

A fehérre meszelt falra vetítve, tanulóink szeme láttára hihetetlen sebességgel indult meg az ammóniumklorid rendkívül látványos, dendrites formában történő kristályosodása. Ez a gyors elrendeződés csak a kristályt felépítő parányi építőkövek világában lehetséges. A diákok megsejtették, hogy a kristályba rendeződés bámulatos sebessége a részecskék parányi méretéből (mozgékonyaságából) fakad. Kézenfekvő volt az összehasonlítás a testnevelési órán való tornasorba rendeződés, a buborékmodellnél tapasztalt elrendeződés és a valódi kristályok kialakulása során megvalósult rend létrejötte kö-

zött. A bemutató mindenki számára meggyőző volt: gyönyörű a világ és csodálatos feltárni titkait.

A folytatásban ismertetni fogjuk a modellel végzett további vizsgálatainkat.

Irodalom

1. R. P. Feynman, R. B. Leighton, M. Sands: *Mai fizika 7. Kristályszerkezetek. Dia-, para- és ferromágnesség. Folyadékok áramlása*. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1970.
2. Márki-Zay J.: Kristálymodell, szemcsemodell és az amorf anyagok modellezése: a Bragg-Nye-féle buborékmodell továbbfejlesztése. Márki-Zay János, Hódmezővásárhely, 2013.

CSÍRÁZÁSI SEBESSÉGEK MÉRÉSE

– egy tévhit tisztázása a mikrohullámú sütőről

Stonawski Tamás
Nyíregyházi Főiskola

11. osztályos gimnazista tanulókkal közösen, projekt munkában a konyhai mikrohullámú melegítés káros voltáról a médiában időről időre megjelenő állítások egyikét vizsgáltuk meg. Az állítás szerint a mikrohullámmal kezelt (felforralt) víz káros hatással van az élővilágra, amit az igazol, hogy az ilyen vízzel locsolt növények elpusztulnak, vagy csak kevésbé fejlődnek. Az ellenőrző kísérletet, beleértve a kontrollméréseket is, a diákok önállóan tervezték meg. Ebben ismét szerepet kapott a webkamerás számítógépes méréstechnika is. A kísérlet eredménye minden kétséget kizáróan cáfolta a médiában nyilvánosságot kapott állítást és igazolta, hogy a mikrohullámnak nincs olyan hatása, hogy az azzal kezelt vízzel történő locsolás káros lehet a növények fejlődésére. A kísérlet eredménye észrevehetően meglepte a diákok azon csoportját, akik úgy gondolták, hogy a médiában és az interneten megjelenő állítások, különösen azok, amiket valamilyen tudományos ízü titokzatosság körít, hitelt érdemlők. Bizton állíthatjuk, hogy az ilyen jellegű kísérleti projekt munkában való részvételnek szemléletformáló szerepe van a médiában is gyakran megjelenő áltudományosság ellen. A projektben résztvevő tanulók később sem fogadták el a médiából származó információkat pusztán a tekintélyelvűsége hagyatkozva.

A kísérlet előzményei

A 11. osztályban az elektromágneses hullámok hullámhossz szerinti csoportjait tanítottam, amikor megkérdeztem, szeretne-e valaki e témakörben kiselőadást tartani. Többen jelezték, hogy a mikrohullámú sütőről szeretnének többet megtudni. A kiselőadást tartó diáklány az előadás végére egy nyitott kérdést hagyott: „Vajon káros-e az egészségre a mikrohullámú sütőben melegített ételek fogyasztása?” A tanuló több olyan cikket is talált, amelyek az eszköz használatát

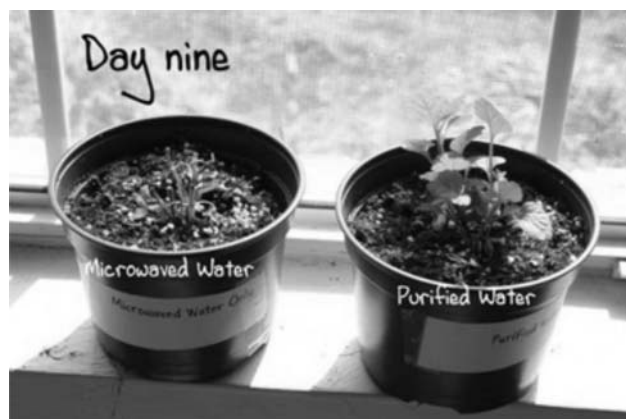
nem ajánlják, mert egészségkárosító hatású. Az egyik cikk kísérlettel is alátámasztja ezt a feltevést [1]. Az interneten olvasható írás arra szólítja fel olvasóit, hogy dobják ki mikrohullámú sütőjüket. Az angol nyelvű cikk magyarul is megjelent egy több mint százezres olvasótáborral rendelkező internetes lapon [2]. A nagy érdeklődés miatt elhatároztam, hogy szakörön felvetem a témát és megbeszéljük az írást.

A cikkben egy sussex-i diáklány a következő kísérletéről számol be, amelyet osztálytársai is megismételtek, és ők is hasonló eredményt kaptak. A tanuló csapvizet forralt fel gáztűzhelyen, majd mikrohullámú sütőben. Két azonosnak tűnő növényt locsolt a folyadékokkal, és a 9. nap a mikrohullámú sütővel forralt vízzel öntözött növény elpusztult (1. ábra). Konklúzióknak a mikrohullámú sütő emberi egészséget károsító hatását hozta ki.

A szakörön az írást tanulmányozva a tanulókkal közösen arra jutottunk, hogy nem alapozták meg jól, esetleg helytelenül hajtották végre a kísérletet. A következő megjegyzések hangzottak el:

– Lehet, hogy sósavval öntötték le a bal oldali növényt (☹).

1. ábra. Az [1] cikkben közölt fotón a kísérlet 9. napi eredménye látható.



Köszönet Juhász András témavezetőmnek.

– Két növény kevés a kísérlethez.

– Lehet, hogy nem azonosak voltak a feltételek (fény, vízmennyiség).

– Lehet, hogy nem várta meg a diáklány, a mikrohullámú sütőben forralt víz kihűlését.

– Sehol egy számérték, grafikon.

– Az első napi felvételen összeér a két virágtartó, a kilencedik napon már nem, és a növény elfordult, tehát mozgatták a növényeket.

– A cikkben nem szerepelnek a diáktársak megismerését kísérletei (gyanúsnak tartották).

– Nem biztos, hogy azonos volt a talaj. (A talajfelszínen látható apró fehér foltok a jobb oldali képen nem változtak az első és a második nap között, de a „mikrós”-on igen, tehát ezt a talajt át is mozgatták, de miért?)

– Nem ismerjük a két növény előtörténetét.

– A diáklány tudta, hogy melyik vízzel locsolta, hiszen a virágtartóra ráírta, ezzel pedig befolyásolhatta a kísérlet kimenetelét.

– Egyéb befolyásoló tényező, például huzatban volt az egyik növény.

A kísérlet

A csoportból két diáklány vállalta, hogy csapvízzel, illetve esővízzel is megismétli a kísérletet, és elhatározták, hogy tudományos módszereket fognak alkalmazni. Azért bővítettük ki a kísérletet esővízzel, mert annak magasabb a szervesanyag-tartalma, és ezeken az anyagokon esetleg nagyobb roncsolást okoz a mikrohullámú sütő, ahogy a lap egy előző cikkében már írt róla [3]. Ha igaz az állítás, nagyobb különbségnek kell lenni az esővízzel végzett kísérleteknél. A tanulók a kísérletet kifejlődött növények helyett magokon végezték el, hiszen így a változásokat a kezdeti fejlődéstől lehetett megfigyelni.

A kísérlet elvégzése előtt az egyik diákot megbíztam, hogy készítsen néhány napos time lapse felvételt (2. ábra) 15 perces léptékben kis méretű tritikáléről



2. ábra. Tritikálé csíranövekedése. A csíranövekedés sebességének méréséhez készült film első és utolsó képkockájának felvétele között 6 nap telt el.

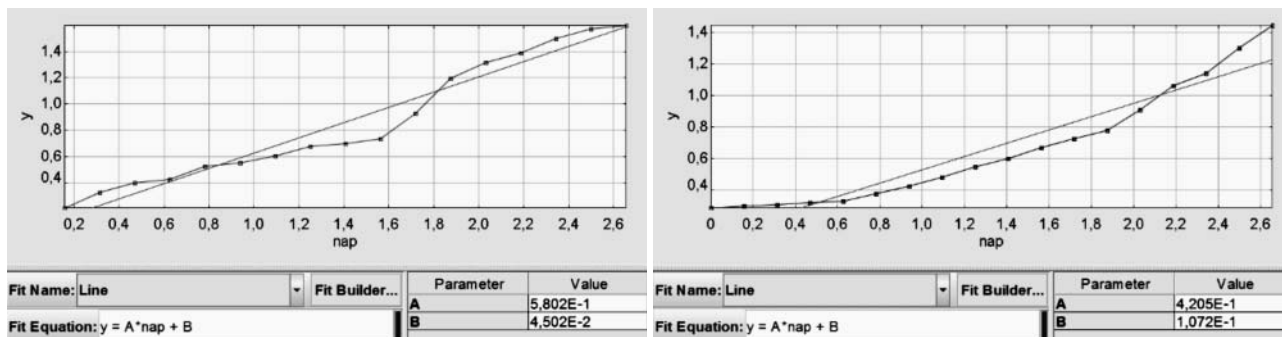
(a tritikálé a búza és a rozs keresztezésével létrehozott gabonaféle).

A magokat egy felbontatlan csomagból vette ki és egy befőttes üveg záró fedelén csíráztatta. A gabonáról készült felvételt a számítógép 6 napig 15 percenként automatikusan rögzítette. A kísérlet alatt a tanuló biztosította az állandó megvilágítást (nappal az ablakból jött természetes fény, éjszaka asztali lámpával világította meg), hogy a felvételen a csírák folyamatosan nyomon követhetők legyenek. A felvételt szakköri munkán elemeztük. Az elemzést azért végeztük el, hogy megfigyeljük, az azonos körülmények mellett milyen különbség van a csírázás folyamatában. A felvételen már szabad szemmel is észre lehetett venni, hogy a tálban véletlenszerűen elhelyezkedő magok nem azonos ütemben csíráznak. Pontos számszerű adatokat a videoanalízis adott (3. ábra).

Két, tetszőlegesen kiválasztott gabonaszem csírájának átlagos növekedési sebességét a videoanalízis $y-t$ grafikonjához illesztett egyenes meredeksége adta: $v_A = 0,6 \text{ cm/nap} \neq v_B = 0,4 \text{ cm/nap}$ (33%-os eltérés). Az $y-t$ grafikon t tengelyének kezdőértékét a csírázás kezdetéhez, azaz a filmfelvétel 3. napjához rendeltük. A kísérletből a tanulók megbizonyosodtak arról, hogy azonos körülmények között is várható (nem túl nagy) növekedési különbség a vizsgált növények között.

A kísérleteket két diáklány végezte otthon. Az egyikük 2 liter csapvizet forralt fel: 1 litert a gáztűzhelyen, 1 litert a mikrohullámú sütőben. A másik tanuló ugyanígy járt el, csak esővízzel. Az esővíz gyűjtésével várni kellett, így a csapvizet hamarabb kezdődött el. A literes flakonokat „mikro” és „gáz” feliratokkal jelölték meg és az iskolába hozták. A szertárban,

3. ábra. Két, véletlenszerűen kiválasztott tritikálé függőleges irányú csíranövekedése az idő függvényében.



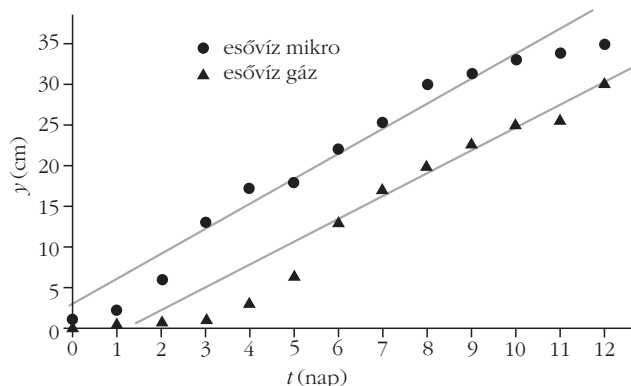


4. ábra. A vattára helyezett babszemek csírái a 15. napon.

teljes titokban a saját flakonjaimba öntöttem a „különböző” eljárásoknak kitett folyadékokat, majd „Einstein” és „Newton” feliratokkal láttam el őket. Ettől fogva már csak én tudtam, melyik flakonban melyik folyadék van. A tanulók a flakonokat hazavitték, és a boltból vásárolt azonos csomagból véletlenszerűen kiválasztott babokat azonos méretű műanyag tálkákba helyezték. A tálkák alá vattapamacsot raktak, amibe naponta 5 ml folyadékot cseppentettek orvosi fecskendő segítségével. A tálaknak az „Albert” és az „Isaac” nevet adták, így tudták, melyik flakomból kell azokat locsolni. Az egyes tálakba több babot is tettek, felkészülve a csírázási növekedés – tritikálé vizsgálatánál tapasztalt – egyenetlenségeire. A kísérletről jegyzőkönyvet készítettek, amelyben minőségi és számértéki megfigyelés is szerepelt. A babokat minden nap délután 5 órakor lefényképezték és a csírák megjelenése után a legnagyobb csírákat milliméter pontosan megmérték (4. ábra).

Az értékeket táblázatba foglalták. Megfigyelésük szerint a csíráképződés a 6-7. napon indult meg (jóval később, mint a tritikálé esetében), a teljes kísérlet 20 napig tartott. Eredményeiket a szakkörre elhozva kiértékeltek. Ekkor azonosítottuk a folyadékokat is, ami különleges izgalmat keltett a tanulóknál. Az adatokat a Graph programmal koordinátarendszerben ábrázoltuk, majd a pontsorokra egyeneseket illesztettünk (5.

5. ábra. A kétféle módszerrel felforralt esővízzel öntözött babok függőleges irányú csíranövekedésének adatai a pontokra illesztett egyenesekkel. A növekedési ütemben nincs lényeges különbség.



1. táblázat

Az átlagos csíranövekedési sebesség az összetartozó értékek százalékos eltéréseivel

a növény és az öntöző víz jellemzői	átlagos növekedési sebesség (cm/nap)	eltérés
tritikálé „A” (csapvíz)	0,6	33%
tritikálé „B” (csapvíz)	0,4	
bab (csapvíz, mikro)	2	23%
bab (csapvíz, gáz)	2,6	
bab (esővíz, mikro)	3,1	10%
bab (esővíz, gáz)	2,8	

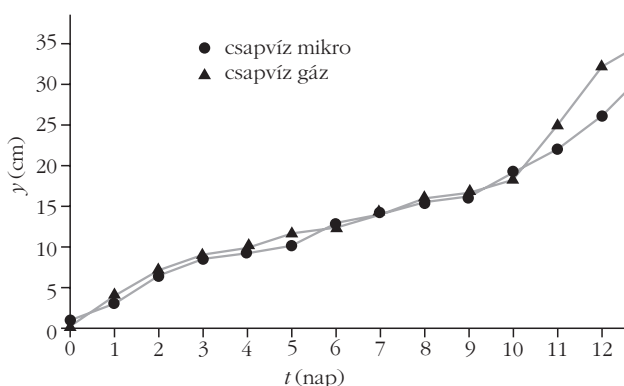
és 6. ábrák). Az egyenesek meredekségeit a programból kiolvastuk, így megkaptuk az átlagos növekedési sebességeket. A növekedési sebességeket és az összetartozó értékek százalékos eltéréseit táblázatba foglaltuk (1. táblázat).

A kísérlet eredményeinek összefoglalása

A kísérletben szereplő csapvíznél a gázzal forralt víz eredményezett nagyobb mértékű fejlődést, míg az esővíznél a mikrohullámúval forralt víz. Az összetartozó mennyiségek közötti százalékos eltérés viszont nem haladta meg az azonos körülményeknél előforduló különbségeket. A kísérleti eredményekből a tanulók azt a következtetést vonták le, hogy a babok csírázását nem befolyásolja az a körülmény, hogy milyen vízzel öntözik; előzőleg gázlángon vagy mikrohullámú sütőben felforralt vízzel. A felforralt esővíz és a csapvíz közötti különbség sem mutatott az átlagosnál nagyobb eltéréseket a csírafejlődésben. A csapvízzel öntözött babszemek csíranövekedési üteme hullámzó volt, ezt a környezeti viszonyok változásai okozhatták (fény, hőmérséklet stb.). Érdemes lehet a kísérletet nagyobb babszám-megismételni.

A mérés nagyon egyszerűen elvégezhető volt, a titkosság miatt a motivációt és az érdeklődést könnyen fenntarhattuk. A kísérleteket az átlagosnál nagyobb figyelem kísérte a kívülállók részéről, és itt

6. ábra. A kétféle módszerrel felforralt csapvízzel öntözött babok függőleges irányú csíranövekedésének adatai. A növekedési ütemben nincs lényeges különbség.



nem csak a tanulókat érdemes megemlíteni, hanem a szülőket és rokonokat is. Az alkalmazott mérési módszer, mint egy adott kérdésre választ adó technika, növelte a fizika tantárgy elismerését. Véleményem szerint fontos, hogy a tanulók az interneten olvasott (esetleg tudományosnak tűnő) szövegeket képesek legyenek felülvizsgálni és ne kontroll nélkül fogadják el azt. Az internetes médián felnövő generáció sokkal jobban ki van szolgáltatva azoknak a befolyásoló tényezőknek, amelyek a kialakulóban lévő világgépeket esetlegesen torzíthatják. A csíráztatásokat ugyan

lánytanulók végezték, de a kísérlet elemzésénél szívesen közreműködtek a fiúk is. A kísérletsorozatban a téma általánossága miatt sikerült olyan tanulókat is mozgósítani, akik korábban nem mutattak nagyobb aktivitást a fizikaórákon.

Irodalom

1. <http://www.hfpt.co.uk/dispose-of-your-microwave>
2. <http://filantropikum.com/iskolas-kislany-bizonyította-be-hogy-karos-a-mikrohullamu-suto>
3. <http://filantropikum.com/miert-ne-hasznaljuk-a-mikrohullamu-sutot>

KRIPTON GÁZ NYOMÁSÁNAK MÉRÉSE IZZÓLÁMPÁBAN

Menich Péter,¹ Szabó László
Puskás Tivadar Távközlési Technikum
Infokommunikációs Szakközépiskola

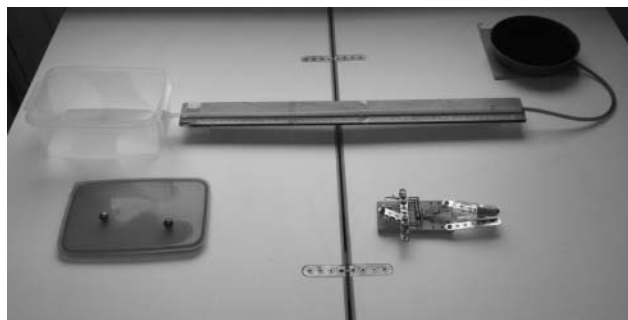
A kísérlettel egy 15 W teljesítményű 230 V-os, hűtőszekrényben használatos izzólámpában lévő gáz nyomását határozhatjuk meg. Mivel összetörjük az üvegbúrát, használjunk védőfelszerelést (kesztyű, védőszemüveg)!

Felhasznált eszközök:

- lezárható műanyag doboz (uzsonnás doboz),
- vékony átlátszó műanyag cső (vagy üvegcső),
- lapos edény (virágcserep alátét),
- festékes víz,
- vonalzó,
- egérfogó (csavarral a végén),
- mágnes,
- vasgolyó (1. ábra).

A dobozba helyezük az izzólámpát és az élesített egérfogót. A dobozfedő külső oldalán mágnessel megfogjuk a belső oldalára helyezett vasgolyót és óvatosan lezárjuk a dobozt. Ezután felemeljük a mágneset, így a vasgolyó leesik az egérfogóra, az lecsap és a ráerősített csavar széttöri az izzólámpa búráját. Az izzólámpában a légkörinél alacsonyabb volt a nyomás, így a törés után az egész dobozban csökken a nyomás: a festett víz befolyik a csőbe. A víz addig folyik, amíg a külső nyomással ki nem egyenlítődik a dobozban lévő gázkeverék nyomása (2. ábra).

1. ábra



Elméleti áttekintés

A folyamatot leírhatjuk az ideális gáz állapotegyenletével, figyelembe véve, hogy a hőmérséklet állandónak tekinthető.

Alaphelyzetben a kriptonlámpában

$$p_{\text{lámpa}} V_{\text{búra}} = N_{\text{kripton}} k T, \quad (1)$$

valamint a doboz – ép lámpa – cső V_1 térfogatú rendszerében:

$$p_0 V_1 = N_{\text{levegő}} k T, \quad (2)$$

ahol p_0 a külső légnyomás; törés után a doboz – törött lámpa – cső V_2 térfogatú rendszerében:

$$p_0 V_2 = (N_{\text{kripton}} + N_{\text{levegő}}) k T \quad (3)$$

alakú az állapotegyenlet.

Az (1) és (2) egyenleteket összeadva a (3) egyenletet kapjuk, tehát:

$$p_{\text{lámpa}} V_{\text{búra}} + p_0 V_1 = p_0 V_2.$$

Felhasználva, hogy a kezdeti és végső térfogatra

$$V_1 = V_{\text{doboz}} - (V_{\text{egérfogó}} + V_{\text{golyó}} + V_{\text{búra}} + V_{\text{foglat}}) + V_{\text{cső}},$$

$$V_2 = V_{\text{doboz}} - (V_{\text{egérfogó}} + V_{\text{golyó}} + V_{\text{foglat}}) + V_{\text{cső}} - \Delta V_{\text{cső}},$$

ahol $\Delta V_{\text{cső}}$ a csőbe befolyt festett víz térfogata.

A lámpában lévő gáz nyomása

$$p_{\text{lámpa}} = p_0 \frac{V_2 - V_1}{V_{\text{búra}}} = p_0 \frac{V_{\text{búra}} - \Delta V_{\text{cső}}}{V_{\text{búra}}} = p_0 \left(1 - \frac{\Delta V_{\text{cső}}}{V_{\text{búra}}} \right).$$

¹ 11. osztályos tanuló.