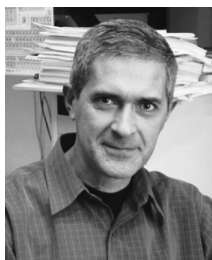


Természettudomány kisiskoláskorban



MTA-SZTE
Természettudomány
Tanítása Kutatócsoport



Kovács Lajos

„Játszani is engedd...” – vizes kísérletek alsósoknak

A gyermeki kíváncsiság a megismerés kiapadhatatlan forrása. Minden pedagógiai törekvés akkor jár sikerrel, ha ezt a természetes kíváncsiságot sikerül fenntartani, fejleszteni és irányítani a nevelés különböző időszakában. Számos szakember egyetért abban, hogy a természet megismerését minél korábban kell elkezdni (Adey és Csapó, 2012; Bustamante, Greenfield, Nayfeld, 2018; Korom és Nagy L-né, 2016; Molnár és Papp, 2014; Monteiro és Pilar Jimenez-Aleixandre, 2016; Piekny és Maehler, 2013). Az alábbiakban olyan egyszerű, játékos kísérleteket szeretnék bemutatni víz felhasználásával, amelyek minimális tanítói segítséggel alsó tagozatos gyermekek számára is könnyen kivitelezhetők. A kiválasztott kísérleteket korábban az MTA Víznapon (2018) és a szegedi SzeReTeD Labor programjában (2017) mutattam be. A kísérletek beépíthetők a környezetismeret, természetismeret tantárgy tanításába, de használhatók tanórán vagy iskolán kívüli foglalkozásokon is.

A kísérleteket követő magyarázatok elsősorban a tanítóknak szólnak, és az ő kompetenciájuk eldönteni, hogy abból mennyit és hogyan mondanak el a gyerekeknek.

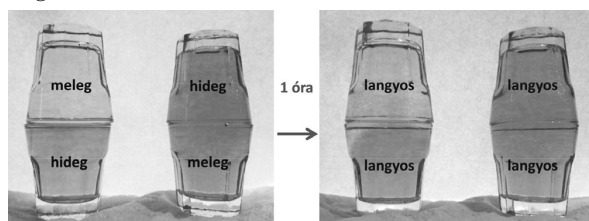
1. Hideg és meleg víz keveredése

Felhasznált anyagok és eszközök: hideg és meleg víz, különböző színű ételfestékek, azonos méretű poharak, írásvetítő-fóliából kivágott korong (amely a pohár átmérőjénél nagyobb).

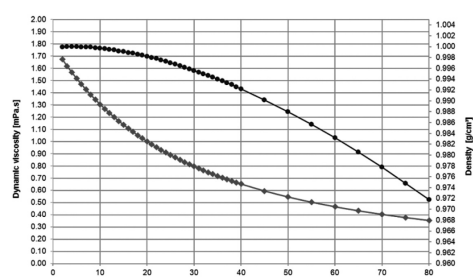
Eljárás: Öntsünk tele két-két poharat hideg és meleg vízzel, amelyek különböző színű ételfestékeket tartalmaznak. Először az egyik meleg vízzel teli pohárra helyezzük az írásvetítő-fóliát úgy, hogy lehetőleg ne maradjon benne levegőbuborék. A kezünkkel szorítsuk le a fóliát, óvatosan fordítsuk meg a poharat és helyezzük az egyik hideg vizes pohár tetejére, majd határozott mozdulattal húzzuk ki a fóliát a két pohár közül. Figyeljük meg, mi történik. A következő kísérletben a fenti műveletet úgy végezzük el, hogy ezúttal a meleg vízzel teli pohár van alul, és a hideg vízzel teli pedig felül. Hasonlítsuk össze a két kísérlet eredményét.

Magyarázat: A különböző hőmérsékletű vizek keveredését úgy tehetjük a legkönnyebben láthatóvá, ha eltérő színű ételfestékeket használunk (pl. sárgát és kéket, ame-

lyek keveredése zöld színt ad, 1. ábra). Amennyiben a hideg víz van alul és a meleg felül, úgy a két különböző hőmérsékletű réteg keveredése háborítatlan állapotban még egy óra után is lassú. Ezzel szemben fordított esetben a keveredés szinte azonnal megtörténik, amit a színváltozás is egyértelműen jelez. Mindenki előtt ismert az a jelenség, hogy egy tóban fürödve a mélyben levő víz hidegebb, mint a felszíni vízréteg és hosszú idő kell ahhoz, hogy a víz paszkolásával a hőmérsékletkülönbség kiegyenlítődjön. A jelenség oka a különböző hőmérsékletű vizek sűrűségének a különbsége és a víz rendkívül nagy viszkozitása (belső súrlódása), amely megakadályozza az egyes rétegek keveredését. A víz viszkozitása lényegesen jobban változik a hőmérséklettel, mint ahogyan a sűrűsége, azaz a melegebb víz sokkal könnyebben „folyik”, mint a hideg: a hőmérsékletet 0-ról 80 °C-ra növelve a víz viszkozitása egy negyedére csökken (2. ábra, Anon., 2019). A fenti kísérletben a fólia kihúzása során örvényeket keltünk, a különböző hőmérsékletű vizekben a viszkozitás és a sűrűség különbsége miatt eltérő sebességgel mozognak a víz részecskéi, ezért ha a meleg víz van alul, a keveredés gyorsan megtörténik, míg ellenkező esetben ehhez hosszú idő kell.



1. ábra. Hideg és meleg víz keveredése



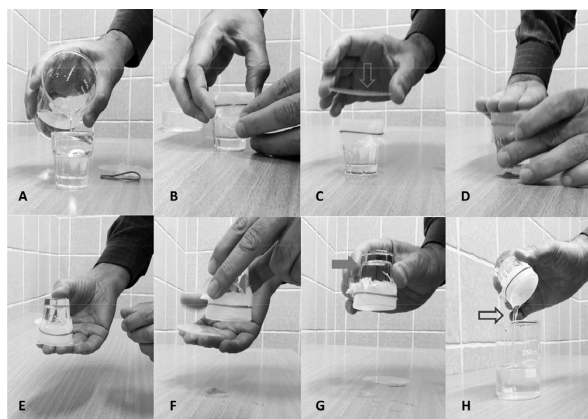
2. ábra. A víz belső súrlódásának (viszkozitás; alsó görbe, piros pontok) és sűrűségének (felső görbe, fekete pontok) változása a hőmérséklettel

(a kép forrása: <https://wiki.anton-paar.com/en/water/>)

2. A víz felületi feszültségének bemutatása

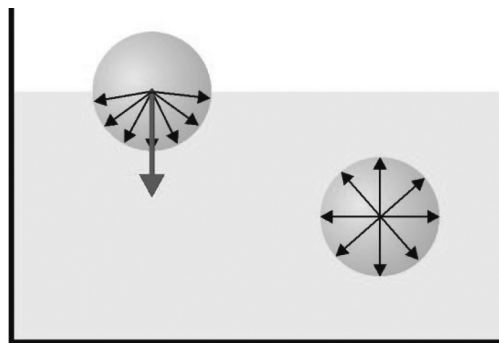
Felhasznált anyagok és eszközök: víz, pohár, gézlap, gumigyűrű, írásvetítő-fóliából kivágott korong (amely a pohár átmérőjénél nagyobb).

Eljárás: Öntsünk tele egy poharat vízzel, helyezünk a tetejére egy gézlapot, amit gumigyűrűvel rögzítünk (ha szükséges, a gézlap rögzítése után még pótolhatjuk a vizet). A fóliakorongot helyezzük a gézlappal letakart pohár tetejére és a kezünkkel lezorítva fordítsuk fel, majd távolítsuk el a fóliakorongot. Ha elég ügyesek vagyunk, csak nagyon kevés víz folyik ki így, és a gézlap megtartja a pohárban levő vizet, amely csak mozgathatás, rázás hatására fog kifolyni (3. ábra).



3. ábra. A víz felületi feszültségének vizsgálata egy gézlap segítségével. Kék nyíl: műanyag korong (C kép); piros nyíl: vízszint (G kép); lila nyíl: a kiömlő vízszugár (H kép)

Magyarázat: Az előző kísérlet magyarázatában már szerepelt, hogy a folyadékok közül a víz kimagasló belső súrlódással (viszkózitással) rendelkezik. Egy rokonfogalom a felületi feszültség. A felületi feszültség a folyadékok alapvető tulajdonsága, ami miatt a folyadékok a lehető legkisebb fajlagos felületű alakzatot (gömb) igyekeznek felvenni, ha külső erőter nem hat rájuk. A folyadékok belsejében a folyadék-molekulák között minden irányból hat az összetartó erő, a kohézió (Sulinet). Az azonos molekulák közötti kohézió nagysága egyenlő, ennek megfelelően a kohéziós erők a folyadék belsejében kiegyenlítik egymást, eredőjük nulla. Ez a megállapítás azonban nem vonatkozik a folyadék felszínén elhelyezkedő részecskékre. A felületen levő molekulákra a saját részecskéik vonzása csak alulról hat, a felülettel érintkező levegő (vagy egyéb gáz, illetve gőz) molekulái által kifejtett erőhatás ennél lényegesen kisebb. A folyadék felületi rétegében a folyadék-molekulák között működő kohéziós erők eredője nem zérus, hanem az a folyadék belseje felé mutat (4. ábra). Ha a fenti kísérletben megfordítjuk a gézlappal lezorított vizes poharat, akkor ez az erő a sűrű gézlappal együtt alkalmas arra, hogy a gravitáció ellenében a fejjel lefelé fordított pohárban képes legyen megtartani a vizet mindaddig, amíg mozgathatással meg nem szüntetjük ezt a kényes egyensúlyt. A kísérlet sűrű dróthálóval is megvalósítható.



4. ábra. A felületi feszültség kialakulása (a kép forrása: Sulinet)

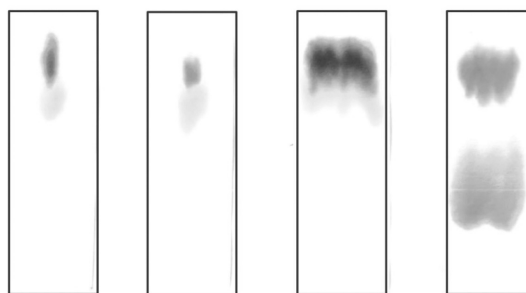
3. Filctollak festékeinek vizsgálata víz segítségével

Felhasznált anyagok és eszközök: víz, pohár, szűrőpapírcsíkok, olló, színes filctollak

Eljárás: Vágjunk téglalap alakú papírcsíkokat, amelyek a használt pohárnál hosszabbak. A papírcsíkok végétől mért kb. 1 centiméternyi távolságra hajtsuk be a papírcsíkokat, majd ismét a végüktől kb. 2 cm-re különböző színű filctollal rajzoljunk egy-egy pöttyöt, vagy húzzunk a hosszirányra merőleges vonalakat (ne legyen túl sok festék a papíron). Egy pohárba öntsünk vizet, és a papírcsíkok behajtott végét helyezzük az 5. ábrán látható módon a pohárba, hogy a papír beleérjen a vízbe. A kapilláriserő hatására a víz elkezd felszívódni a papírba, és a festékekhez érve azokat magával ragadja, amit a gravitáció is gyorsít. Amikor a víz a papírcsíkok végére ért, vesszük ki a vízből és hagyjuk megszáradni.



5. ábra. Filctollak festékeinek vizsgálata



6. ábra. A festékek összetevőkre bontása szűrőpapírcsíkokon

Magyarázat: A filctollakhoz használt festékek gyakran keverékek, amit a fenti kísérletben egyszerű eszközökkel bemutathatunk. Az alkalmazott módszer az ún. papírkromatográfia. Ezzel az eljárással a vizsgált festékek egy álló (papír) és mozgó (víz) fázis között oszlanak meg, a különböző festékek és összetevőik eltérő vándorlási sebességgel mozognak. Az egyes gyártók más és más összetételű festékeket használnak a filctollakban, érdemes kísérletezni különböző gyártmányokkal.

■ 4. Márványozás vízfelszínen

Felhasznált anyagok és eszközök: víz, Marabu Easy marble festékek (beszerezhetők művészellátó boltokból), papírlapok (famentes rajzlap, de akár egyszerű fénymásoló-papír is alkalmas), nagyméretű tál vagy műanyag doboz (amibe belefér a festeni kívánt papírlap), háztartási törölőpapír, gumikesztyű (elhagyható, csak a festék miatt).

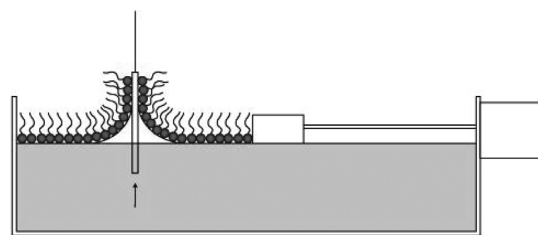
Eljárás: Az edénybe öntsünk vizet. Az egyik festékből cseppentsünk egy cseppet a víz felszínére, amely azonnal szétterül. Egy másik festéket az előző közepére vigyünk fel és így tovább, váltogatva a különböző színeket. Ekkor koncentrikus alakzatok jönnek létre, de persze más mintázatot is kialakíthatunk (7. ábra). Ha elkészült, akkor egy papírlapot óvatosan fektessünk a víz felszínére, hogy a festék teljesen ráragadjon és emeljük ki a papírt, hagyjuk megszáradni. A papírlap szélét célszerű behajtani, így egy fület alakíthatunk ki, amellyel könnyebb kiemelni a kész lenyomatot. Ha túl hamar leitatjuk a vizet, a festék esetleg szétkenődhet. Cseppentés helyett lehet festékbe mártott ecsetet használni, a professzionális képek így készülnek. Sík lapok helyett használhatunk más alakzatokat, pl. gömböt vagy tojást, ekkor térbeli mintázat fog képződni a leképezés során.



7. ábra. Márványozással készített képek

Magyarázat: Az itt bemutatott festési eljárás valószínűleg ázsiai eredetű, feltehetően Japánból vagy Kínából indult útra és perzsa–oszmán közvetítéssel jutott el Európába, először Németországba a 17. század elején, majd nem sokkal később Franciaországban is megjelent, és innen terjedt el a kontinensen. Japán neve *szuminagasi* (a szó japánul lebegő vagy kiömlött tintát jelent). Magyar nyelvterületen márványozás kifejezésként ismert, mert régebben gyakran használták márvány hatású könyvborítók készítéséhez (a másik ismert neve a „török papír”) (Wikipedia1).

Az alkalmazott festékek a szappanokhoz hasonló, ún. amfifil jellegűek, és a poláris víz felszínén igekeznek minél jobban szétterülni, a poláris részük a vízbe merül, a festéket tartalmazó apoláris rész a levegőben helyezkedik el. Ideális esetben monomolekuláris réteg jön létre (ez az ún. Langmuir–Blodgett film, 8. ábra), amelyet rendkívül vékony (pl. fényvisszaverő vagy fényáteresztő) bevonatok készítésére is felhasználnak (Wikipedia2).



8. ábra. A víz felszínén képződött Langmuir–Blodgett film átvitele egy hordozóra egyidejű húzás és oldalirányú nyomás segítségével
(a kép forrása:

https://it.wikipedia.org/wiki/Film_di_Langmuir-Blodgett)

Köszönetnyilvánítás. A tanulmány elkészítését a Magyar Tudományos Akadémia Tantárgypedagógiai Kutatási Programja támogatta. Az 1. kísérlet magyarázatához köszönöm dr. Czirják Attila segítségét (SZTE TTIK Elméleti Fizikai Tanszék). A 3. ábra felvételeit Váradi Zoltán készítette.

■ Irodalom

Adey, Philip, Csapó Benő (2012): A természettudományos gondolkodás fejlesztése és értékelése. In: Csapó B. és Szabó G. (szerk.) *Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez*. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest. 17–58.

Anon. (2019): Viscosity of water. <https://wiki.anton-paar.com/en/water/> (utolsó hozzáférés: 2019.09.29).

Bustamante, Andres S.; Greenfield, Daryl B.; Nayfeld, Irena (2018): Early childhood science and engineering: engaging platforms for fostering domain-general learning skills. *Educ. Sci.* **8**, 144. DOI:10.3390/educsci8030144.

Korom Erzsébet, Nagy Lászlóné (2016): A természettudományos gondolkodás fejlődése és fejlesztése az iskola kezdő szakaszában. I. *Tanító*, **54**. 3. sz. 24–27.

Molnár Milán, Papp Katalin (2014): Természettudományos nevelés kisgyermekkorban. *Fizikai Szemle*, **64**. 3. sz. 74–79.

Monteira, Sabela F.; Pilar Jimenez-Aleixandre, Maria (2016): The practice of using evidence in kindergarten: the role of purposeful observation. *J. Res. Sci. Teach.* **53**, 1232–1258. DOI: 10.1002/tea.21259.

Piekny, Jeanette; Maehler, Claudia (2013): Scientific reasoning in early and middle childhood: The development of domain-general evidence evaluation, experimentation, and hypothesis generation skills. *Br. J. Dev. Psychol.* **31**, 153–179. DOI: 10.1111/j.2044-835X.2012.02082.x.

Sulinet: A felületi feszültség fogalma, a felületi feszültséget befolyásoló tényezők. <https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/vegypar/fizikai-kemia/a-folyadekok/a-felületi-feszültség-fogalma-a-felületi-feszültséget-befolyásoló-tényezők> (utolsó hozzáférés: 2019. 09. 29).

Wikipedia1: Márványozás. <https://hu.wikipedia.org/wiki/M%C3%A1rv%C3%A1nyoz%C3%A1s> (utolsó hozzáférés: 2019. 09. 29).

Wikipedia2: Langmuir–Blodgett film. https://en.wikipedia.org/wiki/Langmuir%E2%80%93Blodgett_film (utolsó hozzáférés: 2019. 09. 29).