációt a részletek bemutatására, a fontos jellemzők kihangsúlyozására és a figyelem felkeltésére.

## A TERMÉSZETTUDOMÁNYOS KÖZOKTATÁS JAVÍTÁSÁÉRT

*Ha az utóbbi 25 év adataiból olyan grafikonokat készítenénk, amelyek a természettudományos tárgyak óraszámának, a friss diplomás fizika- vagy kémiatanárok számának alakulását ábrázolnák az évek függvényében, akkor néhány év múlva az extrapoláció már nullát adna. És ez csak két kiragadott példa – nem lenne nehez további, rövid időn belül zérus-*

*hoz tartó grafikon szerkeszteni az emelt szintű fizika érettségét vállalók számától a korszerű természettudományi ismeretek alakulásáig. Ebben az esetben arra sem hivatkozhatunk, hogy így van ez másutt Európában is, mert nincs így. Ez a szerencse, mert legalább példákat láthatunk magunk előtt, és talán egy kevés segítségben is bízhatunk. De alapjában,*