

DR. SZAKMÁNY CSABA – VASS VIRÁG – VASZIL LÁSZLÓNÉ

A TERMÉSZETTUDOMÁNYOK LENYŰGÖZŐ VILÁGA

OVILABOR, SULILABOR

*Érdekes, látványos, tanulságos természettudományos kísérletek
gyűjteménye óvodai és kisiskolai foglalkozásokhoz*

KÉZIKÖNYV PEDAGÓGUSOKNAK

A szakanyag megírását a „Belépő a tudás közösségébe” című EFOP-3.4.4-16-00006 azonosító számú projekt támogatta.

2021.



SZÉCHENYI 2020

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

A KÉZIKÖNYV SZERZŐI

DR. SZAKMÁNY CSABA (fizika-kémia tanár, kémia vezetőtanár, ELTE Trefort Ágoston Gyakorló Gimnázium, Budapest): szakmai koncepció, projektvezetés, kísérletek összeválogatása, kísérletleírások készítése, szerkesztés.

VASS VIRÁG (óvodapedagógus, Szent Anna Katolikus Óvoda, Kistarcsa): A kísérleteket nevelési-oktatási környezetben kipróbálta, a leírásokat a tapasztalatok alapján megjegyzésekkel és kiegészítésekkel ellátta, a bemutatással kapcsolatos tapasztalatokat lejegyezte.

VASZIL LÁSZLÓNÉ (tanító, Rákoscsabai Jókai Mór Református Általános Iskola, Budapest): A kísérleteket nevelési-oktatási környezetben kipróbálta, a leírásokat a tapasztalatok alapján megjegyzésekkel és kiegészítésekkel ellátta, a bemutatással kapcsolatos tapasztalatokat lejegyezte.

Szakmai lektor:

RÁKÓCZI MELINDA (fizika-kémia-környezettan tanár, Premontrei Iskolaközpont, Gödöllő)

A SZERZŐK ELŐSZAVA

„Természettudományos kísérletgyűjtemény kisgyerekeknek?”

A *Kémia Mobillabor* (<https://sz2a.hu/mobillabor/>) első évének nagy sikere után egyből felmerült a továbbfejlesztés, kiterjesztés gondolata. Egy pályázati lehetőségnek köszönhetően döntöttünk végül úgy, hogy a következő lépés legyen egy kisgyerekeknek szóló kísérletgyűjtemény kidolgozása. Annak ellenére, hogy saját tapasztalatomból és szakértők előadásából is tudtam, hogy mennyire fontos ennek a korosztálynak a természettudományos nevelése, azzal is tisztában voltam, hogy ennek itthon viszonylag kevés előzménye van a szakirodalomban. És ez érthető is, hiszen valóban nehéz feladat, hogy a természettudományokról a kisgyerekeknek beszéljünk úgy, hogy az számukra érthető, hasznos is legyen.

Elsőre magam is megilletődtem és elgondolkodtam azon, hogyan is lássunk neki a munkának: egy ovisoknak, kisiskolásoknak való természettudományos kísérletgyűjtemény megalkotásának. A projektbe bevont másik két kollégával már az elején olyan gyümölcsöző együttműködés és együtt-gondolkodás alakult ki, melynek köszönhetően egyik kiváló ötlet jött a másik után, és ezeket megvalósítani is sikerült szép sorban. Folyamatosan, gördülékenyen (a közös gondolkodásnak köszönhetően) alakult, hogy milyen legyen a *Kézikönyv*, hogyan alakítsuk ki a végleges változatát.

Nagyon izgalmas élmény volt számomra középiskolai tanárként megismerni a kisgyerekek gondolkodását, valamint azt, hogy az ő nevelésükben milyen módszerek, elvek célravezetőek. Nagy élmény volt megtapasztalni, hogy ezek segítségével hogyan lehet a természettudományokat, a természeti jelenségeket, törvényeket eljuttatni a gyermekekhez. Nyilván elsősorban az élmény, lenyűgözés szintjén, de nagyszerű volt látni, amikor jó gondolataikkal összekapcsolták a látottakat a mindennapi tapasztalataikkal, illetve amikor egy-egy kísérlet a napi játékukba is beivódott.

Őszintén remélem, hogy jelen *Kézikönyv* segítséget jelent minden óvodapedagógusnak és tanítónak ahhoz, hogy kísérletezzen a gyerekekkel, és így a természettudományokat már ebben az életkorban közel vigyék hozzájuk!

Dr. Szakmány Csaba
fizika-kémia tanár

„A kísérletezés a mindennapi foglalkozásaink részévé vált”

Amikor felkérést kaptam az ovilabor-sulilabor kifejlesztésében való részvételre, elsőre nagyon meglepett a dolog, hogy pont rám gondolt Csaba, de örömmel újságoltam a családomnak a lehetőséget. Sajnos a covid miatt a kezdeti lelkesedésem kicsit alábbhagyott, mert nem tudtam egyből belekezdeni a kísérletezésbe, de amint a lehetőségek megadattak, ismét újult erővel vágott bele az egész csapat a munkába.

Az első bemutató előtt rettentően izgultam, hogy én, mint „mezei” óvónő, hogyan fogok a gyerekeknek bármit is bemutatni és magyarázatot adni úgy, hogy az egy óvodás korú gyermek számára is érhető legyen. Nagyon sokat segített, hogy állandó kapcsolatban voltunk Csabával és Nórával, és megoszthattuk a tapasztalatainkat, kérdéseinket egymással.

A kísérleteket igyekeztem úgy beiktatni a mindennapjainkba, hogy a napirendünk ne boruljon fel, egy-egy foglalkozás keretein belül volt lehetőségem erre. Már az első kísérlet napján nagy izgalommal várták a gyerekek, hogy mit hoztam nekik aznapra, és ez a többi kísérletezős napon csak fokozódott. Öröm volt látni, hogy a gyerekek milyen lelkesedéssel vesznek részt a bemutatókon és türelemmel várják ki a sorukat, hogy ők is kipróbálhassák az adott kísérletet. Rengeteg visszajelzést kaptam tőlük, mind a játékukban, mind a beszédükben. A gyerekek nagy hatással voltak egymásra, mert a hiányzóknak élménybeszámolót tartottak, aminek hatására volt, hogy meg kellett ismételni a kísérletet.

Talán pont ezért az érzésért mondanám azt, hogy érdemes mindenkinek kipróbálni a kísérletezést. Rengeteg új színfoltot ad egy-egy foglalkozáshoz és a gyerekeknek olyan élményekben lehet részük, ami meghatározó lehet majd későbbi tanulmányaikban is. Bátran lehet válogatni a kísérletek közül a *Kézikönyvben*, a saját csoportra alakítva. Úgy gondolom, a gyerekek és a szülők is egyaránt hálásak lesznek, ha ilyen módon ismerkedhetnek meg a fizika és kémia rejtelseivel.

Vass Virág
óvónő

„Az első meghökkenés után beleszoktam a kísérletezésbe”

A *Kézikönyv* készítésének idején elsős osztályom volt. Amikor a felkérést kaptam a projektben való részvételre, először az jutott eszembe, hogy ez mennyire összecseng azzal, hogy minél gyakrabban igyekszem alkalmazni az élménypedagógia módszereit a tanítás során. Másodszor viszont az jutott eszembe, hogy utoljára középiskolában láttam természettudományos kísérleteket és hogy akkoriban hadilábon álltam ezekkel a tantárgyakkal. Kellott bátorság ahhoz, hogy belevágjak ebbe a kalandba, de állítom, hogy nagyon megérte, mert a gyerekek és jómagam is nagyon sokat profitáltunk a kísérletekből.

A kísérleteket a technika órákba illesztettem, heti rendszerességgel mutattam be őket a gyerekeknek. Igyekeztem úgy összeválogatni az adott tanórán bemutatott kísérleteket, hogy legyen benne mindig olyan, amiben a gyerekek is tevőlegesen részt vehettek. Engem mindig meglepett, hogy olyankor micsoda fegyelmezettséggel várta ki mindenki a sorát, annyira vágytak a személyes megtapasztalásra. Sokszor pont a magatartási, tanulási nehézséggel küzdő gyermekek voltak a legmotiváltabbak: figyelmüket, aktivitásukat a kísérlet során végig meg lehetett tartani.

Szép lassan magam is beleszoktam a kísérletezés világába. Amikor valami nem sikerült az osztály előtt, azt inkább úgy fordítottam le a gyerekeknek, hogy mindent újra meg lehet próbálni, és ha nem sikerül valami elsőre, akkor sem esünk kétségbe, hanem tanulunk a hibánkból és újból megpróbálhatjuk.

A kísérletezéssel töltött órákról kizárólag pozitív visszajelzéseket kaptam. Egy kislány édesanyja azt mesélte, hogy a reggelenként amúgy nehezen kelő gyermeke keddenként kipattant az ágyból, „mert kísérletezés lesz”. A bemutatott kísérleteket többen otthon délután elvégezték, ezekről számtalan fotót kaptam a szülőktől. A kísérletezés után szünetekben hallottam, hogy a gyerekek még a kísérletekről beszélgetnek, tárgyalják a magyarázatot egymás között.

Az elmúlt időszakban átélt tapasztalataim alapján szeretném a tanító kollegáimat arra biztatni, hogy vágjanak bele ebbe az új tevékenységbe! A kötetben leírt kísérletek mind nagyon látványosak vagy épp meghökkentőek. A kísérletekre való felkészülés kétségtelenül plusz energiát és időt követel meg a pedagógustól, ezt viszont azonnal kárpótolja a kíváncsisággal teli, csillogó szemű gyerekek mosolya és lelkesedése!

Vaszil Lászlóné
tanító

BEVEZETÉS

Helyzetkép, motiváció

Mára már sajnos közhely, hogy válságban a hazai természettudományos oktatás: a diákok körében a természettudományos tantárgyak (különösen a fizika és a kémia) a népszerűségi lista alján helyezkedik el. Ezeket a tantárgyakat a diákok nehéznek tartják, ennek következtében nem is szeretik.

Ezzel szemben meglepő tapasztalat, hogy a kisgyermekesek milyen szívesen vesznek részt interaktív természettudományos kiállításokon, bemutatókon, szívesen olvasnak ismeretterjesztő könyveket, szívesen járják a természetet és hoznak létre mindenféle „gyűjteményt”.

Az ellentmondás okát többen is keresték már, vajon mikor és miért történik meg a motivációvesztés a gyermekekben. Mi ennek a Kézikönyvnek a megalkotásakor nem arra vállalkoztunk, hogy ezekben a kutatásokba bekapcsolódjunk. Inkább egy olyan kísérletgyűjteményt kívántunk létrehozni, mely hozzájárulhat ahhoz, hogy a gyermekek kezdeti nyitottsága, motivációja, lelkesedése a természettudományok iránt megmaradjon, tudatosuljon és elmélyüljön. Így hátha nagyobb a remény arra, hogy a természettudományok szeretete és megértésének igénye a nagyobb életkorra, a természettudományos tantárgyak tanulásának idejére is megmarad.

A kísérletezés szerepe a természettudományos megismerés folyamatában és a természettudományok tanulásában

Miért kísérletgyűjteményt állítottunk össze?

A kísérletezés, az ismeretlen dolgok megismerése, a kíváncsiság kiélése az ember egyik legősibb, legmélyebb vágya. Ahogy az emberiség történetének kezdetén az ősembernek még minden új és felfedezésre váró volt az őt körülvevő világból, ugyanúgy a kisgyermekesek számára is még felderítetlen az őt körülvevő világ. A csecsemő még járni, beszélni sem tud, de máris mindent meg akar fogni, szájába akar venni. A kipróbáláson, kísérletezésen keresztül tudunk tapasztalatot szerezni a körülöttünk zajló jelenségekről, a minket körülvevő világról.

A kísérletezés élménye lenyűgöz, gyönyörködtet, meghökkent, még akkor is, ha alacsony életkorban a tapasztalatok magyarázata csak nagy vonalakban lehetséges, vagy akár egyáltalán nem.

A fizikatörténetben óriási szerepe volt a kísérletezés megjelenésének a fizika tudománnyá válásában. Galilei, majd Newton voltak azok, akik szakítva az addig uralkodó arisztotelészi felfogással, bevezették a fizikában a kísérletezést. Sőt, a természettudományosság kritériumává vált, hogy egy állítást kísérletileg

ellenőrizni kell tudni, és a mért (tapasztalt) eredménynek egyeznie kell az elméletileg levezetett eredménnyel.

A tudósok kísérletezés során tudnak megfigyelni alaposan jelenségeket, akár több szempontból is. Kísérletezés során lehetőség van a jelenség megismétlésére, a körülmények tetszőleges megváltoztatására, illetve a zavaró körülmények kizárására. Lehetőség van akár mérések elvégzésére is. Sok kísérlet elvégzése és a tapasztalatok összegzése után fogalmaznak meg a tudósok általános érvényű természeti törvényeket. A tudományban a kísérletezés másik fontos szerepe a tapasztalatszerzés mellett, hogy az általános érvényű elvekből következő állításokat kísérletekkel lehet és kell ellenőrizni, igazolni vagy cáfolni.

A kísérletezés szerepe óriási és vitathatatlan a természettudományos nevelésben is. Nagyobb életkorban a tananyag szemléltetésére, a tanult törvények igazolására mutatunk be kísérleteket. Alacsonyabb életkorban a gyermekek kísérletek elvégzésével vagy megnézésével, majd elemzésével tehetnek olyan felfedezéseket, melyek ugyan a tudomány számára nem újak, számukra azonban addig ismeretlenek voltak. Kísérletek elvégzésével a gyerekek tehát részesei lehetnek annak az élménynek, amit a kutatók átélhetnek egy-egy új felfedezés során. A gyerekek egy-egy ismeretlen jelenség kapcsán felállíthatnak hipotéziseket, amit kísérlettel ellenőrizhetnek, rácsodálkozhatnak új jelenségekre, gyönyörködhetnek és örülhetnek valamilyen szép vagy érdekes látványnak.

Kísérletezés közben fejlődik a gyermekek megfigyelőkészsége, gyakorlati érzéke, kezűgyessége, kitartása. A jelenség magyarázatára tett törekvések során fejlődik gondolkodásuk, a logikai kapcsolatok, összefüggések keresése segíti kognitív fejlődésüket.

Kisgyermekkorban végzett kísérletezés során a látottak-hallottak (mint más tevékenységek esetén is) beleivódnak a gyerekekbe. A látvány, a tapasztalatok és a magyarázatok részévé válnak gondolataiknak, beszédtemáiknak, játékuknak. (Egy ilyen megfigyelésünk volt például, hogy a délelőtti „vulkánkitörés” kísérlet délutánján számtalan vulkán készült a homokozóban, a gyerekek újra és újra eljátszották, átélték a kísérletet.)

Kísérletezéssel a gyerekek tapasztalatokat gyűjtenek a gyakorlati életről, anyagokról, tevékenységekről, jelenségekről. Sajnos szomorú tény, hogy a mostani gyerekek nagyságrendekkel kevesebb időt töltenek a kertben (természetben) való játékkal, egyszerű eszközök megszerelésével, „bütykölésével”, mint a 20-30 évvel ezelőtti gyermekek (az 50-60 évvel ezelőtti időről nem is beszélve). A gyerekek személyiségfejlődéséből így kimarad nagyon sok fontos megtapasztalás, melynek következményei tapasztalható gondolkodásukban, de akár a természettudományos tantárgyak népszerűtlenségéért is felelős lehet.

Kísérletezéssel és a természettudományokkal való foglalkozás során a gyerekek megtapasztalhatják, hogy a tudomány jó, érdekes és hasznos. Ennek kapcsán rájöhetnek, hogy lehet a természettudományokat szeretni, a későbbiek során pedig érdemes tanulni ezeket. Valamint megtapasztalhatják, hogy a

tudomány maga is lehet jó és hasznos, nemcsak káros és veszélyes, ahogy sokszor a média közvetíti.

Felmerülhet a kérdés, hogy mikor, milyen tevékenységhez kapcsolódóan és milyen gyakorisággal végezzünk kísérleteket ebben a nevelési szakaszban, hiszen ilyenkor még nincs fizikaóra, kémiaóra. Ebben a kérdésben csak támpontokat szeretnénk adni a pedagógusoknak, segítve őket abban, hogy megtalálják, saját csoportjaik nevelésébe hogyan tudnák a leghatékonyabban beilleszteni a kísérletezés élményét.

A gyakoriságról: természetesen nem elvárás és nem is nagyon valósítható meg, hogy hetente legyenek kísérletek! Eleinte nyilván ritkábbak ezek az alkalmak, majd ahogy belejön a pedagógus, illetve kérlelni fogják a gyerekek, egyre gyakoribbá válik. Nagyon jó, ha van valamiféle rendszere (pl. havonta vagy kéthavonta egy alkalom, adott napon), mert akkor a gyerekek (és persze a pedagógus is) már előre tud készülni.

A mikorról: amikor csak alkalom adódik rá. Ez lehet egy-egy foglalkozás az aktuális tematikai egységhez kapcsolódóan (pl. a természet illetve környezetünk megismerése) vagy valamilyen világnaphoz, jeles naphoz kapcsolódva (pl. víz világnapja, Föld napja). Ezekhez a témakörökhöz elég sok ötlettár, tevékenységi ajánlás áll az óvodapedagógusok és tanítók rendelkezésére, mi ezt szeretnénk kiegészíteni most természettudományos kísérletek elvégzésének lehetőségével.

A legfontosabb alapelv ebben is az, mint sokminden másban, pl. az étkezésben: akkor és annyit, amennyi jólesik. A kezdeti néhány próbálkozás (és remélhetőleg siker) után egyre nagyobb kedvet érzünk a folytatáshoz, és egyre jobban látjuk azokat a lehetőségeket, amikor a nevelési tervbe illeszthető a kísérletezés.

Célkitűzés, megvalósítás

Ahogy fentebb írtuk, a kisgyermekkorai természettudományos nevelés támogatására egy kísérletleírásokat tartalmazó kézikönyvet kívántunk létrehozni, melyet kifejezetten óvodapedagógusoknak és tanítóknak szántunk használatra. Kifejezett törekvésünk volt, hogy ez ne pusztán egy „ötletgyűjtemény” legyen, amiben csak ajánlásokat fogalmazunk meg, hanem a lehető legnagyobb részletességgel kidolgozott, közvetlenül hasznosítható segédanyag. A részletek és konkrétumok nagyfokú kidolgozásával nem a pedagógusi szabadság csökkentése volt a célunk! Azért tettünk így, mert reményeink szerint így sikerül csökkentenünk a kísérletezéssel szembeni esetleges aggodalmat, félelmeket netán ellenérzést a nem természettudomány-szakos pedagógusokban. (Egy, a sütés-főzés terén kezdő személy is szívesebben használ olyan receptet, melyben minden lépés alaposan és pontosan, követhetően le van írva, nemcsak ajánlások és „ízlés szerinti” tanácsok szerepelnek.)

Tekintve, hogy a Kézikönyvet tehát kifejezetten olyan pedagógusoknak készítettük, akiknek nem hivatása a természettudományos nevelés (a szerzők közt szereplő óvodapedagógus és tanító is ilyen, a munka kezdetén nem rendelkeztek tapasztalattal e téren), igyekeztünk minden szükséges információt leírni egy-egy kísérletleírásba. Szerepelnek a szükséges anyagok, eszközök, útmutató a kísérleti eszköz elkészítéséhez, a kísérlet kivitelezéséhez. Szerepel a jelenség magyarázata és annak fizikai háttere (természetesen nem teljes mélységében, hanem úgy, hogy az illeszkedjen az óvodás-iskolás gyermekek befogadókészségéhez). Megfogalmaztunk rávezető kérdéseket a tapasztalatok összegyűjtéséhez (mit figyeljenek meg a gyerekek), illetve a magyarázatokhoz. Minden kísérlethez írtunk bevezető, motiváló, ráhangoló gondolatokat, valamint a bemutatott jelenséghez kapcsolódó gyakorlati vonatkozásokat, alkalmazásokat is összegyűjtöttük.

A Kézikönyvben szereplő kísérleteket óvodai illetve általános iskolai alsós környezetben, „átlagos” gyerekekkel kipróbáltuk. A kipróbálás során szerzett tapasztalatokat beépítettük a leírásokba, néhány esetben pedig konkrétan ki is emelünk néhány, a kipróbálás során szerzett élményt, tanulságot.

A kísérletekhez semmilyen „laboreszközre” vagy más, nehezen beszerezhető kísérleti eszközre nincs szükség. Minden kísérlethez elegendők az otthon, a háztartásban fellelhető eszközök, illetve ötletet adunk arra, hogyan lehet ezeket egyszerűen beszerezni hobbiboltból vagy általános üzletből. Több esetben egyébként hulladéknak minősülő tárgyakat használunk kísérletezésre.

Mindebből következik, hogy a kísérleti eszköz elkészítése általában az első lépés, mely igényel némi időt és erőfeszítést a pedagógus részéről. Több esetben azonban az eszköz a gyerekekkel együtt is elkészíthető, így már ebbe a folyamatba is be tudjuk őket vonni. Másrészt az eszközök eltehetőek későbbre, pl. egy dobozba, és később már csak elő kell venni őket. Sőt magunkkal is vihetjük őket, pl. egy táborba kísérletes foglalkozás megtartásához, vagy egy másik intézményben dolgozó kollégának kedvet csinálni a kísérletek megmutatásával.

Terveink között szerepel, hogy a jövőben minden kísérlethez készítsünk fényképeket és videófelvételeket annak érdekében, hogy az eszköz elkészítésére és a kísérlet bemutatására vonatkozó leírások, utasítások végképp egyértelműek legyenek.

Mindezek alapján bátorítani szeretnénk az óvodapedagógusokat és tanítókat, hogy bátran vágjanak bele a kísérletezésbe, a Kézikönyv minden segítséget megad ehhez!

Tanácsok kezdő kísérletező pedagógusoknak

Az első és legfontosabb, hogy merjünk belevágni! Ne féljünk kísérletezni a gyerekekkel és a gyerekeknek, még akkor sem, ha úgy érezzük, hogy a természettudományok távol állnak tőlünk, vagy akár annak idején saját magunk is megtapasztaltuk az iskolában a természettudományos tárgyak kapcsán a sikertelenséget, motivátlanságot. Háttha a kísérletek elvégzésével és felnőtt fejjel új élményeket gyűjtünk, és a gyermekekkel együtt szeretjük meg a természettudományokat!

Ne féljünk a kísérletezés ismeretlenségétől! Gyakorlott, magabiztos pedagógusként is tarthatunk attól, hogy ismeretlen terepre lépve elbizonytalanodunk. Ez a kezdeti félelem azonban hamar eloszlik, amikor az első néhány próbálkozás után rájövünk, hogy gyakorlással ezen a téren is magabiztosak lehetünk.

A Kézikönyvben szereplő kísérletek egyszerűek, kellő körültekintés esetén teljesen veszélytelenek. (Legalábbis nem veszélyesebbek, mint bármilyen más, óvodai vagy iskolai foglalkozás.)

Ebben az életkorban a lényeg a látványon, a jelenségek bemutatásán, a meghökkentésen, lenyűgözésen, gyönyörködtetésen van. Ezért ne aggódjunk, ha úgy érezzük, nem ismerjük a jelenség teljes magyarázatát. A gyerekeknek sem kell elmondanunk a teljes magyarázatot, elegendő a részleges magyarázat. Fontos azonban, hogy az egyszerűsítés érdekében rossz, téves magyarázatot semmiképp se mondjunk! Egy hiányos magyarázatot a későbbi tanulmányok során sokkal könnyebb kiegészíteni, mint egy téveset kijavítani.

Fontos, hogy a kísérleteket mindig előre ki kell próbálni és gyakorolni kell annyiszor, míg „üzembiztosan” nem sikerül előállítani a bemutatni kívánt jelenséget! Ez kitartást és gyakori próbálkozásokat igényel! Ha valami miatt nem sikerül úgy előállítani a jelenséget és bemutatni a kísérletet, ahogy a leírásban szerepel, próbáljunk meg rájönni az okára vagy akkor egyelőre hagyjuk ki a kísérletet!

Ha a kísérletezés közben történik valamilyen nem várt jelenség, vagy nem sikerül a kísérlet, ne essünk kétségbe! A tudományban is sokszor előfordulnak a sikertelen próbálkozások. Fontos, hogy ezeknek mindig oka, magyarázata van. Ha a várt tapasztalattól nagyon nagy az eltérés, próbáljuk megmagyarázni ezekben az esetekben, miért is történt ez a váratlan esemény, majd próbálkozzunk újra, amíg nem sikerül! Az a jó a kísérletezésben, hogy akármennyiszer ismétélhető!

A kísérletek elvégzésénél kezdjük azzal, hogy bemutatjuk a gyerekeknek, milyen eszközöket és mire fogunk használni. Ezután mondjuk el, mit fogunk csinálni. Nagyon hasznos a gyerekek gondolkodásának fejlesztése szempontjából, ha megkérdezzük őket, szerintük mi fog történni (hipotézisalkotás). Még jobb, ha ezt meg is próbálják megindokolni. A kísérlet elvégzése után a hatás annál nagyobb, minél távolabb van a tapasztalat a várt eredménytől. Ez esetben mindenképp érdemes a magyarázatban kitérni az eltérés okaira.

A kísérletet (különösen, ha egy gyors mozgás, változás volt) érdemes többször egymás után bemutatni. Így az esély is nagyobb arra, hogy sikeres lesz a bemutatás. A kísérletbemutatás során (ha figyelemmegosztásunk lehetővé teszi) irányítsuk a gyerekek figyelmét a lényeges tapasztalatokra! Mondjuk nekik, hogy mit figyeljenek, nézzenek, hogy a lényegtelen mellékjelenségek ne tereljék el a figyelmüket! A Kézikönyvben minden kísérletnél szerepel néhány ajánlott kérdés a tapasztalatok összegzéséhez. Ezek természetesen csak javaslatok, a pedagógus saját belátása szerint alakíthatja ezeket.

Áttekintés, a Kézikönyv bemutatása

A Kézikönyv három tematikus kísérletsort, összesen 27 kísérletet ír le, elég tág merítéssel annak érdekében, hogy a lehető leguniverzálisabban használható legyen.

A kísérletek elvégzéséhez szükséges eszközöket, anyagokat a pedagógusnak kell összeszednie és előállítania. Ez hétköznapi anyagokból, háztartásban használt eszközökből, adott esetben hulladékokból könnyen megtehető. A leírások utasításokat tartalmaznak arra vonatkozóan is, hogyan lehet az eszközöket elkészíteni.

A kísérleteket bemutató pedagógus szabja meg, hogy a kísérletek közül melyiket mutatja be, melyiket hagyja ki, milyen mélységű magyarázatot fűz hozzájuk. Ehhez figyelembe kell venni a résztvevő tanulók, óvodások létszámát, előzetes ismereteit, életkorát, a terem felszereltségét és a rendelkezésre álló időt. A kísérletek mennyiségének meghatározásában döntő szempontja van a gyermekek életkorának és ebből adódó koncentrációs időtartamának. Javasoljuk, hogy óvodásoknak kb. 20 percnyi (2-3 kísérlet), alsósoknak 35-40 perc (4-5 kísérlet) szerepeljen egy foglalkozás alkalmával. Hogy mely kísérleteket kívánja csokorba gyűjteni, teljesen a pedagógusra bízunk. Nagyon hasznos, ha egy témakörből, témájában hasonló kísérletek szerepelnek egymás után, így lehetőség van a tapasztalatok, gyakorlati vonatkozások összekapcsolására. Nagyon jó, ha sikerül egymásra épülő kísérleteket bemutatni egy-egy alkalommal. Ugyanakkor az is jó megoldás, ha szándékosan teljesen eltérő témájúak a kísérletek, így egy foglalkozáson belül többféle témakör is előkerülhet.

Fontos, hogy a Kézikönyvben nemcsak látványos, hanem tanulságos kísérletek is szerepelnek. A kísérletek bemutatását minden esetben kövesse valamilyen, a gyermekek életkorának megfelelő magyarázat! Alacsonyabb életkorban a hangsúly inkább a tapasztalatok megfigyelésén, összegyűjtésén, a rácsodálkozásokon legyen! Minden kísérletleírásban szerepel (vázlatosan) a magyarázat, a jelenség természettudományos háttere. Ez inkább a pedagógusnak szól háttérismeretként, segítségképp. Semmiképp nem elvárás, hogy a gyerekek (pláne a kisebbek) megértsék vagy akár megalkossák a magyarázatot. Megelégszünk azzal, ha a célok, tanulságok között megfogalmazottak teljesülnek (ez pedig több esetben a gyönyörködtetés, lenyűgözés).

A legtöbb kísérlet ún. tanulókéísérleti formában is megvalósítható, azaz amikor a gyermekek csoportokba rendeződve végzik el a kísérleteket. Ehhez érdemes 3-5 fős csoportokba osztani a gyerekeket. Fontos, hogy ilyenkor a csoportok számának megfelelő számú kísérleti eszközt kell készíteni, illetve folyamatos pedagógusi felügyelet, segítség szükséges. Javasolt, hogy a csoportok a pedagógus irányításával, egyszerre haladjanak a kísérletek lépésein végig.

Egy-egy kísérletleírás 2-4 oldal terjedelmű, mindegyik azonos szerkezetű. Ez és a vázlatpontokba szedett leírások segítenek a gyors áttekintésben, így a kísérletek kiválasztásában. Egy kitöltetlen kísérletleírás-fedlap a következő oldalon szerepel.

1. A KÍSÉRLET CÍME

Ajánlott életkor:	Az előkészítés időtartama:
Forma:	A bemutatás időtartama:
Témakör:	A megbeszélés időtartama:
A kísérlet rövid leírása, összefoglalása:	
A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:	
Bevezető, ráhangoló, motiváló gondolatok, kérdések:	
Szükséges eszközök: •	Szükséges anyagok: •

Az eszköz elkészítése:

-

A kísérlet kivitelezése:

- 1.

Rávezető kérdések a tapasztalatok összegyűjtéséhez:

- 1.

A kísérlet magyarázata:

-

Rávezető kérdések a magyarázat megalkotásához:

- 1.

A témakör gyakorlati vonatkozásai:

- 1.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

-

Elsős osztályban / óvodás csoportban történő bemutatással kapcsolatos tapasztalatok:

- **Előkészítés:**
- **Kísérlet bemutatása:**
- **Utólagos tapasztalatok:**

A KÍSÉRLETEK LISTÁJA

1. kísérletsor: LEVEGŐ ÉS GÁZOK

1. Konzervdoboz-ágyú
2. A lebegő ping-pong labda
3. Krumplipuska
4. Táncoló korong
5. A „semmi” öntögetése
6. Vulkánkitörés
7. Kis bűvárok
8. Vízszippantás
9. Forgó papírkígyó

2. kísérletsor: VÍZ ÉS FOLYADÉKOK

1. A trükkös bűvár
2. Az eltérülő vízsugár
3. Az úszó parafadugó
4. Gémkapocs a vízen
5. Hány vízcsepp fér el egy ötforintonson?
6. Pénz kerül a kártyára
7. Szivárvány egy filctollból
8. Megfordul a nyíl
9. Festés lilakáposztával
10. Óriásbuborékok
11. Miért alkotja az ember testének nagyrészét víz?
12. Titkosírás tejjel
13. Kidurran a lufi?

3. kísérletsor: MOZGÁSOK

1. A felmászó pénzérme
2. Zuhanó bögre
3. Egyensúlyozó villák
4. Pohár-telefon
5. A trükkös inga

A KÍSÉRLETEK ÖSSZEVÁLOGATÁSÁNAK SZEMPONTJAI

A kísérletek összeválogatásakor az alábbi szempontok érvényesültek:

- Három általános téma köré csoportosuljanak;
- A kísérletek alkalmasak legyenek a gyerekek lenyűgözésére, gyönyörködtetésére, így erősítve a gyerekekben a természettudományok szeretetét. A cél ebben az életkorban a lenyűgözés és az érdeklődés felkeltése;
- A látott jelenségek, tapasztalatok valamilyen szintű megértése is lényeges természetesen, ezért a kísérletek nagyrésze olyan, hogy megértésük kisgyermek számára se okozzon nehézséget, a közvetlen tapasztalatokból vagy hétköznapi ismeretekből a magyarázat megalkotható legyen;
- A bemutatott jelenségek legtöbbje kapcsolódjon a természettudományok valamilyen gyakorlati alkalmazásához, így erősítve a gyerekekben a természettudományok iránti bizalmat;
- A kísérletek könnyen és gyorsan előkészíthetők, kivitelezhetők és elpakolhatók legyenek;
- Kizárólag háztartási, könnyen beszerezhető vagy elkészíthető anyagokra és eszközökre legyen szükség;
- Lehetőleg ne legyen szükség élelmiszer felhasználására a kísérletekhez, ezzel is segítve a gyerekek szemléletformálását. Az előző szempont miatt ez azonban néhány esetben elkerülhetetlen volt. Ilyenkor általában olcsó és nem közvetlen fogyasztható élelmiszerről van szó.

BALESETVÉDELMI, BIZTONSÁGI SZABÁLYOK

1. Az Ovilabor, Sulilabor keretében bemutatott kísérletek alapvetően nem balesetveszélyesek. Nem dolgozunk veszélyes anyagokkal, nem végzünk veszélyes műveletet. Ugyanakkor az esetleges balesetek elkerüléséhez szükséges a körültekintő munkavégzés, ennek alapjait foglaljuk össze a következőkben.
2. A kísérletező asztal legyen mindig tiszta és üres, csak a kísérleti eszközök legyenek rajta!
3. Csak olyan műveletet hajthatnak végre a diákok, amire a pedagógus felszólította őket! Kísérletezni csak fegyelmezetten lehet!
4. A kísérleti anyagokat kézzel megfogni, szájba venni, megenni tilos! Még akkor is, ha esetleg élelmiszerről van szó!
5. A kísérleti anyagok között nem szerepel olyan anyag, mely a bőrt marná, de ha valakinek a kezére folyt valamilyen folyadék, le kell törölni vagy mosni.
6. A pedagógusnál legyen kéznél egy törlőrongy, mellyel az esetleg kicseppent/kifolyt folyadékot feltörölheti.
7. Tüzet csak felnőtt (azaz a pedagógus) gyújthat és végig felügyelnie kell a lángot! Éghető anyag nem lehet a láng közelében!
8. A veszélyesebb kísérleteket a pedagógus végzi el. Ezeket a diákok számára jól láthatóan, de tőlük biztonságos távolságban kell bemutatni.
9. Az elmosogatandó eszközöket érdemes egy műanyag tálban gyűjteni a kísérletezés közben, majd a mosogatást a lehető leghamarabb elvégezni!
10. A hulladékként keletkező anyagok és elhasznált eszközök nem veszélyes hulladékok, a kommunális illetve a szelektív hulladékgyűjtőbe kerülhetnek.

KÍSÉRLETLEÍRÁSOK

1. kísérlet sor: LEVEGŐ ÉS GÁZOK

A levegő állandóan körülvesz minket, ennek ellenére sokszor elfelejtkezünk a létéről. Gyakori dolog, hogy a kisgyermek számára sem egyértelmű, hogy állandóan benne vagyunk ebben a színtelen, szagtalan gázkeverékben. Még felnőttek szóhasználatában is megfigyelhető ez, amikor azt mondjuk, hogy a pohár vagy a műanyag palack „üres”, noha tele van levegővel.

A levegő az első és a leggyakrabban előforduló gáz (pontosabban gázkeverék), amivel életünk során találkozunk. Szintén kisgyermeknél fordul elő, hogy a „levegő” és a „gáz” kifejezéseket szinonimaként használják. A levegő valóban magában hordozza sokféle gáz tulajdonságát (már csak azért is, mert maga is többféle gáz keveréke), de a kísérlet sor elvégzése során több, másféle gázzal is találkozni fogunk.

A természettudomány szempontjából a levegővel kapcsolatban nagyon fontos az összetétele:

- nitrogén: 78 térfogat%¹
- oxigén: 21 térfogat%
- egyéb: 1 térfogat%, ebben
 - szén-dioxid
 - vízgőz
 - mérgező gázok, pl. kén-dioxid, nitrogén-oxidok
 - nemesgázok, főként argon
 - szálló por

A levegő összetétele a földfelszíntől mért magassággal változik, a magaslégkörben egy bizonyos magasságban pl. igen magas az ózon koncentrációja, ez az ózonréteg.

A levegő összetevőinek néhány jellemzője:

- Oxigén: színtelen, szagtalan gáz. Az égést táplálja. Az élethez nélkülözhetetlen, ez belélegezve a véráramlás segítségével eljut a sejtjeinkhez és ott a „belső égést” táplálja, majd szén-dioxiddá alakul. Az oxigént a növények termelik az ún. fotoszintézis során (napfény hatására szén-dioxidból és vízből szőlőcukrot és oxigént állítanak elő).
- Nitrogén: színtelen, szagtalan gáz. Nem éghető, az égést nem táplálja. Kémiai reakciókkal szemben ellenálló, ún. inert gáz. Élelmiszerek és egyéb termékek védőgázaként szokták emiatt használni. A növények életműködéséhez szükséges nitrogén, de nem tudják megkötni. A

¹ A térfogat% azt fejezi ki, hogy pl. egy gázkeverék térfogatának hány százaléka az adott összetevő térfogata. Úgy is megfogalmazhatjuk, hogy a térfogatszázalék értéke megadja, hogy 100 liter keverékben hány liter az adott összetevő térfogata. A levegő esetén pl. 100 liter levegőben 78 liter nitrogéngáz, 21 liter oxigéngáz és 1 liter egyéb gáz (vagy szálló por) található.

pillangósvirágú növények (pl. bab, borsó, lucerna) gyökerén élő nitrifikáló baktériumok viszont át tudják alakítani olyan formába, hogy a növények már fel tudják venni.

- Szén-dioxid: színtelen, szagtalan gáz. Az égést nem táplálja, ezért szokták tűzoltókészülékekben használni. A kilélegzett levegőben viszonylag nagy mennyiségben található szén-dioxid. Ez a gáz keletkezik a must erjedésekor, amikor a borászok azt mondják, „forr a bor”, valójában csak a szén-dioxid buborékok mennek a must felszínére. A szén-dioxid önmagában nem mérgező, de ha levegő (oxigén) helyett csak ezt lélegezzük be, az halálos is lehet! (Nem tévesztendő össze a szén-monoxiddal, mely tüzelőberendezések tökéletlen működése során keletkezik. A szén-monoxid már kis mennyiségben is halálos!) Szén-dioxid keletkezik széntartalmú anyagok (pl. fa, kőszén, földgáz, benzin stb.) égése során. A levegőbe kerülve fokozza az üvegházhatást, globális felmelegedést illetve éghajlatváltozást okoz. Szén-dioxidot vízbe vezetve kapjuk a szénsavas ásványvizet (illetve üdítőt).
- Kén-dioxid, nitrogén-oxidok: mérgező gázok, illetve hozzájárulnak savasesők kialakulásához. Gyárkéményekből, vagy autó kipufogójából kerülhetnek a levegőbe, tehát az ipar és a közlekedés következményei. Ma már elég szigorú előírások, komoly „szűrők” gondoskodnak arról, hogy minél kevesebb ilyen anyag jusson a levegőbe.

A levegő mint gáz a természettudomány egy másik ága, a fizika szempontjából is érdekes, hiszen ezt a gázt könnyű nagy mennyiségben „befogni”, vizsgálni, illetve ez vesz körül minket a mindennapi életben, mozgások során is.

- A gázok legfontosabb tulajdonsága, hogy benne a gázcseppkék jóformán egyáltalán nincsenek egymáshoz kötve, nem vonzzák egymást. Ennek következményeképp egymástól viszonylag(!) távol, önállóan helyezkednek el és nagy sebességgel mozognak. Ennek során folyamatosan ütköznek egymással és a tartóedényük falával.
- Ennek következménye, hogy a gázoknak nincs önálló alakjuk és állandó térfogatuk. Kitöltik a rendelkezésükre álló teret, illetve sűrítethetők, összenyomhatók, pl. megtölthetünk velük egy lufit, labdát vagy gáztartályt. Az összenyomott levegő nyomása megnő, ezért tudják a kerekek pl. megtartani az autót.
- Az olyan kísérletekben, amikor a levegő áll, nem áramlik, ún. aerosztatikáról beszélünk.
- Lényeges továbbá, hogy a levegő és minden más gáz a hőmérséklet-emelkedés hatására nagymértékben kitágulnak, szemben a folyékony és szilárd anyagokkal.

- A másik izgalmas jelenségkör, amikor a levegő áramlik egy álló test körül vagy egy test mozog az álló levegőben, azaz a levegő (vagy gáz) és a test egymáshoz képest mozognak. Ez az aerodinamika, melynek nagy jelentősége van a járművek formatervezésében, pl. Forma-1-es autók alakjának meghatározásában, valamint a repülésben. A kísérletsorban arra látunk példát, hogy a levegő áramlásával érdekes jelenségeket hozhatunk létre, illetve a gyakorlati életben is van a levegő áramlásának jelentősége.
- A gázokkal kapcsolatban fontos még megjegyezni, hogy sűrűségük jóval kisebb a folyadékokénál vagy szilárd anyagokénál. Tehát, egységnyi térfogatú (pl. 1 liter) gáz tömege jóval kisebb ugyanakkora térfogatú folyadék vagy gáz tömegénél. Ennek következménye, hogy gázbuborékok felfelé szállnak a folyadékokban, pl. vízben.
- Megfordítva is igaz: adott tömegű gáz térfogata jóval nagyobb ugyanakkora tömegű szilárd anyag vagy folyadék térfogatánál. Azaz, ha egy kémiai reakcióban gáz keletkezik, annak nagy a térfogata.
- Végül, fontos tény, hogy a hőáramlás is könnyen megfigyelhető jelenség a levegőben, mivel a gázcseppkék könnyen, gyorsan mozognak. A „meleg levegő felfelé száll” könnyen tanulmányozható jelenség.

A levegőnek és egyéb gázoknak fenti tulajdonságait figyelhetjük meg az alábbi kísérletsorban szereplő kísérletek elvégzésével.

1. KONZERVDOBOZ-ÁGYÚ

Ajánlott életkor: 5-10 év	Az előkészítés időtartama: 30 perc
Forma: tanulói	A bemutatás időtartama: 2 perc
Témakör: levegő, gázok	A megbeszélés időtartama: 5 perc
A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága: <ul style="list-style-type: none"> ● annak tudatosítása, hogy a levegő állandóan körülvesz minket, jelen van körülöttünk ● annak bemutatása, hogy a levegő áramlása meghökkenítő eredményekkel járhat 	
A kísérlet rövid leírása, összefoglalása: Konzervdobozból készített hengerből gumilap segítségével levegőt lőhetünk ki, és ennek az „ágyúnak” a hatékonyságát vizsgálhatjuk.	
Bevezető, ráhangoló, motiváló gondolatok, kérdések: <ul style="list-style-type: none"> ● Milyen fontos, lényeges részei vannak egy ágyúnak? ● Mi a lövedék benne? 	
Szükséges eszközök: <ul style="list-style-type: none"> ● nagyméretű (barackbefőttes) konzervdoboz ● kemény kartonlap ● gumikesztyű/gumilap ● befőttesgumik (2-3 db) ● hurkapálca ● fonál ● gyertya/mécses + gyufa/gyújtó 	Szükséges anyagok: <ul style="list-style-type: none"> ● nem szükséges anyag

Az eszköz elkészítése:

1. A konzervdoboz fenéklapját is vágjuk le konzervnyitó segítségével!
2. Vágjuk a kartonból egy akkora körlapot, amivel éppen le tudjuk zárni a konzervdobozt!
3. A körlap közepén vágjunk egy kb. 2-3 cm átmérőjű lyukat!
4. Zárjuk le a konzervdoboz egyik nyílását a körlappal!
5. A gumikesztyűből vágjunk egy akkora gumilapot, amivel lefedhető a konzervdoboz másik nyílása!

6. Befőttesgumi segítségével feszítsük ki a gumilapot a konzervdoboz másik nyílására! (Nem szükséges nagyon megfeszíteni.) Ezzel elkészült az „ágyú”.
7. Kössünk egy hurkapálcára egymás mellé 8-10 db, kb. 20-30 cm hosszúságú fonalat. Támasszuk fel a hurkapálcát (pl. könyvekkel) úgy, hogy a fonalak lefelé lógnanak, függönyszerűen. Ez lesz a „célábla”.

A kísérlet kivitelezése:

1. Irányítsuk a konzervdoboz nyílását a célábla felé, majd ujjainkkal pöcköljük meg a gumilapot!
2. Figyeltsük meg, hogy a fonalak meglebbenek, ugyanúgy, mintha erős, impulzusszerű fújás érte volna őket.

Rávezető kérdések a tapasztalatok összegyűjtéséhez:

1. Mi történt a fonalakkal? Mi történt a mécses lángjával?
2. Mit csináltunk a konzervdobozzal?

A kísérlet magyarázata:

- A pöccintés hatására a konzervdobozból levegő áramlik ki. Ennek egy része a kis nyílásba „beleakad”, lelassul, így örvény jött létre. Az örvény igen stabil képződmény, sokáig megmarad haladás közben is, így tudta „ellökni” a fonalakat.
- Így jönnek létre örvények pl. hidak pilléreinél is: a víz átfolyik a pillérek között, de a pillér közelében a víz egy része „beakadva” lelassul.
- Közegek áramlásának tanulmányozása rendkívül bonyolult is lehet, ennél mélyebb magyarázatra azonban nincs szükség ebben a korosztályban.

Rávezető kérdések a magyarázat megalkotásához:

1. Mit kéne csinálnunk ahhoz, hogy a tapasztalathoz hasonlóan meglebbenjenek a fonalak illetve elaludjon a mécses?
2. Mi van a konzervdobozban?
3. Mi történik annak hatására, hogy a gumilapot megpöcköljük?
4. Mi lökődik ki a konzervdoboz-ágyúból?
5. (Miért hatékonyabb, ha ezzel az eszközzel „lövünk”, mintha csak egyszerűen fújánk?)

A témakör gyakorlati vonatkozásai:

- Az áramlás témaköre rendkívül fontos a közlekedésben, járművek tervezésekor. A mérnökök olyan járműveket terveznek, melyek a lehető legnagyobb mértékben áramvonalasak, így mozgásuk során nem fékezi őket a levegő.

- Nem-áramvonalas járművek mögött örvények jönnek létre, ennek köszönhetően a levegő jelentősen fékezi mozgásukat, illetve nagy az ilyen járművek üzemanyag-fogyasztása.
- Örvények létrejötte miatt lobog a zászló illetve a gyertya lángja.
- Amikor szivarozás közben füstkarikát fújnak, ugyanaz a jelenség játszódik le, mint a kísérletben: az ajkából megfelelő méretű és alakú nyílást kell kialakítani és ügyesen (impulzusszerűen) kell kifújni a füstöt.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Ennél a kísérletnél a bemutatás előtt érdemes megkérdezni a gyerekeket, milyen eredményre számítanak.
- Az „ágyút” a gyerekek akár tenyerük felé is irányíthatják, hogy érezzék a kiáramló levegőt. (Ez csak akkor tehető meg, ha a gyerekek számára egyértelmű, hogy ezt egy „igazi” ágyúval nem lehet megtenni!)
- Célbalövésessel is próbálkozhatunk, pl. egy gyertya/mécses eloltásával. (Ez kizárólag pedagógus felügyeletével végezhető!)
- Az örvények láthatóvá tehető, ha a konzervdobozba füstöt juttatunk pl. füstölővel vagy vízpárát diffúzorral. (Ezt kizárólag pedagógus végezheti!)
- Amennyiben lehetőségünk van rá, elkészíthetjük az „ágyút” jóval nagyobb méretben: műanyag szemeteskuka vagy hordó alján kell lyukat kialakítanunk, a másik oldalon levő nyílást pedig pl. gumilepedővel fedhetjük le. Egy ekkora eszközzel akár olyan erős légörvényt is létrehozhatunk, amivel lefújhatunk és műanyag eldobható poharat egy több méternyire álló asztalról is.

Elsős osztályban történő bemutatással kapcsolatos tapasztalatok:

- **Előkészítés:** Az „ágyú” elkészítéséhez egy őszibarack konzerv méretű konzervdobozt választottam. Erős, vastagabb ragasztószalagot használtam a kartonlap illetve a gumilap rögzítéséhez. A kartonlapon a kis lyuk átmérője 1,5 cm volt. Az előzetes kipróbálás során azt tapasztaltam, hogy a gyertyaláng „lelövéséhez” nagy szerencse kell, mert nehéz célozni az ágyúval. Emiatt a hurkapálcára csomózott fonaldarabokat készítettem elő, mert nagyobb felületet könnyebb eltalálni.
- **Kísérlet bemutatása:** A kísérlet bemutatása előtt a régi csatákról beszélgettünk, hogy az igazi ágyú hogyan működött. Nagy lett az izgalom, mikor elárultam a gyerekeknek, hogy egy ágyút hoztam én is és lövöldözni fogunk levegővel a fonal-függönyre. Nálunk a gumi pöckölése nem vált be, inkább összecsiszpentettük a gumit, meghúztuk kicsit, és elengedtük. Volt az elsősök között olyan kisgyermek, aki nem tudott pöccintő mozdulatot csinálni az ujjával, ezért volt jó alternatíva a gumilap meghúzása.

Végül elmondtam a gyerekeknek, hogy ha szerencsénk van, a gyertya lángját is el lehet ezzel fűjni, de nem biztos, hogy sikerülni fog. Örömujjongás tört ki, amikor sikerült a lángot elfűjni az ágyúval (elég közel tettem hozzá).

- **Utólagos tapasztalatok:** Minden gyermek kipróbálta, és nagyon tetszett nekik, hogy meglibbentek a fonalszálak. Volt, akinek nem sikerült elsőre, mert a célzás és a pöckölés koordinálása nehéz volt, de amikor kis segítséggel mégis sikerült, mindannyian mosolyogtak!

2. A LEBEGŐ PING-PONG LABDA

Ajánlott életkor: 5-10 év	Az előkészítés időtartama: 1 perc
Forma: bemutató kísérlet	A bemutatás időtartama: 2 perc
Témakör: levegő, gázok	A megbeszélés időtartama: 5 perc
A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága: <ul style="list-style-type: none"> ● a levegőáramlás következményinek megismerése ● a megállóknban látható biztonsági sáv fontosságának megértése 	
A kísérlet rövid leírása, összefoglalása: Hajszárítót felfelé fordítva, a légáramba ping-pong labdát helyezve a labda a levegőben lebeg.	
Bevezető, ráhangoló, motiváló gondolatok, kérdések: <ul style="list-style-type: none"> ● Ha tárgyakat elengedünk, azok leesnek. Milyen tárgyak esnek le gyorsan és melyek lassan? ● Láttatok-e már olyat, hogy a szél hosszan visz magával egy falevelet/tollpíhét/szappanbuborékot? ● Láttatok-e már szélben „vitorlázó”, kiterjesztett szárnyú madarat? 	
Szükséges eszközök: <ul style="list-style-type: none"> ● hajszárító ● ping-pong labda 	Szükséges anyagok: <ul style="list-style-type: none"> ● nem szükséges anyag

Az eszköz elkészítése:

- Nem szükséges eszközt készíteni.

A kísérlet kivitelezése:

1. Kapcsoljuk be a hajszárítót a legerősebb fokozaton és állítsuk úgy, hogy függőlegesen felfelé fújja ki a levegőt!
2. Tegyük a kiáramló levegő útjába ping-pong labdát és engedjük el!
3. Figyeltessük meg, hogy a ping-pong labda nem esik le, hanem rövid le-fel mozgás után megállapodik egy bizonyos magasságban!
4. Ha a hajszárítót jobbra vagy balra kissé megdöntjük, még akkor is lebegve marad a ping-pong labda egy bizonyos dőlésszögig.

Rávezető kérdések a tapasztalatok összegyűjtéséhez:

1. Minek kellett volna történnie a ping-pong labdának elengedés után? Mi történt vele ehelyett?

A kísérlet magyarázata:

- A hajszáritóból a levegő nagy sebességgel áramlik felfelé. A levegő a labdába is beleütközik, ennek megfelelően felfelé kéne a labdának ellökődnie.
- A labdát azonban a Föld vonzza lefelé (ezért esik le egyébként), illetve a labda mögött (felett) levő levegőrészecskék is olyan erőhatást fejtenek ki a labdára, hogy lefelé mozduljon.
- A két hatás egymás ellenében „dolgozik”, ennek eredményeképp a labda egy bizonyos magasságban megállapodik.
- Ebben a kísérletben is légáramlásról van szó, a teljes magyarázat ebben a korosztályban messze nem elvárt.

Rávezető kérdések a magyarázat megalkotásához:

1. Hogyan lehet elérni, hogy egy elengedett tárgy ne essen le?
2. Mi jön ki a hajszáritóból?
3. Mi történik a hajszáritóból kiáramló levegő és a ping-pong labda között?

A témakör gyakorlati vonatkozásai:

- A kísérletben működő jelenségnek nagy jelentősége van a légi járművek és repülő élőlények repülésében: ennek köszönhetően tudnak adott sebességgel haladva a levegőben maradni.
- A nagy sebességgel haladó vonat, metró magával sodorja a levegőt. Ennek következtében a peronon álló utasokra szívóhatás hat a jármű felé. Ez felfogható úgy is, hogy az utasok mögött álló levegő löki őket a jármű felé. Azért szükséges a biztonsági sávon kívül, távol állni a perontól, hogy ennek a hatásnak következtében ne sodródjunk a járműnek.
- A kísérletben nagy szerepe van a légellenállásnak (közegellenállásnak). Fontos tapasztalat, hogy a közegellenállási erő nagymértékben tudja lassítani a nagy felületű, kis tömegű tárgyakat. Ezt használják fel pl. az ejtőernyőknél, de a természetben is látjuk ennek „alkalmazását”, pl. bizonyos repülő növényi magvak terjedése esetén (pl. pitypang elfújható magvai, fenyőmag stb.)
- Lényeges, hogy ne erősítsük a gyermekekben azt a téves képzetet, hogy „a nehéz tárgyak esnek le gyorsan, a könnyűek lassan”. Nem a tárgyak tömege a lényeges, hanem, hogy a légellenállási erő mekkora hatást tud rájuk kifejteni. Ha két teljesen egyforma papírlap közül az egyiket összehgyűrjük, és egyszerre leejtjük a másikkal, amit vízszintesen tartunk. A gombóccá gyűrt papírlap hamarabb, gyorsabban esik le, pedig a két papírlap tömege egyforma!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Bevezetésként érdemes bemutatni a kísérlet egy egyszerűbb (de talán kevésbé látványos) változatát: ha egy kb. A5 méretű papírlapot egyik

végénél megfogva a szánk elé tartunk, és elfújunk felette. Ennek hatására a papírlap megemelkedik. Magyarázata, hogy a papírlap fölül a levegőt elfújuk, az alatta levő levegőrészecskék pedig megemelik a papírlapot.

- Második kísérletként bemutathatjuk, hogy egy kb. 5 cm széles, 15 cm hosszú papírcsík két végét 2 cm-es darabon derékszögben behajtva kis hidat hozunk létre, majd szívószállal elfújunk alatta. A papírhíd nem elrepül, hanem lehajlik az asztalra, ahol a szívószállal fújunk. Magyarázata, hogy a papírhíd alól a levegőt elfújuk, a felette levő levegőrészecskék pedig ránehezednek és lenyomják a papírhidat.
- E két bevezető kísérlet és a hajszárítós kísérlet előtt is érdemes megkérdezni a gyerekeket, milyen eredményre számítanak.
- A lebegtetéses kísérletet úgy is elvégezhetjük, ha egy felfújott lufit a porszívóból függőlegesen felfelé kiáramló levegő útjába teszünk.

Elsős osztályban történő bemutatással kapcsolatos tapasztalatok:

- **Előkészítés:** Olyan hajszárítót használtam a kísérlethez, melyen a fújás erősségét két fokozatban lehet állítani. Érdemes gondolni arra is, hogy van-e szükség esetleg egy hosszabbítóra, van-e a teremben konnektor a megfelelő helyen.
- **Kísérlet bemutatása:** A kísérlet megkezdése előtt két kérdést tettem fel a gyerekeknek: 1) Mi történik, ha leejtem a ping-pong labdát? 2) Mi történik, ha az esés útjába teszem a bekapcsolt hajszárítót, mely felfelé fújja a levegőt? E kérdésekkel azt szerettem volna elérni, hogy a gyerekek megértsék, hogy a ping-pong labdára különféle erők fognak hatni a kísérlet során. A gyerekek közül páran ismerték a gravitáció szót. A gyerekek a második kérdésre azt válaszolták, hogy szerintük a ping-pong labda el fog repülni. A kísérlet bemutatásakor, amikor a labda lebegni kezdett, az osztály hangos nevetésben tört ki, annyira tetszett nekik. Ezt tovább fokoztam, amikor a hajszárítót az erősebb fokozatra kapcsoltam, és így magasabban lebegett a ping-pong labda. A legviccesebbnek az bizonyult, amikor a hajszárító vízszintes, óvatos mozdításával oda tudtam „vinni” a gyerekek elé a ping-pong labdát.
- **Utólagos tapasztalatok:** A gyerekek megértették az ellentétes erők hatását a ping-pong labdára. A kísérlet nem az előzetes elvárásukat mutatta, emiatt tényleg nagyon meglepődtek, de nagyon tetszett nekik a „varázslat”. Többen azt kiabálták a lebegő ping-pong labda láttán, hogy szellemek vannak a teremben!

3. KRUMPLIPUSKA

Ajánlott életkor: 5-10 év	Az előkészítés időtartama: 10 perc
Forma: bemutató kísérlet (esetleg gyerekek is végezhetik)	A bemutatás időtartama: 3 perc
Témakör: levegő, gázok	A megbeszélés időtartama: 3 perc
A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága: <ul style="list-style-type: none"> ● a levegő (gázok) összenyomhatóságának bemutatása ● annak bemutatása, hogy az összenyomott levegő (gázok) nyomása megnő, és kitágulása során akár magával is tud sodorni tárgyakat 	
A kísérlet rövid leírása, összefoglalása: Ha egy műanyag cső két végébe egy-egy krumplidarabot szorítunk és az egyiket hirtelen megtoljuk, akkor a másik lövedékszerűen kilövedik a csőből.	
Bevezető, ráhangoló, motiváló gondolatok, kérdések: <ul style="list-style-type: none"> ● Mitől lövedik ki egy igazi puskából a golyó? ● Miért durran ki a lufi vagy egy felfújtt zacskó, ha összenyomjuk? 	
Szükséges eszközök: <ul style="list-style-type: none"> ● műanyag cső, kb. 40 cm ● farúd, kb. 50 cm (vagy fakanál) ● kés 	Szükséges anyagok: <ul style="list-style-type: none"> ● krumpli

Az eszköz elkészítése:

- Nem szükséges eszközt készíteni, legfeljebb levágni a műanyag csövet megfelelő méretűre.

A kísérlet kivitelezése:

1. Vágjunk egy kb. 1 cm vastag szeletet egy krumpliból és tegyük le egy tálcára!
2. A cső egyik végét merőlegesen rászorítva vágjunk ki egy darabot a krumpliból, mely így a cső végében marad! (Mint a pogácsaszaggatás.) Fontos, hogy egy teljes kört vágjunk!
3. Tegyük meg ugyanezt a cső másik felével is!
4. A csövet irányítsuk egy távoli célpont felé, majd a farúddal hirtelen nyomjuk be a cső felénk eső végében lévő krumplit!
5. Figyeltsük meg, hogy a cső elejéből a másik krumplidarab nagy sebességgel, messzire repül.

Rávezető kérdések a tapasztalatok összegyűjtéséhez:

1. Mi történt a cső végében levő krumplidarabbal?
2. Mit hallunk, amikor a krumplidarab kirepül?

A kísérlet magyarázata:

- A két krumpli légmentesen bezárt egy levegőadagot a csőbe. Ahogy a farúddal az egyik krumplidarabot a másik felé toljuk, a bezárt levegőt összenyomjuk. Látható, hogy ez megtehető.
- Az összenyomott levegő azonban egy bizonyos mértékű összenyomás után „utat keres” magának. A cső végében levő krumpli ennek a nyomásnak a hatására repült ki a csőből.

Rávezető kérdések a magyarázat megalkotásához:

1. Mi van a csőben, a két krumplidarab közötti részen?
2. Mi történik a bezárt levegővel, amikor a hátsó krumplidarabot előre nyomjuk?
3. Mi történik a levegővel, ha összenyomjuk?

A témakör gyakorlati vonatkozásai:

- A robbanások olyankor következnek be, ha egy zárt térben megnő a levegő (gáz) nyomása. Ilyenkor a megnövekedett nyomás a tartályt (vagy egyéb tartóedényt) szétlökve kiszabadul.
- Megemlíthetjük a nyomásnövekedés szemléltetésére, hogy a lufi is akkor durran ki, amikor összeszorítjuk.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Ennél a kísérletnél a bemutatás előtt érdemes megkérdezni a gyerekeket, milyen eredményre számítanak.
- Műanyag csőként kb. 1 cm átmérőjű, villanyszerelési boltban kapható védőcsövet használhatunk. A farúd a csőnél kisebb átmérőjű, de hosszabb legyen! Adott esetben fakanál is használható.
- A kísérlet sikere azon múlik, hogy a két krumpli-darabnak sikerül-e légmentesen lezárnia a cső egyik illetve másik végét.
- A kísérlet kellő körültekintést kíván, hogy senkit ne találjunk el a „lövedékekkel”.
- A csőben maradt krumplit óvatosan a cső végébe nyomva, majd a másik végével szaggatva, „újrátölthetjük” a puskát.
- Az eszközt kissé „kicsinyítve” gyerekek is elvégezhetik a kísérletet. Csőnek használjunk szívószálat, rúdnak pedig hurkapálcát. Érdemes olyan szívószálat használni, mely összenyomva nem deformálódik, ilyen pl. a csavaros kupakos üvegbögre szívószála. Nagyon kell vigyázni, hogy a hurkapálcával a gyerekek sem a saját, sem társuk szemében ne tegyen kárt!

- Bevezetésként érdemes bemutatni a kísérlet egy egyszerűbb (de talán kevésbé látványos) változatát a gázok összenyomhatóságának és ennek következtében nyomásnövekedésének szemléltetésére: egy üres, kupakkal lezárt PET-palack oldalát összenyomjuk. Megfigyeltethetjük a gyerekekkel, hogy ez bizonyos mértékben sikerül, de utána úgy megnő a bezárt levegő nyomása, hogy nem lehetséges kézzel jobban összenyomni.

Óvodás csoportban történő bemutatással kapcsolatos tapasztalatok:

- **Előkészítés:** túl sok előkészítést ez a kísérlet nem igényel. Kétféle csővel próbáltam ki a kísérletet, egy kemény műanyagból készült szívószállal, illetve a kísérletben leírt méretű műanyag csővel is. Megpróbáltam kb. 1 cm vastagságú krumpliszeleteket vágni és ebből „szaggattam” ki a krumplikorongokat. A műanyag szívószálhoz hurkapácát használtam a kilövéshez.
- **Kísérlet bemutatása:** érdemes ezt a kísérletet szabad levegőn, udvari időben végezni. A kísérlet előtt megnéztük a kísérlethez használt eszközöket és amit a gyerekek ismertek azt meg is nevezhették. A nagyobbik átmérőjű csövet körbe adtam, így mindenki át tudott nézni a csövön. A bemutatás előtt beszélgettünk a gyerekekkel arról, hogy a puskát kik szokták használni és milyen célból. Mielőtt kipróbálták volna a gyerekek a kísérletet, felhívtam a figyelmüket arra, hogy egymás felé nem szabad löni, csak a kijelölt irányba, valamint arra, hogy saját szemükre is vigyázzanak a pálca mozgása során. Lelkesen várták a bemutatót és a kipróbálást is. Nem sikerült olyan nagyot löni a puskával, mint amekkorát ők vártak, de a kísérlet így is nagy sikert aratott.
- **Utólagos tapasztalatok:** minden gyermek kipróbálta a krumplipuskát (érdemesebb többet készíteni, én 6 db-ot vittem, így egyszerre 6-an tudták használni). Miután mindenki kipróbálta, volt olyan gyermek, aki elment játszani, de nagyon sokan ott maradtak a szabad játék alatt és több körben is részt vettek a játékban, egy idő után a gyerekek már azt is nézték melyikük tud messzebb löni.

4. TÁNCOLÓ KORONG

Ajánlott életkor: 5-10 év	Az előkészítés időtartama: 2 perc
Forma: gyerekek is elvégezhetik	A bemutatás időtartama: 2 perc
Témakör: levegő, gázok	A megbeszélés időtartama: 5 perc
A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága: <ul style="list-style-type: none"> • Annak bemutatása, hogy a levegő (gázok) a hőmérséklet növelésének hatására jelentősen kitágulnak 	
A kísérlet rövid leírása, összefoglalása: Ha egy hideg palack szájára légmentesen zárva könnyű korongot helyezünk és a palackot melegítjük, akkor a korong fel-felemelkedik ennek következtében.	
Bevezető, ráhangoló, motiváló gondolatok, kérdések: <ul style="list-style-type: none"> • Varázslat vagy természettudományosan magyarázható jelenség, ha egy műanyag kupak „csak úgy, magától” elkezd fel-le táncolni? 	
Szükséges eszközök: <ul style="list-style-type: none"> • üvegpalack • könnyű műanyag korong (mely éppen lefedi az üvegpalack száját) 	Szükséges anyagok: <ul style="list-style-type: none"> • nem szükséges anyag

Az eszköz elkészítése:

- Nem szükséges eszközt készíteni.

A kísérlet kivitelezése:

1. Állítsuk az üvegpalackot az asztalra (minél kevésbé fogdossuk össze a kezünkkel)!
2. Vizes ujjal nedvesítsük meg az üveg száját és tegyük rá a korongot úgy, hogy légmentesen zárjon! (A bevizezés ezt segíti.)
3. Két kezünk tenyerével fogjuk át a palackot és melegítsük!
4. Figyeltessük meg, hogy a korong folyamatosan emelkedik majd visszaesik a helyére.

Rávezető kérdések a tapasztalatok összegyűjtéséhez:

1. Mi történik a koronggal a palack tetején?
2. Mi történt a kezünkkel (különösen, ha hűtött palackkal kísérletezünk)?

A kísérlet magyarázata:

- Kezünk felmelegíti az üvegpalackot, az pedig a bezárt levegőt. A levegő a felmelegedés hatására kitér, igyekszik kiszökni a palackból. Megfelelő mértékű tágulás esetén képes megemelni a könnyű korongot. Ahogy a „felesleges” levegő kiszökött, a korong visszatér eredeti helyére és állapotába.

Rávezető kérdések a magyarázat megalkotásához:

1. Mi történik az üveggel, ha a meleg kezünkkel megfogjuk a palackot (illetve ha hajszárítóval melegítjük)?
2. Mi történik ennek hatására a palackban levő levegővel?
3. Mi történik a levegővel, ha felmelegszik?
4. Mi kell ahhoz, hogy a korong felemelkedjen?
5. Mi emelgeti a korongot?
6. Miért kell vízzel légmentesen rátenni a korongot a palack szájára?

A témakör gyakorlati vonatkozásai:

- Felmelegedés hatására szinte minden anyag mérete (szilárd és folyékony halmazállapotúaké is) megnő, ez a hőtágulás jelensége. Gázok esetén ez meglehetősen nagy relatív mértékű lehet. Ennek oka, hogy felmelegedés hatására az anyagok részecskéi felgyorsulnak, és egymástól távolabbra kerülnek. Ez gázokban, ahol a részecskék gyengén vannak kötve egymáshoz, nagy mértékű lehet.
- Robbanások esetén általában nagy mennyiségű forró gáz vezet a detonációhoz. (Összekapcsolható a kísérlet az előző jelenséggel.)
- A hőtágulás a mindennapi, gyakorlati életben sokfelé előfordul, ezért szorul nyáron a kertkapu vagy púposodnak fel a villamossínek a hőségben.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Műanyag korong helyett használhatunk fejjel lefelé fordított műanyag kupakot is.
- Fontos, hogy könnyű kis korongot válasszunk, egy nehéz pénzérme nem fog felemelkedni.
- Műanyag palackkal a kísérlet „nem érvényes”, mert előfordulhat, hogy a levegő nem a hőtágulás, hanem véletlen összenyomás miatt szökik ki belőle.
- Nagyobb, látványosabb a hatás, ha hűtött palackkal végezzük el a kísérletet, vagy hajszárítóval melegítjük a palackot. Ebben az esetben (ha kézzel nem érünk hozzá), műanyag palack is használható.
- Ha a palack más hatástól felmelegszik (pl. eleve meleg van a helyiségben vagy rásüt a Nap a palackra), a kísérlet nem sikerül.

Elsős osztályban történő bemutatással kapcsolatos tapasztalatok:

- **Előkészítés:** Egy hosszabb nyakú szörpös üveget és egy joghurtital műanyag, lapos kupakját használtam a kísérlethez.
- **Kísérlet bemutatása:** A kísérlet kezdetén megkérdeztem a gyerekeket, hogy mire számítanak, mi fog történni, ha sokáig melengetem a kezemmel az üveget. Nem igazán volt ötletük, én sem válaszoltam meg előre a kérdést, hanem elkezdtek a megfigyelést. Sajnos nagyon sokat kellett várni, hogy megemelkedjen a kupak. Mire megemelkedett, több gyermek elvesztette már a türelmét.
- **Utólagos tapasztalatok:** Biztos, hogy legközelebb hűtött üveget használnék, hogy gyorsabban látszódjon a kísérlet. Négyesével a gyerekek is kipróbálhatták a kísérletet. Addigra tudták, hogy mit várunk, így türelmesebben kivárták, míg a kupak megemelkedett. A kísérlet magyarázatokor kiderült, egy-két gyermek hallott már a hőtágulásról.

Óvodás csoportban történő bemutatással kapcsolatos tapasztalatok:

- **Előkészítés:** palacknak egy üvegkulacsot választottam. Ennek a palacknak nem volt túl hosszú a nyaka, így volt olyan gyerek, akinek nehézséget okozott a palack melegítése. Korongnak egy borsdaráló kupakját használtam, ami pont megfelelő átmérőjű volt a kulacshoz. Itthoni kipróbálásnál a kísérlet egyből sikerült, de az óvodában elég meleg volt, így a kísérlet nem sikerült elsőre. A kulacsot beraktuk éjszakára a hűtőbe, majd másnap próbáltuk újra.
- **Kísérlet bemutatása:** Miután előző nap nem sikerült a kísérlet, másnap újra próbálkoztunk vele a gyerekekkel. Mielőtt elkezdtem a bemutatást, ennél a kísérletnél is ismertettem az eszközöket és közösen megneveztük őket. Az elején beszélgettünk arról, hogy a kulacsnak miért van teteje és hogy azt mire használjuk. Megbeszéltük azt is, hogy most nem vizet fogunk belerakni a palackba, de nem is marad üres, mégis úgy tűnik, mintha üres lenne. Itt a nagyobbak ügyesen el tudták mondani, hogy levegő van a palackban. Ezt a levegőt zártuk be a korong segítségével úgy, hogy a palack száját bevizeztük, majd erre raktuk rá a korongot. A kézi melegítés hatására a meleg levegő távozni kívánt a palackból és a korong felemelkedett, majd visszazárult az üveg szájára, így megtáncoltattuk a korongot.
- **Utólagos tapasztalatok:** nagy öröm volt látni, hogy a gyerekek lelkesedése az előző napi sikertelen bemutatás után is megmaradt. Ezt a kísérletet a

csoportszobában végeztük el. Több, mint a csoport fele kipróbálta a kísérletet. Ennyi gyermeknél viszont érdekesebb több palackot is vinni, mert hamar felmelegszik és akkor nehezen végezhető el többször egymás után a kísérlet.

5. A „SEMMI” ÖNTÖGETÉSE

Ajánlott életkor: 5-10 év	Az előkészítés időtartama: 5 perc
Forma: bemutató kísérlet	A bemutatás időtartama: 5 perc
Témakör: levegő, gázok	A megbeszélés időtartama: 5 perc
<p>A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● annak bemutatása, hogy a levegőn kívül más gázok is léteznek ● szén-dioxid gáz előállításának bemutatása ● a szén-dioxid gáz néhány tulajdonságának bemutatása ● a kísérletezés fontosságának bemutatása (hipotézisek ellenőrzése, nem látható folyamatok vizsgálata) 	
<p>A kísérlet rövid leírása, összefoglalása:</p> <p>Szén-dioxid gázt előállítunk, bemutatjuk, hogy benne az égő gyufa elalszik (az égést nem táplálja), illetve a levegőénél nagyobb sűrűsége miatt könnyedén átönthető a gáz egy másik pohárba.</p>	
<p>Bevezető, ráhangoló, motiváló gondolatok, kérdések:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Miért nem szabad lemenni a pincébe, amikor ott erjed a must? ● Hogyan lehet tüzet oltani? Milyen anyagot tartalmaznak bizonyos tűzoltókészülékek? 	
<p>Szükséges eszközök:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 2 db pohár (vagy befőttesüveg) ● teáskanál ● gyufa (legalább közepes hosszúságú) 	<p>Szükséges anyagok:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● szódabikarbóna ● citromsav (vagy 20%-os ecet)

Az eszköz elkészítése:

- nem szükséges eszközt készíteni

A kísérlet kivitelezése:

1. Állítsunk két nagy, egyforma poharat az asztalra egymás mellé! Szórjunk két-három kanálnyi szódabikarbónát az egyikbe!
2. Mindkét pohárba égő gyufát tartva mutassuk meg, hogy a gyufa folytatja az égését a poharakban is!
3. A citromsavból készítsünk viszonylag tömény oldatot (2-3 kanál citromsav kb. 1 dl vízhez) vagy használjunk 20%-os étellecetet! Öntsük a folyadékot a szódabikarbónára! Figyeltesse meg, hogy pezsgés kezdődik, szintelen, szagtalan gáz keletkezik!

4. Tartsunk egy égő gyufát ebbe a pohárba! Figyeltsük meg, hogy elalszik! A másik pohárban a gyufa tovább folytatja égését.
5. Az első poharat emeljük fel és megdöntve tartsuk az üres pohár fölé, „átöntve” a gázt belőle! (Vigyázzunk, hogy folyadékot véletlenül se öntsünk át!)
6. Tartsunk ezután az „üres” pohárba is égő gyufát! Figyeltsük meg, hogy a gyufa elalszik!

Rávezető kérdések a tapasztalatok összegyűjtéséhez:

1. Mi történik a gyufával a kísérlet elején mindkét pohárban?
2. Mi történik a pohárban, amikor a szódabikarbónára öntjük a citromsav-oldatot (ecetet)?
3. Mi történik a gyufával, amikor ebbe a pohárba tartjuk?
4. Látunk-e valamit, amikor a poharat a másik fölé tartjuk?
5. Mi történik a gyufával a második pohárba tartva?

A kísérlet magyarázata:

1. Szódabikarbóna és savak (citromsav, ecetsav) kémiai reakciójából szén-dioxid keletkezik (ld. pezsgés), mely egy színtelen-szagtalan gáz.
2. A szén-dioxid az égést nem tápláló és nem éghető gáz, ezért az égő gyufa elalszik benne.
3. A szén-dioxid a levegőnél nagyobb sűrűségű, azaz a levegő alatt, lent helyezkedik el. Így az egyik pohárból a másikba átönthető.

Rávezető kérdések a magyarázat megalkotásához:

1. Mi szükséges ahhoz, hogy a gyufa égjen?
2. Mi történik a gyufával, ha nincs jelen az égést tápláló oxigén?
3. Mi történt, amikor egyik poharat a másik fölé tartottuk?

A témakör gyakorlati vonatkozásai:

- A szén-dioxid azért használható tűzoltókészülékekben, mert nem éghető és az égését nem táplálja.
- Szén-dioxid keletkezik széntartalmú anyagok (pl. kőszén, faszén, fa stb.) égése során, illetve az emberi szervezetben is: a kilélegzett levegő is tartalmaz szén-dioxidot.
- A szén-dioxid nem mérgező gáz, de ha levegő helyett ezt lélegezzük be, az rosszullétet (szélsőséges esetben halált) okozhat, mert kiszorítja a tüdőből az oxigént.
- Szén-dioxid keletkezik a must erjedése során („forr a bor”), és ez megtölti a borospincéket. A borosgazdák ezért lábukhoz tartott gyertyával merészkednek le a pincébe, hogy ellenőrizzék, kiszellőzött-e már a gáz.

- Vannak gázok, melyek a levegőnél kisebb sűrűségűek, így felfelé szállnak benne, ilyen például a hélium (ld. héliumos lufi). A szén-dioxid ezzel ellentétesen viselkedik.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Ennél a kísérletnél a bemutatás előtt érdemes megkérdezni a gyerekeket, milyen eredményre számítanak.
- A gyufa gyújtása miatt a kísérletet kizárólag pedagógus végezheti, a gyerekek legfeljebb segítőként szerepelhetnek!
- Érdemes hosszú gyufát használni, illetve odafigyelni, hogy a láng a kezünktől végig távol maradjon!
- A kísérlet minden egyes lépésénél, a gyufa-próbák előtt kérdezzük meg a gyerekeket, hogy mit várnak, mi fog történni! A tapasztalat alapján érdemes elemezni az előzetes várakozásokat.
- A szén-dioxid átöntése kapcsán felhívhatjuk a gyerekek figyelmét arra, hogy attól még, hogy nem tapasztaltunk semmilyen változást (hiszen a gáz átömlését nem látjuk), nagyon is történhet valami. Ezeknek a „láthatatlan” történéseknek a felderítésére alkalmasak a kísérletek. A tudósok is ezért végeznek kísérleteket, hogy számukra nem látható dolgokról (pl. világűr, szabad szemmel nem látható, apró részecskék) tapasztalatot szerezzenek.
- A pohár/befőttesüveg térfogatához kell igazítani a szódabikarbóna és a sav mennyiségét, hogy biztosan elegendő szén-dioxid fejlődjön ahhoz, hogy megtöltse az edényt!
- Ha elegendő szén-dioxid fejlődik a pohárban, ráönthetjük az égő gyufára is, eloltva a lángot.
- A szén-dioxid nem mérgező gáz.

Elsős osztályban történő bemutatással kapcsolatos tapasztalatok:

- **Előkészítés:** A kísérlet előkészítése számomra viszonylag sok időt vett igénybe. A kísérlet lépéseinek a sorrendjét kellett memorizálnom, hiszen a lépések betartása és a lépésenkénti konklúzió levonása kellett ahhoz, hogy a végén a gyerekek valóban meghökkenjenek a látottakon.
Én citromsavat oldottam fel kevés vízben és ezt öntöttem a szódabikarbónára. Ecettel a kísérlet kevésbé jól sikerült nekem.
- **Kísérlet bemutatása:** Az elején visszautaltam a „Kis bűvárok” kísérletre, amit előző alkalommal mutattam be az osztálynak, hogy felidézzük, hogy találkoztunk már a szén-dioxiddal.
- **Utólagos tapasztalatok:** Amikor abba az üvegbe tettem az égő gyufát, melyben a szén-dioxidot képeztük és a gyufa elaludt, bekiabálta egy kisfiú, hogy „...mert az égéshez oxigén kell!” Amikor az elvileg „üres” pohárban,

amibe áttöltöttem a szén-dioxidot, a gyufa lángja elaludt, a gyerekek felkiáltottak: „...nade ez hogy????”, „áttöltötted a vizet is!”. A kísérlethez fűzött magyarázatot a gyerekek teljesen megértették. Beszéltünk még a tűzoltókészülékekről is, a kísérlet láttán megértették, hogy miért lehet a tüzet így eloltani.

6. VULKÁNKITÖRÉS

Ajánlott életkor: 5-10 év	Az előkészítés időtartama: 5 perc
Forma: bemutató kísérlet	A bemutatás időtartama: 8 perc
Témakör: levegő, gázok	A megbeszélés időtartama: 8 perc
A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága: <ul style="list-style-type: none"> ● szén-dioxid gáz előállításának bemutatása ● hab létrehozásának bemutatása ● gyönyörködtetés 	
A kísérlet rövid leírása, összefoglalása: Szódabikarbóna és citromsav (vagy ecet) reakciójából szén-dioxid gázt állítunk elő, mely habot képez a mosogatószerrel, így vulkánkitöréshez hasonló látványban lehet részünk.	
Bevezető, ráhangoló, motiváló gondolatok, kérdések: <ul style="list-style-type: none"> ● Hogyan működik egy vulkán? Mitől lövell ki a láva belőle? 	
Szükséges eszközök: <ul style="list-style-type: none"> ● pohár ● tálca illetve tányér alátétként ● kanál ● mosogatószer vagy folyékony szappan ● ételfesték (igény szerint) 	Szükséges anyagok: <ul style="list-style-type: none"> ● csapvíz ● szódabikarbóna ● citromsav (vagy 20%-os ecet)

Az eszköz elkészítése:

- nem szükséges eszközt készíteni

A kísérlet kivitelezése:

1. Állítsuk a poharat a tálcára vagy tányérra, ami alátétként szolgál!
2. Szórjunk a pohár aljára 2-3 kanálnyi szódabikarbónát, majd kevés vizet hozzáadva készítsünk belőle oldatot!
3. Adjunk hozzá kevés mosogatószert vagy folyékony szappant és keverjük el!
4. Igény szerint adhatunk az oldathoz némi ételfestéket is.
5. A citromsavból készítsünk viszonylag tömény oldatot (2-3 kanál citromsav kb. 1 dl vízhez) vagy használjunk 20%-os ételecetet! Öntsük a folyadékot a pohárba! Figyeltessük meg, hogy a pohár tartalma hirtelen felhabzik, és a hab vulkánszerűen kifolyik a pohárból!

Rávezető kérdések a tapasztalatok összegyűjtéséhez:

1. Mi jött ki a pohárból?
2. Mikor, minek következtében „tört ki” a vulkán?

A kísérlet magyarázata:

- Szódabikarbóna és sav (citromsav, ecetsav) reakciójával szén-dioxid gáz keletkezik. Ez a gáz a mosogatószerrel (folyékony szappannal) habot képez, és a szén-dioxid által felfújt hab ömlik ki a pohárból.

Rávezető kérdések a magyarázat megalkotásához:

1. Mi szükséges ahhoz, hogy hab keletkezzen a mosogatószerekből?
2. Mi történik, ha szódabikarbónát és citromsav-oldatot (ecetet) összeöntünk?

A témakör gyakorlati vonatkozásai:

- Szódabikarbónából melegítés hatására is szén-dioxid keletkezik, ezért használható süteménytészták „felfújására”.
- A sütőporban egy sav is megtalálható, és annak hatására fejlődik szén-dioxid, a kísérletben történetekhez hasonlóan.
- A pezsgőtablettában egyszerre van jelen egy szódabikarbónához hasonló anyag és egy citromsavhoz hasonló anyag, szilárd állapotban. Vízbe kerülve mindkettő oldódik vízben, és reakcióba is lépnek egymással, így szén-dioxid keletkezik, ettől lesz „buborékos” az ital.
- A vízkő savakkal való oldása nagyon hasonló reakció, jellegében ugyanaz, mint a fenti.
- A szódabikarbóna napjainkban (elsősorban a közösségi médiában olvasható „jótanácsok” hatására) csodaszerként van számontartva (pl. tisztítószer). Ennek általános érvényességét azonban fenntartásokkal kell kezelni! Használatát az egyes esetekben végig kell gondolnunk a természettudomány szemszögéből is: például összekeverve szódabikarbónát és ecetet, kioltják egymás hatását.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Érdeemes kisméretű poharat választani, és viszonylag sok folyadékot használni, hogy a hab ténylegesen kifusson a pohárból.
- A reakció annál gyorsabb és intenzívebb, minél töményebb szódabikarbóna- és savoldatot használunk. Ezt tovább fokozhatjuk, ha melegvizet használunk az oldatok készítéséhez. Ezzel felhívhatjuk a gyerekek figyelmét arra is, hogy a kémiai reakciók magasabb hőmérsékleten általában gyorsabban mennek végbe, illetve fordítva. Ezért tesszük az ételeket hűtőszekrénybe, hogy lassítsuk a bomlási-romlási folyamatokat.

Elsős osztályban történő bemutatással kapcsolatos tapasztalatok:

- **Előkészítés:** Ezt a kísérletet a „Semmi öntögetése” után mutattam be, így a gyerekek már pontosan tudták, hogy a citromsav-oldat és a szódabikarbóna találkozásakor szén-dioxid keletkezik és pezsgést tapasztalunk. Ennél a kísérletnél is citromsavat használtam. Piros ételfestéket is adtam a szódabikarbóna-oldathoz (bátran adagoljuk az ételfestéket, mert a „láva” nekünk csak rózsaszín lett).
- **Kísérlet bemutatása:** A gyerekek azért lepődtek meg, mert azt hitték, ugyanaz fog történni itt is, mint máskor: „csak” szén-dioxid képződik. Mielőtt a citromsav oldatot hozzáöntöttem volna, megkérdeztem a gyerekeket, hogy mit gondolnak, mi fog történni. Válaszok: „Pezsegni fog.”, „Ki fog ömleni a tálcára.”
Amikor elkezdett kibugyogni az üvegből a „láva”, hangos sikoltozás, nevetés tört ki az osztályban. Megfigyeltük, hogy az összeöntés után még milyen sok ideig mozgott, bugyogott a „lávánk”.
A kísérlet során a tálca alátét nagyon fontosnak bizonyult.
- **Utólagos tapasztalatok:** Utólag a gyerekeknek kellett rájönniük, hogy miben különbözött ez a kísérlet a „Semmi öntögetése” kísérlettől. Amikor rájöttek, hogy mosogatószert is használtunk ez alkalommal, megértették, hogy az habzott fel ilyen erősen. Az ételfesték valószínűleg nem egyenletesen keveredett el az oldatban, így a láva színe nem volt teljesen homogén, voltak sötétebb és világosabb foltok, ami miatt a gyerekek kérdéseket tettek fel.

Óvodás csoportban történő bemutatással kapcsolatos tapasztalatok:

- **Előkészítés:** Ezt a kísérletet kint az udvaron végeztem el a gyerekekkel, így egy tálcára összekészítettük közösen a szükséges hozzávalókat. Érdemes már az előkészítésbe is bevonni őket, mert nagyobb lesz a motivációjuk. Mi az óvodában folyékony szappant és 20%-os ecetet használtunk. A kísérlet látványosabbá tételéhez piros ételfestéket is tettünk az oldatba.
- **A kísérlet bemutatása:** A kísérletet már nagyon várták a gyerekek, előzetesen beszélgettünk a vulkánokról, hogy hogyan is működnek és mire lehet majd számítani. A nagyobbak néhány vulkán nevét is el tudták mondani. Maga a kísérlet nagyon látványosra sikerült, a „láva” kiömlésénél nagy ujjongás, nevetés és tapsolás tört ki a gyerekekből és ámulattal nézték milyen sokáig van hatással az oldatra az ecet. A kísérlet után másik kísérlet bemutatása következett, de a gyerekek a bemutatók végén még kérték, hogy ezt újra készítsük el.

- **Utólagos tapasztalatok:** A gyerekek a kísérlet után a homokozóban több „vulkánt” és „vulkánkitörést” is építettek. Volt olyan kisfiú, aki a bemutató után rajzaiban is megjelenítette a láva kitörését.

7. KIS BÚVÁROK

Ajánlott életkor: 5-10 év	Az előkészítés időtartama: 3 perc
Forma: gyerekek is végezhetik	A bemutatás időtartama: 5 perc
Témakör: levegő, gázok	A megbeszélés időtartama: 5 perc
A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága: <ul style="list-style-type: none"> ● annak bemutatása, hogy gázok sűrűsége kicsi, azaz folyadékokban felfelé emelkednek ● gyönyörködtetés 	
A kísérlet rövid leírása, összefoglalása: Ha szénsavas vízbe rizsszemet, mazsolát vagy csokidarabot dobunk, akkor az lesüllyed, majd felemelkedik, majd újra lesüllyed stb.	
Bevezető, ráhangoló, motiváló gondolatok, kérdések: <ul style="list-style-type: none"> ● Miért úsznak a hajók a vízben? ● Mi történik, ha megsérül a hajótest, miért süllyednek el olyankor? 	
Szükséges eszközök: <ul style="list-style-type: none"> ● bébiételes üveg (vagy kisméretű pohár) 	Szükséges anyagok: <ul style="list-style-type: none"> ● szénsavas ásványvíz ● rizsszemek vagy mazsola vagy kis csokoládédarabok

Az eszköz elkészítése:

- Nem szükséges eszközt készíteni

A kísérlet kivitelezése:

1. A bébiételes üvegbe öntsünk szénsavas ásványvizet, majdnem tele!
2. Dobjunk a szénsavas vízbe rizsszemet vagy mazsolát vagy kis csokidarabot! Figyeltessük meg, hogy a bedobott tárgy először lesüllyed a vízben, közben buborékok jelennek meg rajta. Amikor elég nagy vagy sok a buborék, felszáll a víz tetejére, majd a felszínre érve újra lesüllyednek, alulról pedig ismét elindulnak felfelé!

Rávezető kérdések a tapasztalatok összegyűjtéséhez:

1. Mit látunk a lesüllyedt rizsszem/mazsola/csoki felszínén?
2. Mi történik ezekkel a megtapadt buborékokkal?
3. Mi történik a kis „búvárral”, amikor sok és nagy buborékok vannak már rajta?
4. Mi történik a buborékokkal, amikor a búvár a felszínre érkezik?
5. Mi történik ekkor a búvárral?

A kísérlet magyarázata:

- Az említett tárgyak a víznél nagyobb sűrűségűek, így lesüllyednek az aljára.
- A tárgyak felületén megkötődik szén-dioxid a szénsavas ásványvízből, és buborékok képződnek rajtuk.
- A tárgyaknak a gázbuborékokkal együtt már kisebb a sűrűségük, mint a vízé, így felemelkednek a víz tetejére.
- A felszínre érve a buborékok kipukkadnak, így a tárgy újra a víz aljára süllyed és a folyamat előlről kezdődik.

Rávezető kérdések a magyarázat megalkotásához:

1. A szénsavas ásványvízben mi található a vízen kívül? (Mik jönnek fel belőle állás közben?)
2. Miért nem tudnak a bedobott tárgyak a víz tetejére emelkedni maguktól?
3. Miért tudnak a gázbuborékokkal együtt felemelkedni?

A témakör gyakorlati jelentősége:

- Arkhimédész törvényének következménye, hogy a víznél nagyobb sűrűségű testek lesüllyednek benne, a víznél kisebb sűrűségűek pedig felemelkednek.
- Bár a vas jóval nagyobb sűrűségű, mint a víz, ezért lesüllyedne, ha egy vasból készült tárgyban légkamrák találhatók, akkor úszik a vízen. Ez az alapja a vízi járművek víz felszínén való úzásának. A hajók akkor süllyednek el, ha léket kapnak, és ezeket a légkamrákat víz árasztja el.
- A gázok jóval kisebb sűrűségűek, mint a víz, ezért felfelé szállnak benne. Hajóroncsokat szokás úgy a felszínre hozni, hogy a víz alatt felfújódó légballonokat erősítenek hozzájuk.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Ennél a kísérletnél a bemutatás előtt érdemes megkérdezni a gyerekeket, milyen eredményre számítanak.
- Fontos előre kipróbálni, hogy az alkalmazni kívánt rizsszem, mazsola, csokidarab teljesíti-e azt, hogy eleinte lesüllyed a vízben, majd a szén-dioxid buborékok megtapadása után felemelkedik, utána pedig visszasüllyed. Ki kell próbálni, milyen méretű csokidarabbal, mazsolával próbálkozzunk.
- Minél „rúcskösebb” a tárgy felülete, annál könnyebben tapad meg rajta a gázbuborék. Csoki esetén ezért vigyázzunk, hogy kezünkkel ne olvasszuk meg és ne simítsuk ki a csoki felületét!

Elsős osztályban történő bemutatással kapcsolatos tapasztalatok:

- **Előkészítés:** 6-7 gyermek körülállta az asztalt, amin egy befőttes üvegben állt a szénsavas víz. Minden gyermeknek a tenyerébe adtam egy szem mazsolát, és azt kértem, tőlük, hogy miután bedobják a vízbe, figyeljék meg pontosan, hogy mi történik vele.
- **Kísérlet bemutatása:** A rávezető kérdéseket ezután feltettem a gyerekeknek és mivel a kísérlet elvégzése sikeres volt, személyes élményt nyújtott nekik, volt türelmük megfigyelni, mi történt a mazsolaszemekkel és így pontos válaszokat tudtak adni.
- **Utólagos tapasztalatok:** Az, hogy a vízben szén-dioxid van, és ettől „buborékos”, csak egy gyermek tudta.
Elhangzott egy olyan magyarázat, hogy a mazsolák ugyanúgy viselkednek, mint Micimackó, amikor belekapaszkodik a lufikba és felrepül.
A foglalkozás után a gyerekek egymás között arról beszéltek, hogy otthon délután ki fogják próbálni ezt a kísérletet és megmutatják a szüleiknek is.
A kísérlet egyik vonzereje az volt, hogy a végén megettük a maradék mazsolát.

8. VÍZSZIPPANTÁS

Ajánlott életkor: 5-10 év	Az előkészítés időtartama: 3 perc
Forma: bemutató kísérlet	A bemutatás időtartama: 2 perc
Témakör: levegő és gázok	A megbeszélés időtartama: 5 perc
<p>A kísérlet rövid leírása, összefoglalása: Vízen úszó égő mécsest pohárral leborítva a mécses elalszik, a víz pedig felszívódik a pohárba.</p>	
<p>A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Annak bemutatása, hogy az égéshez levegő (oxigén) szükséges. ● Az égés feltételeinek és a tűzoltás lehetőségeinek bemutatása. ● Annak bemutatása, hogy a levegő (gázok) melegítés hatására kitágulnak, lehűlve összehúzódnak. ● Annak bemutatása, hogy a levegő körülvesz minket. 	
<p>Bevezető, ráhangoló, motiváló gondolatok, kérdések:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Mi szükséges ahhoz, hogy égés történjen? ● A levegő miért szükséges az égéshez? Melyik összetevője jut itt szerephez? ● Mi történik, ha elzárjuk a tüzet a levegőtől? 	
<p>Szükséges eszközök:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● tál (kisméretű) ● teamécses ● színtelen, átlátszó falú üvegpohár ● gyufa/gázgyújtó 	<p>Szükséges anyagok:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● csapvíz

Az eszköz elkészítése:

- Nem szükséges eszközt készíteni a kísérlethez.

A kísérlet kivitelezése:

1. Töltsünk kb. egyujjnyi magasságú vizet a tálkába!
2. Helyezzük bele a teamécsest úgy, hogy ússzon a víz felszínén!
3. Gyújtsuk meg a mécsest!
4. Fordítsuk szájával lefelé az üvegpoharat a mécses fölé, majd rövid ideig tartssuk ott!

5. Borítsuk rá a poharat a mécsesre úgy, hogy a pohár szája mindenhol a víz alatt legyen, de ne zárjon „légmentesen” a tál alján!
6. Figyeltessük meg a gyerekekkel, hogy a mécses elalszik, majd a víz szintje megemelkedik a tálban!

Rávezető kérdések a tapasztalatok összegyűjtéséhez:

1. Mi az első változás azután, hogy a poharat a mécsesre borítottuk?
2. Mi történik azután, hogy a mécses elaludt?

A kísérlet magyarázata:

1. Az égéshez levegő (oxigén) kell. Amikor ez elfogy a pohár által bezárt levegőből, a mécses elalszik. (Ez az egyik alapja és lehetősége a tűzoltásnak.)
2. Amíg a pohár az égő mécses felett van, a benne lévő levegő a meleg hatására kitágul (ld. táncoló korong kísérlet). Amikor a láng elalszik, a pohárban levő levegő lehül, így összehúzódik. A külső levegő nyomása a pohárba préseli a vizet a belső, összehúzódott levegő helyére.

Rávezető kérdések a magyarázat megalkotásához:

1. Mi szükséges ahhoz, hogy a mécses égjen?
2. Miért alszik el a láng kicsivel azután, hogy a poharat ráborítottuk?
3. Mi történik a pohárban levő levegővel, amikor a pohár felett tartjuk?
4. Mi történik a pohárban levő levegővel, amikor már elaludt a láng?

A témakör gyakorlati vonatkozásai:

- Az égés három feltétele az éghető anyag, az égést tápláló anyag és a gyulladási hőmérséklet egyidejű jelenléte. Ha e háromból akár csak egyet is megszüntetünk, az égés is megszűnik.
- Ha a lángtól elzárjuk a levegőt (pontosabban a benne levő oxigént), akkor nincs égést tápláló anyag, így az égés megszűnik. Ez az alapja a tűzoltásnak.
- A légnyomás rendkívül nagy, de hatását általában csak nyomáskülönbség megléte esetén érzékeljük. Pl. így tudunk folyadékot szívni egy fecskendőbe vagy cseppentőbe.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Fontos, hogy a jelenségben a levegő hőtágulásának van a legnagyobb szerepe! A víz nem az elhasznált oxigén helyére nyomódik be! Hiszen az égés során szén-dioxid gáz is keletkezik, mely szintén kitöltené a pohár belső légterét.
- Ha a poharat a láng felett tartjuk egy ideig, van idő a levegő hőtágulására, így valóban jelentős mennyiségű víz tud majd a pohárba nyomódni.

- Adott esetben akár az összes vizet is felszippanthatjuk a tálból, ehhez ki kell tapasztalni a vízmennyiséget. Ekkor „bűvésztükköt” is készíthetünk a kísérletből: a tál aljára, a víz alá teszünk egy pénzérmét és azt mondjuk a gyermekeknek: „Fogadjunk, hogy száraz kézzel ki tudom venni a tálból anélkül, hogy kiönteném a vizet a tálból.”

Elsős osztályban történő bemutatással kapcsolatos tapasztalatok:

- **Előkészítés:** Azért, hogy távolabbról is jól látható legyen a kísérlet, a vizet megszíneztem ételfestékkel.
- **Kísérlet bemutatása:** Amikor a vizet a pohár „felszippanította”, elámultak a gyerekek. „De miért?” – ezt kérdezték. Az első osztályosoknak nem volt ötlete, hogy mi történhetett, a magyarázatot (kitáguló és összehúzódó levegő, külső levegő nyomása) nem nagyon értették meg.
- **Utólagos tapasztalatok:** Annyira nem sikerült kiszippantani a vizet, hogy száraz kézzel a pénzérmét ki lehetett volna szedni, bizonyára az általam használt tál és a pohár mérete nem volt megfelelő.
Bár a kísérlet magyarázatát a gyerekek nem teljesen értették meg, mégis lenyűgözte őket. Mindenképpen érdemes volt megmutatni nekik ezt a jelenséget, a magyarázatot pedig nagyon leegyszerűsítve próbáltam nekik elmondani.

9. FORGÓ PAPÍRKÍGYÓ

Ajánlott életkor:	Az előkészítés időtartama: 5 perc
Forma: bemutató kísérlet	A bemutatás időtartama: 2 perc
Témakör: levegő és gázok	A megbeszélés időtartama: 5 perc
A kísérlet rövid leírása, összefoglalása: Papírból kivágott, pálcával alátámasztott papírkígyó forgásba jön, ha forró felület fölé tartjuk.	
A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága: <ul style="list-style-type: none"> ● Szórakoztatás, gyönyörködtetés ● Annak bemutatása, hogy a meleg levegő felfelé száll. ● Annak bemutatása, hogyan tudja egy fűtőtest az egész szoba levegőjét átmelegíteni. ● A légáramlások modellezése. ● A hőlégballon működése elvi alapjainak bemutatása. 	
Bevezető, ráhangoló, motiváló gondolatok, kérdések: <ul style="list-style-type: none"> ● Mitől emelkedik fel a hőlégballon? ● Láttátok már, hogy télen, amikor meleg a radiátor, mozog felette a függöny? 	
Szükséges eszközök: <ul style="list-style-type: none"> ● papírlap ● ceruza ● grillező pálca (hegyes hurkapálca) vagy hosszú ceruza ● forró radiátor vagy vasaló 	Szükséges anyagok: <ul style="list-style-type: none"> ● nem szükséges anyag

Az eszköz elkészítése:

1. Rajzoljunk spirálvonalat egy papírlapra és vágjuk ki a vonal mentén, így egy papírkígyót kapunk. (Elegendő 3-4 menet, ne legyen túl hosszú a kígyó!)
2. Fontos, hogy a spirál szimmetrikus legyen, a közepe pedig korong alakú, mert így lesz stabil a papírkígyó!

A kísérlet kivitelezése:

1. A grillező pálcával (kihegyezett hurkapálcával) támasszuk alá a papírkígyót a középső, kör alakú résznél! Vigyázzunk, hogy ne szúrjuk át

a papírt! Akkor jó, ha a papírkígyó a pálcán stabilan áll, nem csúszik vagy billen le róla.

2. A pálcát fogjuk meg alul két ujjunkkal és függőlegesen tartva vigyük a papírkígyót egy forró felület, pl. meleg radiátor fölé! Vigyázzunk, hogy ne érjen a kezünk a papírkígyóhoz!
3. Figyeltsük meg a gyerekekkel, hogy a papírkígyó forgásba jön!

Rávezető kérdések a tapasztalatok összegyűjtéséhez:

1. Milyen mozgást végez a papírkígyó?
2. Hogyan kapcsolható ez össze a papírkígyó alakjával?
3. Mikor kezdett a papírkígyó mozogni?

A kísérlet magyarázata:

- A radiátorról, forró eszköztől a felmelegedett levegő felfelé száll.
- A felfelé áramló levegő a spirális papírkígyóba ütközik, és ahogy áthalad rajta, forgásba hozza.

Rávezető kérdések a magyarázat megalkotásához:

1. Mi történik a levegővel a radiátor illetve forró vasaló hatására?
2. Mi történik a meleg levegővel?
3. Mit okoz, hogy a felszálló meleg levegő beleütközik a papírkígyó spiráljába?
4. Hogyan van alátámasztva a pálcával a papírkígyó? Miért fontos ez?

A témakör gyakorlati vonatkozásai:

- A ténynek, hogy a melegebb levegő felfelé száll, nagy jelentősége van a földi légkörzésben, az időjárás kialakulásában.
- A hőlégballon is ezen az elven működik: a ballonban lévő meleg levegő sűrűsége kisebb, mint a körülötte levő levegőé, így felemelkedik, és még a hőlégballont is magával viszi.
- Az elektromos áramot előállító erőművekben forró gőz hajt meg és hoz forgásba turbinákat, és ez a forgás generálja az elektromos áramot (mágnesek és tekercsek segítségével).
- A radiátorokat azért teszik az ablakok alá, hogy a felettük felfelé szálló meleg levegőt az ablakkeret résein beáramló levegő felkavarja, így az egész szoba levegője felmelegedjen. (A mai modern, légmentesen záró ablakok térhódításával ennek jelentősége egyre kisebb.)

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A papírkígyó közepén levő kört behajlíthatjuk X alakban, és akkor könnyű a közepénél alátámasztani a pálcával.
- Ragasztószalaggal megerősíthetjük az alátámasztás helyét, hogy ne szakadjon át a papír!

- Bármilyen hosszú, hegyes tárgyat használhatunk alátámasztásra, ami engedi a papírkígyó forgását.
- Radiátor helyett használhatunk felfelé fordított forró vasalót. Ez esetben azonban nagyon vigyázzunk, hogy se mi, se a gyerekek ne égessük meg magunkat! Használhatunk esetleg melegítőlapot is, de ezzel is vigyázni kell! Használható még napon felmelegített vastálca vagy sütőben felmelegített csempe, tégl is.
- Figyeljünk rá, hogy kezünket oldalra tartsuk, csak két ujjunkkal tartsuk a pálcát, hogy ne akadályozzuk a meleg levegő felfelé áramlását.

Elsős osztályban történő bemutatással kapcsolatos tapasztalatok:

- **Előkészítés:** Amikor erre a kísérletre készültem, már nem volt fűtési szezon, így a radiátort nem használhattam a kísérlethez. Nikecel lapba szúrtam a grill-pálcát, alá állítottam két tea mécsest majd óvatosan a pálcá hegyére helyeztem a papírkígyónkat. A kígyónknak fejet, szemet, nyelvet is vágtunk, rajzoltunk, így még izgalmasabb volt a kísérlet. Műszaki rajzlap vastagságú papírt használtam.
- **Kísérlet bemutatása:** A gyerekek rájöttek, hogy az égő mécsesekkel van összefüggésben a papírkígyó forgása. Megértették, hogy a mécses által felmelegített levegő mozgatta meg a kígyót.
- **Utólagos tapasztalatok:** Egy gyermek azt mondta, miután megbeszéltük a kísérlet magyarázatát, hogy „Ez ugyanolyan, mint a karácsonyi szarvasok!”. (Arra a fából készült karácsonyi díszre gondolt, amin valóban gyertyák segítségével forognak a figurák.)

2. kísérlet sor: VÍZ ÉS FOLYADÉKOK

Ahogy a levegő az első és legfontosabb gáz, amivel életünk során találkozunk, úgy a folyadékok közt a víz tölti be ezt a szerepet. Szintén megfigyelhető kisgyerekeknél, hogy a „folyadék” szó helyett „vizet” mondanak.

A víz az élethez nélkülözhetetlen, az élőlények testének nagy részét víz alkotja. Az emberi testnek is, több mint a felét (kb. 60%-át) víz teszi ki, de egyes medúzáknek akár 97%-át! A növények életműködéséhez is elengedhetetlen a víz, amit gyökerekkel a talajból vesznek fel. Ezért fontos az eső illetve a rendszeres locsolás. Mivel az élet elképzelhetetlen víz nélkül, nem véletlen, hogy a földön kívüli élet kutatásában kiemelt szerepet kap a (folyékony) víz keresése a világűr különböző bolygóin.

A víz az egyetlen anyag, mely földi körülmények között mindhárom halmazállapotban előfordul: jégként, folyékony vízként és vízgőzként.

Ahogy az előző fejezet bevezetőjében szerepelt, a levegő jól mutatja a gázok általános tulajdonságait. A vízről ez nem mondható el. Annak ellenére, hogy ezzel a folyadékkal találkozunk a mindennapi életben leggyakrabban és a legnagyobb mennyiségben, a víz mégis különlegesnek számít a folyadékok között! Ennek alapvető oka, hogy a víz részecskéi (a vízmolekulák) nagyon erősen kapcsolódnak egymáshoz (az ún. hidrogénkötéssel), sokkal erősebben, mint más folyadékok részecskéi. Ennek eredményeképp pl. fagyás során a víz kitágul: ugyanakkora tömegű jégnek nagyobb a térfogata mint a víznek. Ezért van, hogy a jég úszik a víz felszínén. Más folyadékok esetén ennek fordítottja tapasztalható, pl. olvadt csoki, zsír, gyertyaviasz alján helyezkedik el a még el nem olvadt szilárd anyag.

A víz szerepe kémiai szempontból rendkívül jelentős, és kettős.

- A víz nagyon jó oldószer, az anyagok egy jelentős részét (az ún. ionvegyületeket (sókat) és poláris anyagokat) kiválóan oldja. Ilyen anyagok pl. a cukor, konyhasó, rézgálic, szódabikarbóna, citromsav stb. Az oldódás következtében a szilárd anyag részecskéi oldottá válnak, azaz a folyadék részecskéihez hasonlóan szabadon tudnak mozogni a vízben. A szervezetünk ezért (is) áll nagyrészt vízből, mert benne a biokémiai folyamatokban résztvevő sokféle anyag így oldott állapotban van.
- A víz reakciópartnerként is részt tud venni folyamatokban. A hétköznapiakban ilyen pl. a vas rozsdásodása, ami a levegő oxigénje és víz hatására történik meg. Másik példa, hogy bizonyos anyagok savas vagy lúgos kémhatását leginkább a vízzel szembeni viselkedésük (vízzel való reakciójuk) alapján tudjuk értelmezni.

A víz a fizika szempontjából is jelentős szerepű:

- Mint könnyen hozzáférhető folyadék, könnyű megfigyelni segítségével a folyadékok általános tulajdonságait (legalábbis azokat, amikben a víz nem „különleges”). Hidrosztatikának nevezzük a nyugvó folyadékok (pl. víz) tulajdonságainak vizsgálatával foglalkozó ágát a fizikának és hidrodinamikának azt, ami a folyadékok áramlását vizsgálja.
- A víz a molekulák közti erős kötés miatt több „különleges” tulajdonsággal is rendelkezik:
 - nagy az ún. felületi feszültsége, azaz viszonylag nagy erő kell a víz-levegő határfelület átszakításához. Ennek eredményeképp a víz-levegő határfelület „hártyaként” viselkedik, ezért pl. kipúposodik a szintje, ha teletöltünk egy poharat, illetve sok csepp egybeolvadva elfér pl. egy pénzérmén.
 - a víz „nedvesíti az üveget”, azaz szívesen kötődik az üveghez is. Ennek következménye, hogy az üvegpohárba töltött víz felszíne nem „vízszintes”, hanem a pohár fala mentén felfelé görbül. Nem nedvesíti a víz pl. a zsíros és egyéb víztaszító felületeket, pl. teflonserpenyő bevonatát. Ilyen esetekben a vízcsepp gömb alakot vesz fel.
 - a víz nedvesítő tulajdonságának egyik következménye, hogy az ún. hajszálcsovesség miatt a szűrőpapírban, textilben stb. felfelé szivárog.
 - a víznek nagy az ún. fajhője, azaz sok energia (hő) szükséges adott tömegű víz felmelegítéséhez. Ezért van, hogy sokkal tovább kell melegíteni a tűzhelyen ugyanannyi vizet, mint pl. olajat, hogy ugyanakkora hőmérsékletet érjenek el. A víz nagy fajhőjének a következménye az óceáni éghajlat és az óceánok hűtő-fűtő hatása: nyáron a nagy víztömeg óriási mennyiségű hőt vesz fel, így a tengerpart nem melegszik fel olyan mértékben, mint a kontinens belsején. Télen pedig az óceán hűléséből sok energia szabadul fel, ennek eredményeképp a tengerpart tovább marad meleg.
- a víz-levegő határfelület jellegzetessége még, hogy a fény megtörik, amikor áthalad ezen. Ennek következménye pl., hogy a medence alját közelebbinek látjuk a valóságosnál, de az is, hogy egy vízzel teli henger (pohár) vagy gömb úgy viselkedik, mintha nagyító lenne.

A víznek és más folyadékoknak fenti és egyéb tulajdonságait figyelhetjük meg az alábbi kísérletsorban szereplő kísérletek elvégzésével.

1. A TRÜKKÖS BÚVÁR

Ajánlott életkor: 5-10 év	Az előkészítés időtartama: 5 perc
Forma: gyerekek is végezhetik	A bemutatás időtartama: 2 perc
Témakör: víz és folyadékok	A megbeszélés időtartama: 5 perc
<p>A kísérlet rövid leírása, összefoglalása: Ha levegőt és vizet tartalmazó, lefelé fordított hengert (kémcsövet) teszünk vízzel teli műanyag palackba, az a palack összenyomása hatására lesüllyed, elengedve felszáll.</p>	
<p>A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Szórakoztatás, gyönyörködtetés ● Annak bemutatása, hogy vannak olyan tárgyak, amik lesüllyednek a víz alá, és vannak olyanok, amik úsznak a tetején. 	
<p>Bevezető, ráhangoló, motiváló gondolatok, kérdések:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Miért úsznak a hajók a víz felszínén? ● Hogyan tudják a halak változtatni a merülési mélységüket? 	
<p>Szükséges eszközök:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● PET-palack (lehetőleg széles szájú) ● kémcső (vagy átlátszó, szintelen henger) 	<p>Szükséges anyagok:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● csapvíz

Az eszköz elkészítése:

1. Egy PET-palackot töltsünk meg teljesen vízzel!
2. Töltsünk egy kémcsőbe annyi vizet, hogy ha szájával felfelé vízbe állítjuk, éppen lebegjen a víz felszínén! Ez a „búvár”.
3. A kémcső száját mutatóujjunkkal fogjuk be és szájával lefelé tegyük bele a vízzel teli PET-palackba!
4. Zárjuk le a palackot a kupakjával!

A kísérlet kivitelezése:

1. Nyomjuk össze kezünkkel oldalról a palackot! Figyeltessük meg, hogy ennek hatására a kémcső lesüllyed! Ha elengedjük, visszamegy a felszínre!
2. Figyeltessük meg, hogy összenyomáskor a vízszint megemelkedik a kémcsőben, ennek hatására süllyed le!

Rávezető kérdések a tapasztalatok összegyűjtéséhez:

1. Milyen mozdulat, művelet szükséges ahhoz, hogy a bűvár lesüllyedjen?
2. Mi történik a hengerben levő víz szintjével, amikor a palackot összenyomjuk?
3. Mi szükséges ahhoz, hogy a bűvár ismét felemelkedjen?
4. Mi történik ekkor a hengerben levő víz szintjével?

A kísérlet magyarázata:

- A levegő sűrűsége a víznél kisebb, így felfelé száll benne a felszínére.
- Az üveg sűrűsége a víznél nagyobb, így lesüllyed benne.
- Azzal, hogy adott mennyiségű vizet töltünk a kémcsőbe (és így lefelé fordítva adott mennyiségű levegőt zárunk a kémcsőbe) egy olyan átlagos sűrűséget hozunk létre, mely közel van a víz sűrűségéhez. Ezért van, hogy a levegős kémcső éppen lebeg a víz tetején!
- Amikor a palackot megnyomjuk, víz áramlik a kémcsőbe, a levegő összenyomódik benne. A bűvár átlagsűrűsége így nagyobb a víz sűrűségénél, lesüllyed.
- Amikor a palack oldalát elengedjük, a benyomott víz kiáramlik belőle, a levegő visszatágul, a bűvár sűrűsége lecsökken, így a víz felszínére emelkedik.

Rávezető kérdések a magyarázat megalkotásához:

1. Mi történne a hengerrel, ha csak víz lenne benne és úgy tennénk a palackba?
2. Mi történne a hengerrel, ha csak levegővel lenne tele és úgy nyomnánk a víz alá? Mi történik a víz alatt keletkező gázbuborékokkal? (Ld. „kis bűvárok” kísérlet.)
3. Mi a következménye annak, hogy a palackot összenyomjuk?
4. Mi a következménye annak, hogy a hengerbe még került víz?
5. Mi a következménye annak, hogy a palackot elengedjük?
6. Mi a következménye annak, hogy a hengerből távozott némi víz?

A témakör gyakorlati vonatkozásai:

1. A vízben való lesüllyedés, ill. vízben való úszás jelentőségét, gyakorlati vonatkozásait ld. a „kis bűvárok” c. kísérletnél.
2. A halak úszóhólyagja hasonló szerepet tölt be, mint a palackban levő henger. A halak ennek a levegővel teli szervüknek a méretét tudják változtatni. Ha összehúzzák, lefelé süllyednek a vízben, ha felfújják, akkor felfelé emelkednek.
3. A tengeralattjárók is úgy süllyednek, hogy ballaszttartályaik megtelnek vízzel, emelkedéskor pedig ezeket kiürítik és levegő kerül a víz helyére.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Ha széles szájú PET-palackot választunk, könnyebb a hengert belefördítani.

- Kémcsövet kérhetünk az iskolában a kémiaszertárból. Ha ez nem lehetséges, akkor például bizonyos fűszerek (pl. vaníliarúd, vaníliaőrlemény) is kémcsőben kapható. Kérjük meg a gyerekeket, hogy hozzanak otthonról ilyeneket!
- Hobbiboltban is kapható kémcső mint üzenet-hordozó.
- Diszkontlánc-boltokban, hobbiboltokban kapható üvegcsé is alkalmas bűvárnak.
- A kísérlet bűvészmutatványként, „akaratátvitelként” is bemutatható. Pl. „ez egy jószág-mérő, ha jó gyerek feje fölé emelem, akkor a henger lesüllyed a palackban”, és egy gyermek feje fölött tartva, észrevétlenül összenyomjuk a palack oldalát.
- A bűvár süllyedése látványosabbá tehető, ha szája köré körbe színes szigetelőszalagból egy sávot ragasztunk.

Elsős osztályban történő bemutatással kapcsolatos tapasztalatok:

- **Előkészítés:** A bűvár-kémcsőre katicás matricákat ragasztottam, hogy jobban látható legyen (a kísérlet végére sajnos leáztak). A gyerekek izgatottan figyelték, amikor a kémcsőben lévő víz-levegő arányt kísérleteztem ki, amikor egyenesen „megállt” a kémcső, kiabálták, hogy „most jó!”
- **Kísérlet bemutatása:** Amikor megmutattam nekik, hogyan bűvárkodnak a katicáink, rögtön azt kérdezték, hogy ők is kipróbálhatják-e a kísérletet. A gyerekek hármásával szorították az üveget, de többnyire szükség volt még az én szorításomra is, hogy a bűvár lesüllyedjen.
- **Utólagos tapasztalatok:** a kísérlet magyarázatánál ráéreztek a gyerekek arra, hogy a kémcsőben lévő levegőbuborék okozza valamilyen módon a bűvár mozgását, de pontosan nem tudták megfogalmazni. Nagy élményt jelentett számukra, hogy ők is ki tudták próbálni a kísérletet, megtapasztalták, hogy mennyi erő kellett a bűvár működésbe hozatalához.

2. AZ ELTÉRÜLŐ VÍZSUGÁR

Ajánlott életkor: 5-10 év	Az előkészítés időtartama: 1-5 perc
Forma: bemutató kísérlet	A bemutatás időtartama: 2 perc
Témakör: víz és folyadékok	A megbeszélés időtartama: 5 perc
A kísérlet rövid leírása, összefoglalása: Ha törlőkendővel összedörzsölünk egy műanyag csődarabot, akkor az magához vonz bizonyos dolgokat, pl. papírdarabkákat vagy akár vékony vízszugarat.	
A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága: <ul style="list-style-type: none"> ● Gyönyörködtetés, lenyűgözés ● Az elektromosan töltött állapot és ennek hatásainak bemutatása 	
Bevezető, ráhangoló, motiváló gondolatok, kérdések: <ul style="list-style-type: none"> ● Tapasztaltad már, hogy néha a műanyag csokipapír a ruhádhoz tapad, de nem azért, mert ragacsos? ● Láttad és hallottad már az apró kis szikrákat, amikor a sötétben veszed le a műszálas pulóveredet? 	
Szükséges eszközök: <ul style="list-style-type: none"> ● műanyag cső (kb. 40-50 cm) ● mikroszálas törlőkendő ● vízcsap vagy PET-palack+tál ● papírdarabkák selyempapírból 	Szükséges anyagok: <ul style="list-style-type: none"> ● csapvíz

Az eszköz elkészítése:

1. Nem szükséges eszközt készíteni ehhez a kísérlethez, ha a helyszínen van vízcsap.
2. Ha a kísérletezés helyszínén nincs vízcsap, akkor egy PET-palack oldalának alsó részén szúrjunk kicsi lyukat egy felforrósított tűvel.
3. Ha a lyukat befogva a palackba vizet töltünk, majd a kupakot rácsavarjuk, a víz nem folyik ki.

A kísérlet kivitelezése:

1. Nyissuk ki kissé a vízcsapot, hogy a víz vékony sugárban folyjon, de folytonos legyen a vízszugár (ne szakadjon cseppekre)!
2. Vízcsap hiányában állítsuk a lyukasztott, feltöltött PET-palackot egy emelvényre, a kicsorgó víz alá tegyünk egy tálat! A palack kupakját kissé kicsavarva indítsunk folytonos vízszugarat!

3. Közelítsük a műanyag rudat a vízszugárhoz és figyeljünk meg, hogy semmiféle változást nem tapasztalunk.
4. A mikroszálás törlőkendővel markoljuk meg a műanyag rudat és dörzsöljük össze vele! Hirtelen mozdulattal válasszuk szét őket!
5. Közelítsük a megdörzsölt rudat a vízszugár felé, merőlegesen arra!
6. Figyeljünk meg, hogy a vízszugár eltérül a rúd felé!

Rávezető kérdések a tapasztalatok összegyűjtéséhez:

1. Mit tapasztaltunk, amikor a műanyag rudat dörzsölés nélkül közelítettük a vízszugárhoz?
2. Mi történt, amikor a megdörzsölt rudat közelítettük a vízszugárhoz?

A kísérlet magyarázata:

- Összedörzsölés hatására a műanyag rúd (és a törlőkendő is) elektromosan töltött állapotba kerül, elektromos többlettöltések kerülnek rájuk. (Szétválnak az elektromos töltések, az egyik pozitív, a másik negatív többlettöltésű lesz.)
- Az elektromosan töltött műanyag rúd vonzza a vizet, nagyon hasonlóan ahhoz, ahogy a mágnes vonzza a vasat (de mégsem ugyanaz a kétféle jelenség!).

Rávezető kérdések a magyarázat megalkotásához:

1. Mi történik, ha egy lufit a ruhánkhoz dörzsölünk, utána a hajunkhoz közelítjük?
2. Tapasztaltál-e már olyat, hogy egy csokipapír folyton a ruhádhoz vagy kezedhez tapadt, de nem azért, mert ragacsos volt?

A témakör gyakorlati vonatkozásai:

1. Az elektrosztatikus vonzás jelenségét használja fel pl. a fénymásoló és a lézernyomtató, a festékszemeséket elektrosztatikusan vonzza egy henger a papírhoz.
2. Elektrosztatikus vonzás miatt tapadnak porszemek pl. a porszívó műanyag borítására és egyéb háztartási eszközökre.
3. Az összedörzsölés hatására pozitív és negatív töltéseket szétválasztunk, de utána ezek egy helyben maradnak, nem mozognak (elektrosztatika). Elektromos áram esetén ezek az elektromos töltések rendezetten, egy irányban folyamatosan vándorolnak.
4. A mágnesek közti vonzás más, mint az elektrosztatikus vonzás, de van rokonság a kétféle jelenség között.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A műanyag cső átmérője lényegtelen. Használhatunk elektromos-boltban kapható védőcsövet (mint a krumplipuska-kísérletnél) vagy akár PVC-vízvezeték/csatornacsövet is.
- Az elektrosztatikus vonzást úgy is bemutathatjuk, ha a megdörzsölt rudat selyempapírból kivágott vagy tépkedett papírdarabkákhöz közelítjük. A fecniket a rúd magához vonzza és odatapad.
- Hungarocell-golyót vagy kis darabot cérnára köthetünk és lelógatva felfüggeszthetjük. Ha ehhez közelítjük a megdörzsölt műanyag rudat, akkor ezt is magához vonzza.

Elsős osztályban történő bemutatással kapcsolatos tapasztalatok:

- **Előkészítés:** A teremben nincsen vízcsapunk, így én a PET palackos módszert használtam fel. Ajánlom a magas peremű tálcát alátétnek, mert elég sok víz kifolyt, mire befejeztük a kísérletezést.
- **Kísérlet bemutatása:** A vékony vízszugár szépen láthatóan eltérült a megdörzsölt műanyag rúd hatására, a gyerekek felkiáltottak, hogy tényleg azt történt, amit megjósoltam nekik. Néhányan, akik szerették volna, kipróbálták a kísérletet.
- **Utólagos tapasztalatok:** Az elektrosztatikus vonzást a hosszú hajú kislányok haján is bemutattam, nem kis derűtséget okozva ezzel.

3. AZ ÚSZÓ PARAFADUGÓ

Ajánlott életkor: 5-10 év	Az előkészítés időtartama: 2 perc
Forma: gyerekek is végezhetik	A bemutatás időtartama: 3 perc
Témakör: víz és folyadékok	A megbeszélés időtartama: 5 perc
<p>A kísérlet rövid leírása, összefoglalása: Ha egy pohár nincs teljesen tele vízzel, és a felszínére parafadugó-korongot teszünk, akkor az mindig a pohár széléhez vándorol. Ha annyi vizet töltünk a pohárba, hogy kipúposodjon, akkor a korong a pohár közepére megy.</p>	
<p>A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Az úszás/lesüllyedés jelenségének vizsgálata ● Egy hétköznapi jelenség vizsgálata 	
<p>Bevezető, ráhangoló, motiváló gondolatok, kérdések:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Gondolkodtatok már azon, miért tapadnak össze a gabonapehely darabjai a tej tetején úszva? És azon, hogy miért mindig a tál szélére vándorolnak? 	
<p>Szükséges eszközök:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● parafadugó ● penge/kés/schnitzer ● üvegpohár (átlátszó, szintelen) ● kancsó 	<p>Szükséges anyagok:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● csapvíz

Az eszköz elkészítése:

- Parafadugóból éles késsel vágjunk le egy kb. 0,5 cm vastagságú korongot!

A kísérlet kivitelezése:

1. Töltsünk a pohárba annyi vizet, hogy a szájától kb. 2 cm magasságig érjen!
2. Helyezzük a parafadugó-korongot a víz felszínére!
3. Figyeltsük meg, hogy a korong úszik a víz felszínén, és mindig a pohár széléhez vándorol!
4. Töltsünk ezután kancsóból annyi vizet a pohárba, hogy teljesen megteljen, sőt kissé ki is púposodjon!
5. Figyeltsük meg, hogy a parafadugó-korong a pohár közepére vándorol!

Rávezető kérdések a tapasztalatok összegyűjtéséhez:

1. Hol helyezkedik el (hova vándorol) a parafadugó-korong, amikor még nincs tele vízzel a pohár?

2. Milyen alakú a víz felszíne ekkor a pohár közelében?
3. Mi történik a koronggal, amikor teljesen teletöltjük vízzel a poharat?
4. Milyen alakú a víz felszíne ekkor?

A kísérlet magyarázata:

1. Figyeltessük meg a gyerekekkel, hogy a fa úszik a víz tetején. Ezt a gyakorlati életben is tapasztaljuk. Még a nehéz farönkök is!
2. A kísérletben szereplő parafadugó-szelet is ennek megfelelően viselkedik. Minden esetben a víz legfelső pontját „keresi”.
3. Figyeltessük meg a gyerekekkel, hogy ha a pohárba vizet töltünk, és az nincs színültig tele, akkor a víz felszíne nem „vízszintes”! Ott, ahol a pohárnál érintkezik, egy kissé felfelé görbül. Azt mondjuk, hogy a víz nedvesíti az üveget.
4. A parafadugó-szelet ezért vándorol a pohár széléhez, mert itt a legmagasabb a vízszint a pohárban.
5. Amikor annyi vizet töltünk a pohárba, hogy kipúposodik, akkor a pohár közepén a legmagasabb a vízszint, ezért a korong átvándorol ide.

Rávezető kérdések a magyarázat megalkotásához:

1. Mi történik egy fadarabbal, ha vízbe tesszük?
2. Amikor még nincs tele a pohár, hol van a víz legfelső pontja?
3. Amikor teljesen teletöltöttük a poharat, hol van a víz legfelső pontja?

A témakör gyakorlati vonatkozásai:

1. Biztosan mindenki tapasztalta már, hogy reggelizéskor a gabonapehely golyócskái a tál szélén, egymáshoz „tapadva” helyezkednek el. A gabonapehely golyói ugyanúgy a legmagasabb pontra kerülnek, mint a kísérletben a parafadugó, ezért gyülekeznek a tál szélénél.
2. Vízen való úszás, lesüllyedés jelentőségét ld. a korábbi kísérleteknél.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Ennél a kísérletnél a bemutatás előtt érdemes megkérdezni a gyerekeket, milyen eredményre számítanak.
- A gyermekek figyelmét hívjuk fel arra, hogy a kísérlet segítségével egy hétköznapi (reggeli) tapasztalatunkra is magyarázatot kapunk: a gabonapehely golyóinak tál széléhez és egymáshoz „tapadására”.
- Fontos, hogy üvegpoharat (és műanyag poharat) használjunk, mert akkor biztosan megvalósul a víz és az üveg közti nedvesítés, és megfelelő mértékben görbül a víz az üveg falánál!

Elsős osztályban történő bemutatással kapcsolatos tapasztalatok:

- **Előkészítés:** Ez a kísérlet gyorsan bemutatható a gyerekeknek, nem igényel sok előkészületet.
- **Kísérlet bemutatása:** Nem minden gyermek látta meg azt, hogy a vízzel félig töltött pohár falánál a víz felfelé „görbül”. A kipúposodó vizet sokkal inkább meglátták a gyerekek.
Amikor a parafa szelet beúszott a víz közepére, azzal magyarázta egy gyermek, hogy a „parafa beszívta a vizet”.
- **Utólagos tapasztalatok:** Ezt a kísérletet többen az osztályból délután otthon maguktól elvégezték, hogy lenyűgözzék szüleiket, testvéreiket.

4. GEMKAPOCS A VÍZEN

Ajánlott életkor: 5-10 év	Az előkészítés időtartama: 1 perc
Forma: gyerekek is végezhetik	A bemutatás időtartama: 1 perc
Témakör: víz és folyadékok	A megbeszélés időtartama: 3 perc
<p>A kísérlet rövid leírása, összefoglalása: Ha a víz felszínére könnyű, nagy felületű tárgyakat helyezünk óvatosan, akkor a felületen maradnak, noha a sűrűségük alapján a víz aljára kéne süllyedniük.</p>	
<p>A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● A levegő-víz határfelület különleges tulajdonságainak bemutatása ● A levegő-víz határfelület, mint „hártya” bemutatása 	
<p>Bevezető, ráhangoló, motiváló gondolatok, kérdések:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Lehetséges vajon fémtárgyakat a víz felszínére helyezni úgy, hogy ne süllyedjenek le? ● Láttál már molnárpoloskát vagy más vízi rovarot, amelyik a víz felszínén él és mozog? Vajon miért nem süllyed le? 	
<p>Szükséges eszközök:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● kis tál ● gemkapocs 	<p>Szükséges anyagok:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● csapvíz

Az eszköz elkészítése:

- Nem szükséges eszközt készíteni a kísérlethez.

A kísérlet kivitelezése:

1. Öntsünk kb. 2 cm magasan vizet a tálba!
2. A gemkapcsot oldalról két ujjunkkal megfogva óvatosan fektessük a víz felszínére!
3. Figyeltessük meg, hogy a gemkapocs a víz felszínén marad, illetve alatta a víz behajlik, mintha a felszíne egy hártya volna.
4. Figyeltessük meg, hogy ha lenyomjuk a gemkapcsot a vízfelszín alá, akkor lesüllyed, hiszen vasból készült.

Rávezető kérdések a tapasztalatok összegyűjtéséhez:

1. Mi történt a gemkapoccsal, miután óvatosan a víz felszínére fektettük?
2. Mi történik a víz felszínével a gemkapocs alatt?
3. Mi történik, ha ujjunkkal lenyomjuk kissé a gemkapcsot?

A kísérlet magyarázata:

- A víz és a levegő határfelülete (azaz a vízfelszín) sokféle különleges tulajdonsággal rendelkezik a víz belsejéhez képest. Például üvegedénybe töltve a vízfelszín felfelé görbül az üveg mentén, ld. az előző kísérletnél.
- A víz-levegő határfelület egy különleges tulajdonsága, hogy átszakításához erőt kell kifejteni. Ha a felületre ható erő nem túl nagy (pl. egy gemkapcsot elég kicsi erővel húz lefelé a Föld), akkor nem szakad át a határfelület, hanem megtartja a tárgyat, csak behorpad alatta.
- Ennek köszönhetően a vízfelszín olyan tárgyakat is meg tud tartani magán, melyek a sűrűségük alapján a víz alá süllyednének.

Rávezető kérdések a magyarázat megalkotásához:

1. Mi történne, ha a gemkapcsot nem ilyen óvatosan, lapjával fektetnénk a vízre, hanem egyszerűen beledobnánk?
2. Milyen módon lehetne elérni, hogy egy nehezebb fémtárgyat, pl. kulcsot is a víz felszínére helyezhessünk anélkül, hogy elsüllyedne?

A témakör gyakorlati vonatkozásai:

1. A víz nagy felületi feszültségének egyik következménye, hogy viszonylag nagy vízcseppek tudnak létrejönni, pl. esőcseppek, harmatcseppek a növények levelein.
2. A víz felszínén több kis rovar is tud mozogni, ilyen pl. a molnárika (molnárpoloska).
3. Úszóversenyeken megfigyelhető, hogy a vízből kiemelkedő úszók feje körül vízburok látszik. Ez is a víz nagy felületi feszültségének köszönhető, hogy viszonylag nagy erő kell hozzá, hogy a víz-levegő határfelület átszakadjon.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Ennél a kísérletnél a bemutatás előtt érdemes megkérdezni a gyerekeket, milyen eredményre számítanak.
- Bár valóban úgy tűnik, de semmiféle „hártya” nincs a víz felszínén. Arról van szó, hogy a víz-levegő határfelületen elhelyezkedő vízrészecskék más tulajdonságokkal rendelkeznek, mint a víz belsejében levő részecskék. Ezért fontos, hogy a gyerekeknek szánt magyarázatban az „olyan mintha” kifejezést használjuk”.
- Más tárgyak is ráfektethetők a víz-levegő határfelületre, pl. alufóliából kivágott alakzatok.

Elsős osztályban történő bemutatással kapcsolatos tapasztalatok:

- **Előkészítés:** A kísérlet előkészítése egyszerű, de a kivitelezés nehézségbe ütközött számomra.

- **Kísérlet bemutatása:** Nehezen sikerült a gemkapcsot úgy a vízfelszínre helyeznem, hogy ottmaradjon és ússzon.
- **Utólagos tapasztalatok:** Minden gyermeknek kiosztottam egy-egy gemkapcsot, hogy otthon próbálják meg ők is úsztatni. Néhányan közülük valóban megpróbálták. Ők arra jöttek rá, hogy minden próbálkozást száraz gemkapoccsal kell kezdeni.
A gyerekek megértették, hogy ha erővel dobjuk a gemkapcsot a vízbe, akkor lesüllyed.

5. HÁNY VÍZCSEPP FÉR EL EGY ÖTFORINTOSON?

Ajánlott életkor: 5-10 év	Az előkészítés időtartama: 3 perc
Forma: gyerekek is végezhetik	A bemutatás időtartama: 4 perc
Témakör: víz és folyadékok	A megbeszélés időtartama: 5 perc
<p>A kísérlet rövid leírása, összefoglalása: Egy 5 Ft-os pénzérme felszínére meglepően sok vízcsepp rácsepegtethető anélkül, hogy a víz lefolyna róla.</p>	
<p>A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● A víz különleges tulajdonságainak bemutatása. ● A számolás műveletének gyakorlása. ● Meghökkenés. 	
<p>Bevezető, ráhangoló, motiváló gondolatok, kérdések:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Vajon hány vízcsepp fér el egy ötforinton? ● Vajon mi történik a vízzel, ami után egy vékony rétegben már befedi a pénzérme felszínét? 	
<p>Szükséges eszközök:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 5 Ft-os érme ● cseppentő ● pohár ● tányér vagy tálca alátétnek 	<p>Szükséges anyagok:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● csapvíz

Az eszköz elkészítése:

- Nem szükséges eszközt készíteni a kísérlethez.

A kísérlet kivitelezése:

1. Tegyük az 5 Ft-ost egy tálcára vagy tányérra!
2. Cseppentővel szívjunk fel vizet a pohárból, és csepegtessük rá az érme felszínére!
3. Számoljuk meg, hány cseppet tudunk rátenni, amíg le nem folyik az érméről a víz!
4. Figyeltessük meg, hogy a víz végig burokszerű alakot vesz fel, a víz részecskéi végig a lehető legközelebb igyekeznek elhelyezkedni egymáshoz!

Rávezető kérdések a tapasztalatok összegyűjtéséhez:

1. Milyen alakja van a vízcseppnek, amikor a pénzérmére cseppentjük?

2. Mi történik, ha egy vízcseppel közvetlen egy másik mellé cseppentünk?
3. Milyen alakot vesz fel a vízfelszín?

A kísérlet magyarázata:

- A víz részecskéi között meglehetősen nagy vonzóerő lép fel, igekeznek egymáshoz a lehető legközelebb elhelyezkedni.
- Ennek következtében hiába juttatunk sok vizet kis felületre, a vízcsepp igyekszik egyben maradni. Így sok vízcsepp is elfér kis területen.

Rávezető kérdések a magyarázat megalkotásához:

1. Mit láttunk az előző kísérleteknél, amikor színültig töltöttünk egy poharat vízzel? Hogyan viselkedett a víz felszíne?
2. Milyen az alakja a vízcseppnek, amikor zsíros felületre cseppentjük?

A témakör gyakorlati vonatkozásai:

1. Ebben a kísérletben is a vízmolekulák erős vonzó kölcsönhatása és a víz nagy felületi feszültsége játszik jelentős szerepet. Ezek jelentőségét ld. az előző kísérleteknél.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A kísérlet elején érdemes megkérni a gyerekeket, hogy tippeljék meg, szerintük hány vízcseppel sikerül majd a pénzérmére cseppenteni. Annál érdekesebb lesz ezt kipróbálni!
- Még jobban sikerül a kísérlet, ha a pénzérmét bezsírozzuk. Ezzel azt is bemutatathatjuk a gyerekeknek, hogy mivel a zsírt a víz „utálja”, még inkább „összekapaszkodnak” a részecskéi. Hétköznapi tapasztalattal is megerősíthetjük, hogy csak vízzel a zsíros/olajos kezünket nem tudjuk lemosni.

Óvodás csoportban történő bemutatással kapcsolatos tapasztalatok:

- **Előkészítés:** a gyerekek körbeálltak egy asztalt, ahol egy tálcán bemutattam a cseppentő segítségével, hogy hány vízcsepp fér el egy 5 Ft-oson. Érdemes több cseppentőt is bevinni, hogy többen is ki tudják próbálni egyszerre a kísérletet.
- **A kísérlet bemutatása:** Mielőtt elkezdtek volna a kísérletet, a gyerekekkel becslést végeztünk, hogy vajon hány csepp víz fog elférni az érmén. Azt is megbeszéltük, hogy miért nem „gurulnak” le a cseppek a pénzérméről. A bemutató vége felé már lélegzetvisszafojtva számolták, hogy meddig is lehet rá csepegtetni.

- **Utólagos tapasztalatok:** Ezt a kísérletet a középső csoportba is be lehet vinni egy matematika foglalkozásra, hogy egy kicsit élvezetesebbé tegyük a számlálást. A gyerekeknek többször fel kell hívni a figyelmüket, hogy ne mozgassák az asztalt, illetve érdemes kipróbálni azt is, hogy az asztal billeg-e. Arra is érdemes felhívni a figyelmüket, hogy a cseppentőt ne érintsék hozzá a már lecseppentett vízcseppekhez, mert akkor könnyebben „legurulnak” a cseppek az érméről.

6. PÉNZ KERÜL A KÁRTYÁRA

Ajánlott életkor: 5-10 év	Az előkészítés időtartama: 2 perc
Forma: gyerekek is végezhetik	A bemutatás időtartama: 5 perc
Témakör: víz és folyadékok	A megbeszélés időtartama: 5 perc
<p>A kísérlet rövid leírása, összefoglalása: Ha egy vízzel teletöltött pohár felszínére plasztikkártyát helyezünk úgy, hogy fele a vízre kerül, fele lelóg, akkor a kártya lelógó részére több pénzürmét is helyezhetünk anélkül, hogy a kártya lebillen.</p>	
<p>A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● A víz-levegő határfelület különleges tulajdonságainak bemutatása. ● Meghökkenés. ● A számolás gyakorlása. 	
<p>Bevezető, ráhangoló, motiváló gondolatok, kérdések:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Mit gondoltok, milyen erős a vízfelszín? Hány ötforintost bír el? 	
<p>Szükséges eszközök:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● üvegpohár (viszonylag széles szájú) ● plasztikkártya (törzsvásárlói kártya, régi bankkártya stb.) ● 5 Ft-os érmék ● tányér vagy tálca alátétnek 	<p>Szükséges anyagok:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● csapvíz

Az eszköz elkészítése:

- Nem szükséges eszközt készíteni a kísérlethez.

A kísérlet kivitelezése:

1. Állítsuk a poharat a tálcára!
2. Helyezzük rá a plasztikkártyát úgy, hogy félig a pohár felett legyen, félig lelógjon a levegőbe!
3. Figyeltessük meg, hogy nagyon nehéz így kiegyensúlyozni a kártyát, ha a levegőben levő részére ráteszünk egy 5 Ft-os érmét vagy akár csak ráfújunk, azonnal lebillen!
4. Töltsünk a pohárba annyi vizet, hogy színültig legyen, illetve kicsit púpozva is!
5. Helyezzük a pohárra a kártyát ugyanúgy, mint előbb, azaz félig lógjon le!

6. Figyeltessük meg, hogy ha a levegőben levő részére ráfújunk vagy óvatosan lenyomjuk, a kártya nem billen le!
7. Helyezzünk a kártya levegőben lévő részére 5 Ft-os pénzérmeget toronyba! Számoljuk meg, hány érmét tudunk egymásra helyezni úgy, hogy a kártya ne billenjen le!

Rávezető kérdések a tapasztalatok összegyűjtéséhez:

1. Mi történik a kártyával, ha az üres pohár felett próbáljuk kiegyensúlyozni?
2. Miért borul le ekkor a kártya, ha pénzérmeget teszünk rá? Hogyan lehetne megakadályozni a leborulást?
3. Figyeljük meg a víz felszínét, amikor a kártya rajta fekszik és már pakoltunk rá érméket!
4. Mi változik, ahogy egyre több érmét helyezünk a kártyára?

A kísérlet magyarázata:

- Ahogy a korábbi kísérletekben is szerepelt, a víz-levegő határfelület átszakításához (vagy egyáltalán megnöveléséhez) erő szükséges.
- Ahogy a kártya a vízfelszínen nyugszik, a lefelé billenése a víz-levegő határfelület megnövelését, átszakadását eredményezné. Ehhez nagy erő szükséges, akkora, mint néhány 5 Ft-os pénzérme súlya.

Rávezető kérdések a magyarázat megalkotásához:

1. Miért borul le a kártya, ha az üres pohárra téve pénzérmeget helyezünk rá?
2. Milyen a víz felszíne, amikor rajta fekszik a kártya és egyre több pénzérmet helyezünk rá?

A témakör gyakorlati vonatkozásai:

1. Ebben a kísérletben is a vízmolekulák erős vonzó kölcsönhatása és a víz nagy felületi feszültsége játszik jelentős szerepet. Ezek jelentőségét ld. az előző kísérleteknél.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Elmesélhetjük a gyerekeknek, vagy még jobb, ha fényképen bemutatjuk, hogy ugyanez a jelenség felelős azért, hogy amikor egy úszó sportoló feje kiemelkedik a vízből, akkor kezdetben úgy tűnik, mintha egy vízburok venné körül.

Óvodás csoportban történő bemutatással kapcsolatos tapasztalatok:

- **Előkészítés:** Ezt a bemutatót a „Hány vízcsepp fér el egy ötforinton” kísérlet után végeztük el, így a szükséges hozzávalók már az asztalon voltak.

- **A kísérlet bemutatása:** A kísérlet kipróbálása előtt megkérdeztem a gyerekeket, hogy az üres pohárra fel tudom-e helyezni a plasztikkártyát vagy le fog esni a tálcára. A válasz egy kisfiú kivételével mind az volt, hogy nem fog sikerülni. Nagyon meglepődtek, hogy mégis sikerült úgy kiegyensúlyoznom a kártyát, hogy fennmaradjon a poháron, de azon már nem lepődtek meg, hogy az 5 Ft-os ráhelyezése után ledőlt a kártya. Amikor vizet töltöttünk a pohárba, már bátrabban mondták, hogy így nem fog leesni a kártya, csak akkor, amikor az érmét ráhelyezzük. A meglepetés még nagyobb lett, amikor nem dőlt le a pénzérmétől a kártya. Az első felhelyezése után, miután folytattuk volna a „súlyozást”, az előző kísérlethez hasonlóan megpróbálták a gyerekek megbecsülni, vajon hány 5Ft-os tud fennmaradni a kártyán. A 4. felrakása után sajnos ledőlt a plasztikkártya, de így is sikongatva számolták a gyerekek 1-1 érme felhelyezését.
- **Utólagos tapasztalatok:** Ezt a kísérletet főleg nagycsoportosoknak ajánlom. Sajnos még nem elég fejlett a kisebb gyermekeknek a finommotorikájuk, hogy el tudják helyezni a pénzérméket a kártyán, még a nagycsoportosoknak is sok esetben nehézséget okozott.

7. SZIVÁRVÁNY EGY FILCTOLLBÓL

Ajánlott életkor: 5-10 év	Az előkészítés időtartama: 5 perc
Forma: gyerekek is végezhetik	A bemutatás időtartama: 10 perc
Témakör: víz és folyadékok	A megbeszélés időtartama: 4 perc
<p>A kísérlet rövid leírása, összefoglalása: Ha szűrőpapírra barna filctollal pöttyöt rajzolunk, majd a szűrőpapírt vízbe állítjuk, a papír felszívja a vizet, a barna festék pedig színeire bomlik, színes sávokat létrehozva a papíron.</p>	
<p>A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Gyönyörködtetés ● Színkeverés eredményének bemutatása 	
<p>Bevezető, ráhangoló, motiváló gondolatok, kérdések:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Biztosan kevertetek már össze színeket festésnél, hogy új színek jöjjenek létre. De vajon hogyan lehetne az összekevert színeket szétválasztani? 	
<p>Szükséges eszközök:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● átlátszó, szintelen pohár ● olló ● barna filctoll 	<p>Szükséges anyagok:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● szűrőpapír ● csapvíz

Az eszköz elkészítése:

1. A szűrőpapírból vágjunk kb. 2x10 cm-es csíkokat, illetve akkorákat, hogy a pohárba kényelmesen beleférjenek és nagyjából a pohár szájáig érjenek!

A kísérlet kivitelezése:

1. Töltsünk a pohárba kb. 1 cm magasságig vizet!
2. Rajzoljunk a szűrőpapírcsík aljától kb. 2 cm-re egy barna pöttyöt a filctollal. Fontos, hogy a pötty magasabban legyen mint a vízszint!
3. Állítsuk bele a szűrőpapírcsíkot a pohárba úgy, hogy csak a legalja álljon a vízben!
4. Figyeltessük meg, hogy a szűrőpapír a vizet felszívja, majd mikor a vízszint a barna pöttyhöz ér, magával viszi a festékanyagokat! A különböző színű festékek különböző magasságig emelkednek, így színes sávok jelennek meg a papíron!

Rávezető kérdések a tapasztalatok összegyűjtéséhez:

1. Mi történik a vízzel, ahogy beleállítjuk a szűrőpapírt?
2. Mi történik a festékcseppel, ahogy áthaladt rajta a vízszint?
3. Mit látunk a papíron, miután a víz a papír tetejéig emelkedett?

A kísérlet magyarázata:

- A barna festék sokféle színű festék keverékeként áll elő.
- A szűrőpapír/ítatóspapír úgy tekinthető, mintha sok vékony kis csövecskéből állna, ezekben a vízszint megemelkedik, ahogy a pohár fala mentén a víz felszíne felfelé hajlik. Ez a jelenség az ún. hajszálcsövesesség.
- Ahogy a víz a papírban felfelé halad, magával viszi a barna festék összetevőit.
- A víz a többféle összetevő körül néhány színt jobban, könnyebben old, így magasabbra visz, más összetevőket kevésbé.
- Ennek eredményeképp a barna szín létrehozó többféle színanyag szétválik, színes csíkokat eredményezve a papíron.

Rávezető kérdések a magyarázat megalkotásához:

1. Mi történik, ha vízbe nyúlsz és véletlenül a ruhád ujja is beleér?

A témakör gyakorlati vonatkozásai:

- A hajszálcsövesességnek számos gyakorlati előfordulása és felhasználása van. Ilyen pl. a gyertya kanócán felszivárgó gyertyaviasz vagy a bambuszfáklya kanócán felszivárgó gyújtófolyadék.
- A törlőrongyok is annál hatékonyabban tudják felitatni a kiömlött folyadékot, minél inkább megvannak bennük a hajszálcsövek. Az agyonhasznált, túl sokszor gyűrött és mosott ruhadarabok, melyek „csak felmosórongynak jók”, valójában pont nem jók annak...
- A talajban, állás közben is kialakulnak hajszálcsövek, melynek eredményeképp a talaj nedvessége felfelé áramlik, majd a felszínen elpárolog, ezáltal kiszárad a talaj és a növény. Kapálással ezeket a hajszálcsöveket tudjuk megszüntetni, így a talaj lassabban szárad ki.
- A jelenségnek a tudományos életben nagy jelentősége és felhasználási területe van (ez az ún. kromatográfia), ebben az életkorban azonban megelégszünk a gyönyörködtetéssel. Ezen felül természetesen beszélhetünk a gyerekeknek a színkeverésről.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Szűrőpapírként használható kávéfőzőkhöz kapható filter, illetve itatóspapír. (Ki kell próbálni, hogy vízbe lógatva felszívja-e a vizet, méghozzá viszonylag nagy sebességgel!)
- Ha a vizesedő papír összehajlik és beleesne a pohárba, csipesszel a pohár szájához rögzíthetjük a tetejét!

- A pöttyöt úgy is felrajzolhatjuk a papírra, hogy száradás után újabbat rajzolunk a meglévőre, így több festéket viszünk fel, látványosabb lehet az eredmény.

Óvodás csoportban történő bemutatással kapcsolatos tapasztalatok:

- **Előkészület:** érdemes annyi szűrőpapírt felvágni, ahány gyermek van a csoportban, mert nagy népszerűsége van a kísérletnek.
- **A kísérlet bemutatása:** Mielőtt bemutattam volna a kísérletet, elmondtam a gyerekeknek, hogy mi fog történni, de nehezen tudták elképzelni. A szemléltetés végére a gyönyörködtetés teljes mértékben célba ért és nagy lelkesedéssel merültek bele a gyerekek is a kísérlet kipróbálásába.
- **Utólagos tapasztalatok:** Személy szerint én a barna pöttyöket is előrajzoltam a papírra, hogy ne vegyen el a kísérlet idejéből a rajzolgatás, de ezt a gyerekekkel is meg lehet rajzoltatni, csak ügyeljünk arra, hogy megfelelő magasságba és nagyságban rajzolják fel a barna pöttyöt.

8. MEGFORDUL A NYÍL

Ajánlott életkor: 5-10 év	Az előkészítés időtartama: 2 perc
Forma: gyerekek is végezhetik	A bemutatás időtartama: 2 perc
Témakör: víz és folyadékok	A megbeszélés időtartama: 3 perc
<p>A kísérlet rövid leírása, összefoglalása: Ha egy pohár mögé helyezett papírlapon levő nyilat figyelünk a poháron keresztül, majd a pohárba vizet töltünk, azt látjuk, hogy a nyíl megfordul, amint a víz szintje eléri.</p>	
<p>A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Gyönyörködtetés, meghökkentés ● A víz fénytörő tulajdonságának bemutatása 	
<p>Bevezető, ráhangoló, motiváló gondolatok, kérdések:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Biztosan láttátok már, hogy gördített tükörben másmilyennek látjuk magunkat. Ha a tiszta, sima vizű medence alját nézzük, az is közelebbinek látszik a valóságnál. Nézzük meg, mi történik, ha „görbült vízen” át nézünk valamit! 	
<p>Szükséges eszközök:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● átlátszó, szintelen, egyenes falú pohár ● kancsó ● papírlap ● toll 	<p>Szükséges anyagok:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● csapvíz

Az eszköz elkészítése:

- Nem szükséges eszközt készíteni a kísérlethez.

A kísérlet kivitelezése:

1. Állítsuk az üres poharat az asztalra és helyezzünk mögé kb. 5 cm-re egy papírlapot, amire egy jobbra mutató nyilat rajzoltunk!
2. Figyeltessük meg, hogy ha a poháron keresztül nézzük a nyilat, akkor látjuk, hogy jobbra mutat!
3. A nyilat továbbra is a poháron keresztül nézve (célszerű esetleg fél szemmel) töltünk vizet a pohárba!
4. Figyeltessük meg, hogy amint a víz szintje eléri a nyilat, azt látjuk, hogy a nyíl balra mutat, azaz megfordult!

Rávezető kérdések a tapasztalatok összegyűjtéséhez:

1. Melyik irányba mutatott a nyíl, mielőtt a vizet beletöltöttük a hengerbe?
2. Melyik irányba látjuk mutatni a nyilat, miután beletöltöttük a pohárba a vizet?
3. Vajon változott-e a nyíl iránya, ami a papírra van rajzolva vagy csak úgy láttuk, hogy megfordul?
4. Mit látnánk, ha a papírt kivennénk a pohár mögül?

A kísérlet magyarázata:

- A nyílról kiinduló, a vízen áthaladó és szemünkbe eljutó fénysugarak a vízen áthaladva eredeti irányuktól eltérülnek. Ez a jelenség a fénytörés.
- Ebben az esetben (ha a nyíl-pohár távolság megfelelő) ennek az az eredménye, hogy a nyílról egy fordított képet látunk, ha a pohár vízen keresztül nézzük.

Rávezető kérdések a magyarázat megalkotásához:

1. Milyenek látjátok a vízzel telt medence alját?
2. Milyenek látjátok a tárgyakat, ha nagyítón keresztül nézitek?
3. Mit látok, ha nagyítóval távoli tárgyakat néztek?

A témakör gyakorlati vonatkozásai:

1. A víz-levegő határfelületen történő fénytörés a mindennapi, gyakorlati életben gyakran előfordul:
 - a. emiatt látjuk úgy, hogy a vízbe (teába) tett kanál megtörik a felszínen;
 - b. a víz alatti tárgyakat közelebbinek látjuk, mint ahol valójában vannak. A vízi ragadozómadaraknak emiatt mélyebbre kell nyúlniuk a zsákmányért, mint ahol látják azokat.
2. Üvegből készült, görbült felülettel határolt fénytörő közeget hívjuk optikai lencsének. Ilyen a szemüveglencse illetve a nagyító. (A mikroszkóp és a távcső több ilyen lencsét is tartalmaz.)

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Ennél a kísérletnél a bemutatás előtt érdemes megkérdezni a gyerekeket, milyen eredményre számítanak.
- Egyenes és sima falú üvegpohár jó, ami nem homályos/opálos, tisztán lehet keresztüllátni rajta. Diszkontboltokban, háztartási boltokban is kapható süteménytároló üveghenger is megfelelő, ha a fala megfelel ezeknek a kritériumoknak.
- Ki kell előre próbálni, hogy az adott pohár esetén milyen távolra kell tenni a papírt, hogy a víz betöltése után is jól látható legyen a nyíl.
- A jelenség legjobban pontosan szemből, fél szemmel látható. Ehhez érdemes a gyerekeket egyesével szólítani (pl. két pohárból ide-oda

öntögetni a vizet), vagy hagyni, hogy kisebb csoportokban ők végezzék a kísérletet (amennyiben rendelkezésre áll elegendő eszköz).

- Ugyanaz a jelenség játszódik le, mint amikor egy nagyítóval távoli tárgyat nézünk, és azt fejjel lefelé, fordítva látjuk. A hengerben lévő víz itt csak vízszintes irányban végzi el a megfordítást.

Elsős osztályban történő bemutatással kapcsolatos tapasztalatok:

- **Előkészítés:** Egyszerű 7dl-es befőttes üveget használtam a kísérlethez.
- **Kísérlet bemutatása:** Minden gyermek kipróbálta, hogy átnézett a vízzel teli üvegen.
- **Utólagos tapasztalatok:** Nehéz volt beállítani a megfelelő távolságot, hogy a gyerekek valóban lássák a jelenséget, ahhoz pedig még kicsik voltak, hogy maguk fogják és állítsák a papírt a megfelelő helyre. Emiatt többen azt a fázist látták, amikor a nyíl mindkét irányba „mutat” egyszerre. A jelenség magyarázatát nem értették meg, de a fénytörés, mint új fogalom, bevezetésre került.

9. FESTÉS LILAKÁPOSZTÁVAL

Ajánlott életkor: 5-10 év	Az előkészítés időtartama: 20+15 perc
Forma: gyerekek is végezhetik	A bemutatás időtartama: 10 perc
Témakör: víz és folyadékok	A megbeszélés időtartama: 5 perc
<p>A kísérlet rövid leírása, összefoglalása: Ha lilakáposzta levélvel megfestett papírlapra rajzolunk szódabikarbóna-oldatba illetve ecetbe mártott ecsettel, a lap elszíneződik.</p>	
<p>A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Gyönyörködtetés, lenyűgözés ● Annak bemutatása, hogy az anyagokat tulajdonságaik alapján azonosíthatjuk. 	
<p>Bevezető, ráhangoló, motiváló gondolatok, kérdések:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Észrevetted már, hogy a tea hirtelen kivilágosodik, amikor citromlevet öntünk bele? ● Láttad már, hogy a lefolyóba öntött lilakáposzta levének színe megváltozik, amikor mosogatószer vagy ecet/citromlé cseppen rá? 	
<p>Szükséges eszközök:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● írólap ● mosogatószivacs ● ecsetek ● 3 pohár az oldatoknak 	<p>Szükséges anyagok:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● lilakáposzta ● szódabikarbóna ● ecet (20%-os) ● citromsav ● csapvíz

Az eszköz elkészítése:

1. Kb. negyed fej lilakáposztát reszeljünk/gyaluljunk le vagy késsel vágjuk apróbb darabokba!
2. Tegyük egy lábasba, és öntsünk rá annyi vizet, hogy éppen ellepje!
3. Főzzük meg a káposztát! Forraljuk néhány percig, hogy a főzőlébe minél több színanyag oldódjon ki!
4. A levet szűrjük le és várjuk meg, amíg kihűl!
5. A lébe mártott mosogatószivaccsal fessük be az írólapokat teljesen!
6. Szárítsuk meg a lapokat! Nem baj, ha száradás után csak halványlila a színük!

7. Egy-egy pohárban készítsük el az alábbi oldatokat:
 - a. szódabikarbóna-oldat (2 teáskanál szódabikarbóna kb. 1 dl vízhez)
 - b. 10 %-os ecet (vagy híg citromsav-oldat)
 - c. 20 %-os ecet (vagy tömény citromsav-oldat)

A kísérlet kivitelezése:

1. A gyerekeknek osszunk egy-egy lilakáposztás papírt!
2. Tegyük egy-egy ecsetet az oldatokba! Fontos, hogy egy ecsettel mindig csak ugyanabba a folyadékba nyúljanak a gyerekek!
3. A bemártott ecsetet húzzák végig a papíron, rajzoljanak, írjanak vele!
4. Figyeltsük meg, hogy a különböző színtelen oldatok hatására különböző színűre változik a papír!

Rávezető kérdések a tapasztalatok összegyűjtéséhez:

1. Milyen színű eredetileg a papírlap?
2. Milyen színű lesz az egyes oldatok hatására?
3. Mely anyagok azok, amik hasonló színűre változtatják a papírt?

A kísérlet magyarázata:

1. Az alkalmazott oldatok savas vagy lúgos kémhatásúak. A szódabikarbóna lúgos, az ecet és a citromsav savas kémhatású.
2. A lilakáposzta színanyaga ún. indikátor, azaz színének változásával jelzi a savas és lúgos kémhatást.
3. A kísérlet magyarázata messze meghaladja a korosztálytól elvárható ismereteket, ezért elegendő annyit megbeszélni, hogy a különböző tulajdonságú anyagok hatására különböző színűre változik a lilakáposzta színe. A hasonló tulajdonságú anyagok (citromsav, ecetsav) hasonló vagy ugyanolyan szint eredményeznek.

Rávezető kérdések a magyarázat megalkotásához:

1. Milyen anyagok okoznak hasonló színt? Mi a közös bennük?

A témakör gyakorlati vonatkozásai:

1. A kémiában fontos tulajdonsága az oldatoknak, hogy savas vagy lúgos kémhatásúak-e. Ugyanis, minden savas kémhatású oldat hasonlóan viselkedik egymáshoz, mint ahogy a lúgos kémhatású oldatok is egymáshoz.
2. Az indikátorok színükkel jelzik az oldatok kémhatását.
3. Az oldatok kémhatásának nagy jelentősége van a természetben is, pl. a gyomornedvnek erősen savas kémhatásúnak kell lennie, a vér kémhatásának nagy pontossággal állandónak kell lennie.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Az előkészítés csak a lilakáposzta lereszelése és megfőzése miatt hosszadalmas. Ha azonban ilyen módon előkészítünk sok lapot, azokat későbbre eltehetjük, és akkor az előkészítési idő jelentősen lerövidül.
- Ecsetek helyett fültisztító pálcikát is használhatunk, de ez indokolatlan hulladékot okozhat.
- Ellenőrzésképp kipróbálhatjuk, hogy milyen lesz a papírlap, ha csak vizes ecsetet húzunk végig rajta.
- Készíthetünk mosóporból is oldatot, ez erősen lúgos kémhatású, szépen mutatja a színváltozást! Azonban nagyon vigyázni kell, mert maró hatású, semmiképp ne kerüljön senki bőrére, szemébe!
- A kísérletet pusztán gyönyörködtetésre, rajzolásra is használhatjuk. Ha azonban egy új pohárba a gyerekek számára ismeretlen folyadékot öntünk, akkor könnyen azonosítani tudják, hogy melyik ismert folyadékhoz hasonló tulajdonságú, ha a belemártott ecsetet végighúzzuk a papíron. Ezzel bemutathatjuk a gyerekeknek azt, hogy a különböző anyagokat a kutatók is a tulajdonságaik alapján azonosítják (pl. levegőből, csapvízből, talajból vett mintában milyen anyagok találhatóak.)
- A tea is sav-bázis indikátor. Ezért tapasztaljuk, hogy megfelelő mennyiségű citromlé hozzáadásakor hirtelen kivilágosodik.

Óvodás csoportban történő bemutatással kapcsolatos tapasztalatok:

- **Előkészítés:** Ennél a kísérletnél érdemes már előző nap befesteni a káposztalével a papírokat, hogy legyen elég idejük megszáradni. Megfelelő méretű ecset kiválasztása fontos. Különböző színnel ellátott tálak, edények kihelyezése volt szükséges, hogy a gyerekek könnyebben megkülönböztessék az oldatokat.
- **A kísérlet bemutatása:** Remek lehetőség egy vizuális tevékenység keretei közé betenni ezt a kísérletet, mert nagy a motiváció, hogy milyen „varázslást” fogunk végrehajtani azon az „érdekes” papíron. Érdemes többször megfigyeltetni és kimondatni a gyerekekkel, hogy mely oldattól milyen színű lesz a papír. A festés száradása után sajnos nem lettek olyan szép színűek a munkák, mint vártuk, de a gyerekek így is nagyon élvezték a feladatot.
- **Utólagos tapasztalatok:** Nagyon figyelni kell és többször is el kell mondani a gyerekeknek, hogy a megfelelő oldatba helyezték vissza az ecseteket, ne keverjék őket. Ha van rá mód, érdemes minden gyermek elé külön oldatot helyezni, hogy ne zavarják egymás munkáját az átnyúlásokkal.

10. ÓRIÁSBUBORÉKOK

Ajánlott életkor: 5-10 év	Az előkészítés időtartama: 20 perc
Forma: bemutató kísérlet	A bemutatás időtartama: 3 perc
Témakör: víz és folyadékok	A megbeszélés időtartama: 3 perc
A kísérlet rövid leírása, összefoglalása: Drótból hajlított, pamuttal bevont karikával hatalmas szappanbuborékokat készíthetünk.	
A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága: <ul style="list-style-type: none"> ● Gyönyörködtetés 	
Bevezető, ráhangoló, motiváló gondolatok, kérdések: <ul style="list-style-type: none"> ● Szeretitek a szappanbuborékokat? Akkor mi lenne, ha óriási buborékokat készítenénk? 	
Szükséges eszközök: <ul style="list-style-type: none"> ● vastagabb, de hajlítható fémdrót ● vastag pamuttsinór vagy pamutszál ● tányér vagy tál 	Szükséges anyagok: <ul style="list-style-type: none"> ● mosogatószer ● csapvíz

Az eszköz elkészítése:

1. A drótból hajlítsunk egy kb. 10-15 cm átmérőjű kört úgy, hogy legyen ennek nyele is!
2. A pamutot tekerjük szorosan és vastagon (akár több rétegben) a dróra!

A kísérlet kivitelezése:

1. Mosogatószerrel hígítsunk vízzel kb. tízszeres térfogatúra! Öntsük az oldatot tálba! Annyi oldat legyen, hogy a drótkarikát bőven ellepje!
2. Mártsuk a drótkarikát az oldatba és oldalra döntve óvatosan emeljük ki úgy, hogy kifeszüljön rá egy hártya!
3. A karikát mozgassuk a síkjára merőlegesen, hogy a levegő belekapva létrejöjjön egy „zsák”.
4. Ha már elég nagy a „zsák”, válasszuk le! Ehhez a karikát a síkjával párhuzamosan mozgassuk el, mintegy „levágva” a buborékot!
5. Figyeltessük meg, hogy létrejön egy óriás-buborék, mely az eredeti hurkaalak helyett gömb alakot törekszik felvenni.

Rávezető kérdések a tapasztalatok összegyűjtéséhez:

1. Milyen alakúak a létrejövő buborékok?
2. Milyen színeket látunk a buborékokon?

A kísérlet magyarázata:

- A szappanbuborék fala vízből és a szappan részecskéiből áll. Annál nagyobb buborékot tudunk fújni, minél több áll rendelkezésre ezekből az anyagokból.
- A pamutszál/szalag sok oldatot tud magába szívni, így nagy felületű buborék hozható létre a segítségével.

Rávezető kérdések a magyarázat megalkotásához:

1. Miből van a szappanbuborék fala?
2. Miért tudunk a hagyományos buborékfújókkal csak kisméretű buborékokat létrehozni?
3. Miért segít a pamutszál/szalag abban, hogy nagyméretű buborékokat hozzunk létre?
4. A szappanbuborék kialakulásának magyarázata messze meghaladja a korosztálytól elvárható ismereteket. A kísérlettel a fő cél a gyönyörködtetés és annak bemutatása, hogy ezzel a módszerrel nagyméretű buborékokat tudunk létrehozni.

A témakör gyakorlati vonatkozásai:

1. A szappanok (mosószerek, mosogatószer) fő jellegzetessége és alkalmazásának alapja, hogy oldódnak vízben és zsírokban/olajokban is, így vízben oldhatóvá teszik a zsíros szennyeződések is.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Az előkészítés a drót pamuttal való betekerése és az oldat elkészítése miatt hosszadalmas. Az elkészített keretet azonban később már csak elő kell venni, az oldatot is tárolhatjuk egy darabig (kb. néhány hétig).
- Pamut-fonal helyett a pamut-szalaggal való betekerés gyorsabb. Ilyet pl. egy rossz pólóból is létrehozhatunk.
- Az elhúzás után akkor marad meg a buborék, ha óvatosan és jól választjuk le a drótkarikáról. Ehhez szükséges, hogy a karikát oldalra mozgassuk, mintegy „levágva”, és így lezárva a buborékot.
- Ha azt tapasztaljuk, hogy nem sikerül nagy buborékot húznunk, mert idő előtt kipukkad, készítsünk töményebb oldatot, azaz adjunk hozzá több mosogatószer! Használhatunk hagyományos, sárga flakonos folyékony sampont, megfelelő mértékben hígítva.
- Amennyiben sikerül beszereznünk (pl. patikából) a keverékhez adhatunk glicerint. Ez az anyag vízmegkötő tulajdonságú, így a buborékban levő víz

lassabban párolog el, azaz tartósabb és később szétpukkanó óriásbuborékokat nyerhetünk.

- A tökéletes oldat-recept nagyban függ attól, milyen mosogatószeret/sampont használunk, ezért a legjobb összetételt szükséges előre kipróbálni. Ugyanakkor a „találomra” hígított mosogatószerrel is sikerül buborékokat létrehozni!

Elsős osztályban történő bemutatással kapcsolatos tapasztalatok:

- **Előkészítés:** A drót meghajlítása után a kb. fél méter hosszú kerületet fonallal tekertem körbe, ami időigényes volt.
- **Kísérlet bemutatása:** Ez a kísérlet volt a gyerekek legnagyobb kedvence! Mosogatószeres vízbe mártottam a keretet és gyönyörű óriási buborékokat tudtunk készíteni. Többnyire mindet kipukkasztották a kezükkel.
- **Utólagos tapasztalatok:** A gyerekek megértették a kísérlet magyarázatát. Megérintették a mosószeres víztől tocsogó fonalburkot, így megtapasztalták, hogy abból akár cseppeket is ki tudtak préselni, azaz, hogy rengeteg anyag áll rendelkezésre az óriási buborékok előállításához. Ez volt az egyetlen kísérlet, amit a gyerekek kérésére a jóidő beköszöntével az iskolaudvaron újra elvégeztünk, a többi osztály gyermekeinek is nem kis örömére!

11. MIÉRT ALKOTJA AZ EMBER TESTÉNEK NAGY RÉSZÉT VÍZ?

Ajánlott életkor: 7-10 év	Az előkészítés időtartama: 5 perc
Forma: bemutató kísérlet	A bemutatás időtartama: 5 perc
Témakör: víz és folyadékok	A megbeszélés időtartama: 5 perc
A kísérlet rövid leírása, összefoglalása: Szilárd anyagok egymással nem lépnek kölcsönhatásba, reakcióba, de oldat formájában azonnal.	
A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága: <ul style="list-style-type: none"> ● Annak érzékeltetése, hogy az emberi szervezetben végbemenő folyamatokhoz elengedhetetlen a víz mint oldószer. ● Pezsgőtabletta és sütőpor működési elvének bemutatása. 	
Bevezető, ráhangoló, motiváló gondolatok, kérdések: <ul style="list-style-type: none"> ● Vajon miért alkotja az ember testének nagy részét víz? ● Miért hat gyorsabban a folyadék formájában bevett gyógyszer, mint a tablettá? 	
Szükséges eszközök: <ul style="list-style-type: none"> ● üveg pohár (színtelen, átlátszó) ● 2 db teáskanál ● kancsó 	Szükséges anyagok: <ul style="list-style-type: none"> ● szódabikarbóna ● citromsav ● csapvíz

Az eszköz elkészítése:

- Nem szükséges eszközt készíteni a kísérlethez.

A kísérlet kivitelezése:

1. Tegyünk a pohárba egy kanál szódabikarbónát és egy kanál citromsavat!
2. Figyeltessük meg, hogy nem tapasztalunk változást, hiába rázogatójuk össze vagy kevergetjük a szilárd anyagokat!
3. Öntsünk ezután a kancsóból kevés vizet a pohárba!
4. Figyeltessük meg, hogy ennek hatására egyből változás történik: pezsgés, és színtelen-szagtalan gáz fejlődik!

Rávezető kérdések a tapasztalatok összegyűjtéséhez:

1. Mit tapasztalunk, ha szilárd állapotban keverjük össze a kétféle anyagot?

2. Mi történne, ha külön öntenénk vizet a szódabikarbónára illetve a citromsavra? (A korábbi kísérletekben készítettünk már ilyen oldatokat.)

A kísérlet magyarázata:

- A szódabikarbóna és a citromsav egymással reakcióba lép, ennek eredményeképp szén-dioxid gáz fejlődik. (Ld. „A semmi öntögetése” és a „Vulkánkitörés” c. kísérleteket.)
- A reakció azonban csak akkor tud megtörténni, ha e két anyag részecskéi egymással találkoznak és ütköznek.
- Szilárd halmazállapotban az anyagok részecskéi nem tudnak elmozdulni, így a két anyag között nem jön létre reakció.
- Ha vizet adunk a keverékhez, mindkét összetevő feloldódik a vízben. A folyadékban már el tudnak mozdulni a részecskék, így ütközni, reagálni is tudnak egymással.

Rávezető kérdések a magyarázat megalkotásához:

1. Mi történik a szilárd anyag részecskéivel, ha vízben oldjuk őket?

A témakör gyakorlati vonatkozásai:

1. Oldott formában az anyagok részecskéi el tudnak mozdulni, így könnyen és gyorsan tudnak egymással reakcióba lépni. Ezért használnak a laboratóriumi és ipari folyamatok nagy részében oldatokat. Az emberi szervezetben is számos olyan kémiai folyamat játszódik le, mely esetében fontos, hogy a reagáló anyagok oldott formában legyenek. Testünk ezért is áll nagy mennyiségű vízből.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Fontos, hogy a pohár az elején száraz legyen!
- Ezen az elven működik a pezsgőtabletta. Szárad, szilárd állapotban a részecskéi nem lépnek reakcióba, vízbe kerülve szén-dioxid fejlődik.
- Ezen az elven működik a sütőpor is. A szódabikarbónához és a citromsavhoz hasonló anyagok keverékéből áll. Ahogy a nedves tésztához adjuk, megindul a szén-dioxid keletkezése (főleg magas hőmérsékleten), ami a tésztát lazítja, felfújja.

Elsős osztályban történő bemutatással kapcsolatos tapasztalatok:

- **Előkészítés:** A kísérlet előtt azt kérdeztem meg a gyerekektől, hogy miből áll a testünk. Mondták, hogy csont, bőr, haj, szív, de a vizet maguktól nem említették. Kérdéseimmel rávezettem őket, hogy szervezetünk nélkülözhetetlen alkotórésze a víz.

- **Kísérlet bemutatása:** Ezt a kísérletet a „Semmi öntögetése” és a „Vulkán” kísérletek után mutattam be.
Először egy pohárba csak szódabikarbónát tettem, erre öntöttem vizet. Megállapítottuk, hogy semmi különös nem történt, feloldódott a szódabikarbóna.
Utána a citromsavval elvégeztük ugyanezt.
Utána egy tálba szódabikarbónát és citromsavat tettem, és megállapítottuk, hogy akkor sem történt semmi, a két „por” összekeveredett.
Tudták már a gyerekek az előző kísérletekből, hogy ha erre viszont vizet öntök, akkor pezsegni fog.
A magyarázatot többé kevésbé megértették. Azt viszont már teljesen megértették, hogy a pezsgőtabletta száraz állapotában miért tárolható és hogy a víz indítja be a szén-dioxid képződés folyamatát.
- **Utólagos tapasztalatok:** Mindenki kipróbálhatta a pezsgőtabletta feloldását (C-vitaminos pezsgőtabletta), majd elfogyasztotta a kissé szénsavas italt, ilyen módon ismételtük át újra a víz szerepét a kémiai reakcióban. Visszautaltam az óra elején megbeszéltekre, azaz hogy a szervezetünkben is létfontosságú a víz jelenléte az élettani folyamatok végbemeneteléhez.

12. TITKOSÍRÁS TEJJEL

Ajánlott életkor: 5-10 év	Az előkészítés időtartama: 2 perc
Forma: bemutató kísérlet	A bemutatás időtartama: 5 perc
Témakör: víz és folyadékok	A megbeszélés időtartama: 5 perc
A kísérlet rövid leírása, összefoglalása: Ha tejselbe mártott ecsettel fehér papírlapra írunk, rajzolunk, akkor száradás után melegítéssel előhívható az addig láthatatlan üzenet!	
A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága: <ul style="list-style-type: none">• Meghökkenés, gyönyörködtetés• A tej cukortartalmának kimutatása	
Bevezető, ráhangoló, motiváló gondolatok, kérdések: <ul style="list-style-type: none">• Van kedvetek egy kis titkosíráshoz, méghozzá tejjel?	
Szükséges eszközök: <ul style="list-style-type: none">• vasaló• papírlap• ecset• pohár	Szükséges anyagok: <ul style="list-style-type: none">• tej• kristálycukor (esetleg)

Az eszköz elkészítése:

- Nem szükséges eszközt készíteni a kísérlethez.

A kísérlet kivitelezése:

1. Öntsünk tejet a pohárba, és ecsettel írjunk valamit vagy rajzoljunk kontúrvonalat a papírra!
2. Hagyjuk, hogy megszáradjon a papír!
3. Fektessünk forró vasalót a papírra! Figyeltessük meg, hogy az írás/rajz barnás színnel megjelenik!

Rávezető kérdések a tapasztalatok összegyűjtéséhez:

1. Mit látunk a papíron, miután rajzoltunk rá a tejjel és az megszáradt?
2. Milyen a vasaló?
3. Mit látunk a papírlapon, miután rátettük a forró vasalót?

A kísérlet magyarázata:

- A tej tejcukrot (laktózt) tartalmaz, mely melegítés hatására karamellizálódik a kristálycukorhoz hasonlóan.

- A vasaló által biztosított magas hőmérsékleten ez be is következik, így az írás helye barnára színeződik.

Rávezető kérdések a magyarázat megalkotásához:

1. Miért érezzük édesnek a tejet?
2. Mi történik a cukorral, ha melegíteni kezdjük?

A témakör gyakorlati vonatkozásai:

1. A tej cukortartalma jelentős annak tápanyagtartalma szempontjából.
2. Sok ember szervezete nem képes lebontani a tejcukrot, ezt nevezzük laktózérzékenységnek.
3. A titkosírás különböző változatai az emberiség történetében gyakran nagy jelentőségűek voltak.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Látványosabb a kísérlet, ha további cukrot is oldunk a tejben, illetve, ha cukros vizet használunk.
- Még látványosabban előjön a felirat, ha a vasalónál is magasabb hőmérsékletre hevítjük a papírt, pl. sütőbe tesszük, ez azonban iskolában/óvodában nehezen kivitelezhető.
- A vasalót, sütőt stb. természetesen csak pedagógus kezelheti!
- Akár gyertyaláng fölé is tarthatjuk a papírt a titkos írás „előhívására”, ám ekkor a papír könnyen meggyullad! Fontos, hogy ezt a műveletet is csak pedagógus végezheti, és legyen kéznél egy vizes rongy az esetlegesen kigyulladó papírdarab azonnali lefedésére, így a tűz eloltására.

Elsős osztályban történő bemutatással kapcsolatos tapasztalatok:

- **Előkészítés:** A kísérlethez műszaki rajzlap vastagságú papírlapot használtunk. A tejben még oldottam egy evőkanálnyi kristálycukrot, hogy jobban látszódjon. Egy A4-es méretű lapot nyolc részre vágtam és előzetesen festettem rá ezzel a tejjel egy-egy egyszerű alakzatot, számot vagy éppen megtanult betűt. Annyi lapocskát készítettem, ahány gyermek van az osztályban. Egy éjszakát száradtak a papírok.
- **Kísérlet bemutatása:** Minden gyermek húzhatott egy lapocskát. A vasalót bedugtam, és azt mondtam, mindenkinek titkos üzenet található a lapján és a vasaló segítségével fogjuk tudni elolvasni azt. Nagy lett az izgalom. Szépen kivárta mindenki a sorát, míg megvasalgattam a papírokat.
- **Utólagos tapasztalatok:** Amikor elárultam, hogy tejjel írtam a lapokra előző este, a gyerekeknek ötletük sem volt, hogy a vasalás hatására miért jelent meg barnás színnel az írásom. A tej cukortartalmáról nem hallottak

előzőleg. A karamellről viszont hallottak már, a színét is ismerték a gyerekek, így végül megértették, hogy mi történt ebben a kísérletben.

13. KIDURRAN A LUFÍ?

Ajánlott életkor: 7-10 év	Az előkészítés időtartama: 2 perc
Forma: bemutató kísérlet	A bemutatás időtartama: 5 perc
Témakör: víz és folyadékok	A megbeszélés időtartama: 5 perc
A kísérlet rövid leírása, összefoglalása: Ha felfújt lufit lángba teszünk, kipukkad. Ha vízzel teli lufit melegítünk, az épségben megmarad.	
A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága: <ul style="list-style-type: none"> • Annak bemutatása, hogy a víz sok hőt képes felvenni. 	
Bevezető, ráhangoló, motiváló gondolatok, kérdések: <ul style="list-style-type: none"> • Vajon mindig meggyullad a lufi, ha lánggal melegítjük? 	
Szükséges eszközök: <ul style="list-style-type: none"> • lufik (legalább 2 db) • gázgyújtó 	Szükséges anyagok: <ul style="list-style-type: none"> • csapvíz

Az eszköz elkészítése:

- Nem szükséges eszközt készíteni a kísérlethez.

A kísérlet kivitelezése:

1. Fújjunk fel egy lufit levegővel!
2. Figyeltsük meg, hogy ha a lufi alá gázgyújtó lángját helyezzük, a lufi szinte azonnal kipukkad!
3. Töltsünk vizet egy másik lufiba!
4. Tartsuk ez alá is a gázgyújtó lángját úgy, hogy a láng nyaldossa a lufit!
5. Figyeltsük meg, hogy a lufi nem durran ki!

Rávezető kérdések a tapasztalatok összegyűjtéséhez:

1. Mi történt, amikor az első lufit melegítettük?
2. Mi történt, amikor a vízzel teli lufit melegítettük?

A kísérlet magyarázata:

- Amikor a levegővel telt lufit melegítjük, a lufi anyaga (a gumi) nagymértékben felmelegszik, ennek következtében elvékonyodik és a lufi kipukkad.

- Amikor a vízzel teli lufit melegítjük, a víz is melegsik. Mivel adott mennyiségű víz a melegítés során sok hőt tud elnyelni, a lufi anyaga nem tud felmelegedni annyira, hogy elvékonyodva kipukkadjon.

Rávezető kérdések a magyarázat megalkotásához:

1. Mi volt az első lufiban, amit melegítettünk?
2. Mennyire könnyű a levegőt felmelegíteni?
3. Miért durran ki a lufi, ha lángba tartjuk?
4. Mennyire könnyű a vizet felmelegíteni? Pl. mennyire sok vagy kevés idő szükséges ahhoz, hogy egy teletöltött vízforralóban a víz forrásig melegedjen?

A témakör gyakorlati vonatkozásai:

1. A víz fajhőjének következményeiről ld. a bevezetőt, pl. az óceáni éghajlatra, a tengervíz hűtő-fűtő hatására vonatkozó ismereteket.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Ennél a kísérletnél a bemutatás előtt érdemes megkérdezni a gyerekeket, milyen eredményre számítanak.
- A kísérletet kellő tapasztalat és bizonyosság után „bűvésztükként” is bemutathatjuk: a vizes lufit melegítsük olyan tárgy felett, amit féltünk attól, hogy vizes legyen. Így fokozhatjuk a hatást és a gyerekek izgalmát.

Elsős osztályban történő bemutatással kapcsolatos tapasztalatok:

- **Előkészítés:** Nagyon látványos kísérletnek ígérkezett. A lufi, amibe a víz kerül, csak pusztán attól, hogy vizet töltöttem bele, nem kezdett el nyúlni, így az én felfújtt vizes lufimban nem volt sok víz. Érdemes olyan rosszabb minőségű lufit használni, ami a víztől is már nyúlni kezd, hogy több férjen bele.
- **Kísérlet bemutatása:** Az első, levegővel teli lufi kidurránására felkészítettem őket, megbeszéltük, hogy mit várunk, mi fog történni, így nem ijedtek meg. A vizet tartalmazó lufi esetében ugyanúgy előre megkérdeztem, hogy mire számítanak, és egyértelműen mindenki azt állította, hogy ugyanúgy ki fog durranni a lufi.
Egy cserepes virág felett végeztem a kísérletet, és bizony elámultak a gyerekek, hogy nem durran ki. Amikor elkezdtek a gyerekek gondolkodni, hogy mi lehet a magyarázat, az egyik gyermek rájött, hogy a „víz lehűti a lufit”.
- **Utólagos tapasztalatok:** Mivel a gyerekek előzetes elvárása az volt, hogy a lufi kipukkad és a benne lévő víz meglocsolja a növényt, szerették volna,

ha mégis kipukkasztjuk a lufit. Így a lufi oldalához érintettem az égő gyufát, és nem csak a növényre fröccsent szét a víz, hanem kb. egy egyméteres sugárban, ami nagy derűtséget eredményezett az osztályban.

3. kísérlet sor: MOZGÁSOK

A természettudományokban, azon belül a fizikában a mozgások megfigyelése, leírása, magyarázata elsődleges. A természetben zajló jelenségek közül a mozgások azok, amik egyből szembeötlőek. A fizika története is a mozgásokra vonatkozó törvények megalkotásával kezdődött, a fizikának ez az ága a mechanika.

A mozgásokat alapvetően kétféle szempontból tanulmányozzuk. Az egyik szerint a mozgások folyamatát vizsgáljuk, ez a kinematika. Kérdése a „hogyan mozog?”. Mekkora sebességgel történik a mozgás, hogyan változik a sebesség, egységnyi idő alatt mennyi utat tesz meg a test stb. A mechanika másik ága a dinamika, ebben a mozgás okait vizsgáljuk. Kérdése a „miért mozog?”, a „miért nem mozog?” és a „miért úgy mozog?”. Azt keressük, hogy milyen erők hatására mozog a test.

A mozgások sokfélék lehetnek, a kísérletsorban igyekeztünk ezt a sokféleséget bemutatni.

1. A FELMÁSZÓ PÉNZÉRME

Ajánlott életkor: 5-10 év	Az előkészítés időtartama: 3 perc
Forma: bemutató kísérlet	A bemutatás időtartama: 2 perc
Témakör: mozgások	A megbeszélés időtartama: 5 perc
<p>A kísérlet rövid leírása, összefoglalása: Ha egy gyufásskatulya (gyufásdoboz) hátuljába 5 Ft-os pénzmét teszünk alulra, és a skatulyát felül ütögetjük, a pénzmé egy idő után kibújjik a skatulya tetején.</p>	
<p>A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Meghökkenés ● A tehetetlenség törvényének bemutatása 	
<p>Bevezető, ráhangoló, motiváló gondolatok, kérdések:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Van kedvetek egy bűvészhöz? Lefelé ütögetek egy ötforintost, az mégis felfelé mászik! 	
<p>Szükséges eszközök:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● üres gyufásskatulya (kicsi) ● 5 Ft-os pénzmé 	<p>Szükséges anyagok:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● nem szükséges anyag

Az eszköz elkészítése:

- Nem szükséges eszközt készíteni a kísérlethez.

A kísérlet kivitelezése:

1. Csúszassuk az 5 Ft-os pénzmét a gyufásdoboz fala és a fiók fenéklapja közé!
2. Vegyük egyik kezünkbe a gyufásdobozt állítva, azaz úgy, hogy legkisebb lapja legyen alul, ahová a pénzmét is helyeztük!
3. Fordítsuk a skatulyát úgy, hogy a pénzmé tőlünk távolabbi oldalon, a gyerekek felé legyen!
4. Kisujjunkkal támasszuk meg alulról a dobozt, többi ujjunkat lazán tegyük köré, kalitkát formálva! Éppen csak annyira, hogy megakadályozzuk az elborulását és a leesését!
5. Másik kezünk mutató- és középső ujjával erősen ütögezzük a gyufásdoboz tetejét többször egymás után! Figyeltessük meg, hogy néhány ütés után a pénzmé kibújjik a gyufásdoboz tetején!

Rávezető kérdések a tapasztalatok összegyűjtéséhez:

- Ebben a kísérletben a tapasztalat egyértelmű: néhány ütögetés után a pénzérme kibújik a gyufásdoboz tetején.

A kísérlet magyarázata:

1. Ahogy a skatulyát megütjük felül, tulajdonképpen lenyomjuk. A pénzérme, nagy tömege miatt azonban ugyanott marad, azaz a skatulyához képest feljebb tolódik.
2. A skatulya a kezünk rugalmassága miatt azonban visszamegy eredeti helyére és a pénzérme is megy vele.
3. Ennek eredményeképp minden egyes ütéssel a pénzérme egyre feljebb és feljebb kerül, a végén kibukkan a skatulya tetején.
4. A kísérletben a tehetetlenség törvénye nyilvánul meg: Minden test megtartja nyugalmi állapotát vagy egyenes vonalú egyenletes mozgását mindaddig, míg egy erőhatás ennek megváltoztatására nem kényszeríti.

Rávezető kérdések a magyarázat megalkotásához:

1. Mi történik a gyufásdobozzal, amikor ráütünk?
2. Mi történik közben a pénzérmével?
3. Mi történik a gyufaskatulyával, amikor a kezünknek ütközik?
4. Mi történik egy üvegben lévő cukorral/sóval/liszttel/kakaóporral, ha az üveget az asztalhoz ütögetjük?

A témakör gyakorlati vonatkozásai:

1. Tehetlenség törvényének a gyakorlatban számtalan előfordulása van. Felhasználjuk ezt a törvényt például, amikor rázogatóssal tömörítjük a cukortartót, hogy több cukor férjen bele. A tehetlenség törvényét alkalmazzuk, amikor kirázzuk a porrongyot vagy lerázzuk a gyümölcsöt a fáról: a porszem és a gyümölcs a helyén marad, a rongyot, fát elrántjuk mellőlük.
2. A közlekedésben is nagy jelentőségű a tehetlenség, bár ott inkább rossz következményei lennének, ezért ellene dolgozunk. Az autó utasai ütközéskor folytatnák egyenes vonalú egyenletes mozgásukat, azaz kirepülnének az autóból, ezért használunk biztonsági övet. Ha hátulról ütközik nekünk egy másik autó, akkor testünket az autóval együtt előre löki, fejünk pedig nyugalomban maradna. Ezért kell a fejtámlát használni és jó magasságúra beállítani, hogy ne billenjen hátra a fejünk, súlyos sérüléseket szenvedve.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Megfelelő felvezetéssel és „feszültségkeltéssel” ezt a kísérletet is előadhatjuk „bűvésztükként”!

Elsős osztályban történő bemutatással kapcsolatos tapasztalatok:

- **Előkészítés:** A kísérlet előkészítése nem igényelt sok időt.
- **Kísérlet bemutatása:** Mielőtt a gyufás skatulyát ütögetni kezdtem volna, megkérdeztem a gyerekeket, hogy szerintük mi fog történni a pénzérmével. A többség arra szavazott, hogy le fog esni az érme a földre. Miután párszor ráütöttem a dobozra és az érme nem esett ki, újra megkérdeztem, hogy mit gondolnak. Volt, aki elbizonytalanodott, de többen kitartottak amellett, hogy le fog esni a földre. Volt nagy nevetés és meglepődés, amikor egyszer csak az érme a skatulya tetejénél kukucskált ki!
- **Utólagos tapasztalatok:** A gyerekek a magyarázatot (tehetetlenség törvénye) nehezen értették meg, az elsősök ezt a kísérletet inkább egy „varázslatnak” gondolták. A „gyakorlati vonatkozások” részben leírt példákat elmondtam a gyerekeknek, azokat a példákat megértették vagy már megtapasztalták.

2. ZUHANÓ BÖGRE

Ajánlott életkor: 5-10 év	Az előkészítés időtartama: 5 perc
Forma: bemutató kísérlet	A bemutatás időtartama: 2 perc
Témakör: mozgások	A megbeszélés időtartama: 5 perc
A kísérlet rövid leírása, összefoglalása: Egy zuhanó bögre nem esik le a földre és nem törik össze, ha madzagot kötünk rá, ennek másik végére egy kulcsot, és a zsinórt átvetjük egy fakanálon.	
A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága: <ul style="list-style-type: none">• Meghökkenés	
Bevezető, ráhangoló, motiváló gondolatok, kérdések: <ul style="list-style-type: none">• Vajon meg tud menteni egy kulcs a leeséstől egy zuhanó bögrét?	
Szükséges eszközök: <ul style="list-style-type: none">• bögre• spárga, kb. 1,2 m hosszú• kapukulcs	Szükséges anyagok: <ul style="list-style-type: none">• nem szükséges anyag

Az eszköz elkészítése:

1. Kössük a spárga egyik végére a bögre fülét, másik végére a kulcsot!

A kísérlet kivitelezése:

1. Vessük át a fakanál nyelén a zsinórt!
2. A kulcsot fogjuk a kezünkbe, a fakanalat emeljük kb. fejmagasságba!
3. A kulcs meghúzásával emeljük fel a bögrét egészen a fakanálig!
4. A kulcsot tartjuk a fakanál magasságában az arcunkhoz közel, majd engedjük el!
5. Figyeltessük meg, hogy a bögre elkezd zuhanni, de közben a kulcs többször körbeforog a fakanál nyele körül, és így a zsinór rátekeredik. Ennek köszönhetően a bögre lelassul, majd megáll, és nem esik le a földre.

Rávezető kérdések a tapasztalatok összegyűjtéséhez:

1. Milyen mozgást végez a kulcs?
2. Milyen mozgást végez a bögre?
3. Hogyan változik a fonál hossza a kulcs és a fakanál nyele között?
4. Hogyan változik a kulcs sebessége zuhanás közben?
5. Mi történik a fonállal, amikor a kulcs körbefordul?

A kísérlet magyarázata:

- A kitérített és elengedett kulcs tulajdonképpen ingaként viselkedik.
- Ahogy a kulcs a függőleges helyzet felé közeledik, sebessége egyre nagyobb.
- Ugyanakkor, a bögre zuhanásával az inga hossza egyre rövidebb.
- Egyszer csak elérkezik az a pillanat, amikor a kulcs sebessége elég nagy és a fonál hossza elég rövid ahhoz, hogy a kulcs körülforduljon a fakanál nyele körül, és rá is tekeredik. Ekkor az ún. kötél súrlódás megállítja a fonál mozgását, így a bögre leesését is.

Rávezető kérdések a magyarázat megalkotásához:

1. Hosszú vagy rövid fonálon függő kulcsot könnyű megpörgetni?
2. Gyors vagy lassú kulcsot sikerül megpörgetni?
3. Hogyan változik a mozgás során a fonál hossza a kulcs és a fakanál nyele között illetve a kulcs sebessége?
4. Miért állítja meg a bögre zuhanását a kötélfeltekeredése a fakanál nyelére?

A témakör gyakorlati vonatkozásai:

- Ahogy a kötélfeltekeredik a fakanálra, nagy erővel rögzül, ezt hívjuk kötél súrlódásnak. Ez a magyarázata, hogy a mólóhoz néhány tekeréssel rögzített nagy hajók is mozdulatlanul, stabilan kikötve maradnak.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A kísérletet gyakorolni kell! Célszerű eleinte fémbögrével és szőnyeg vagy ágy felett próbálkozni!
- Fontos, hogy a kulcs az arcunk mellett legyen, azaz a fonál két szára ne legyen egy síkban, különben a kulcs a bögrének ütközik, és ekkor a kísérlet nem sikerül (illetve a bögre is összetörik).
- Kérdezzük meg előre a gyerekeket, amikor még tartjuk a kulcsot, hogy milyen eredményt várnak. Beszéljük meg és hagyjuk őket belenyugodni abba, hogy a bögre várhatóan a földre fog esni! Annál nagyobb lesz a meglepetés!
- A kísérlet magyarázata során a kulcsot ingaként lengetve bemutathatjuk a gyerekeknek, hogy hogyan gyorsul fel, amikor vízszintes helyzetből kitérítve eléri a legalsó pontot! Bemutathatjuk azt is, hogy minél rövidebb a fonál, annál kisebb sebesség is elég ahhoz, hogy körbe tudjuk forgatni a kulcsot függőleges síkban.

Elsős osztályban történő bemutatással kapcsolatos tapasztalatok:

- **Előkészítés:** A kísérlethez fémbögrét használtam, mert az előzetes kipróbálásnál azt tapasztaltam, hogy előfordulhat, hogy a kulcs a bögrének ütődik, abban az esetben nem sikerül a kísérlet, a bögre leesik a földre.

- **Kísérlet bemutatása:** A kísérlet előtt a gyerekek azt jósolták, hogy le fog esni a bögre a földre. Szerencsére első alkalommal sikerült a kísérlet, és nagyot nevettek, amikor félúton megakadt a bögre. A gyerekek érdeklődését nagyon jól mutatja, hogy az első bemutatáskor néma csendben, lélegzetvisszafojtva figyeltek, hogy vajon mi fog történni.
- **Utólagos tapasztalatok:** A gyerekek is kipróbálhatták a kísérletet úgy, hogy az egyik gyermek fogta a fakanalat, a másik pedig tartotta ill. elengedte a kulcsot. Vigyázni és figyelni kell nagyon a pedagógusnak, mert ha rossz szögben engedi el az egyik a kulcsot, az megütheti a másik fejét vagy a bögrének ütközhet.

3. EGYENSÚLYOZÓ VILLÁK

Ajánlott életkor: 5-10 év	Az előkészítés időtartama: 2 perc
Forma: bemutató kísérlet	A bemutatás időtartama: 2 perc
Témakör: mozgások	A megbeszélés időtartama: 5 perc
A kísérlet rövid leírása, összefoglalása: Ha két villát egymásba nyomunk, és egy fogpiszkálóval alátámasztjuk őket, akkor ujjunk hegyén vagy az asztal sarkán egyensúlyoznak, még kibillentés hatására is, és nem esnek le.	
A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága: <ul style="list-style-type: none"> ● Meghökkenés ● Az egyensúly fogalmának szemléltetése 	
Bevezető, ráhangoló, motiváló gondolatok, kérdések: <ul style="list-style-type: none"> ● Hogyan sikerülhet egyszerűen egy gyufaszálon egyensúlyozni egy villát? Vagy akár kettőt? 	
Szükséges eszközök: <ul style="list-style-type: none"> ● 2 db villa ● fogpiszkáló vagy gyufaszál 	Szükséges anyagok: <ul style="list-style-type: none"> ● nem szükséges anyag

Az eszköz elkészítése:

1. Nyomjuk egymásba a két villát! Fontos, hogy a két villa kissé el legyen csavarva egymáshoz képest!

A kísérlet kivitelezése:

1. Szúrjuk a fogpiszkálót/gyufaszálat a villák fogai közti valamelyik felül lévő részbe!
2. Támasszuk a gyufaszál végét ujjunkra vagy az asztal sarkára, pohár szélére!
3. Figyeltessük meg, hogy a villák nem esnek le, még akkor sem, ha kissé megbillegtetjük őket!

Rávezető kérdések a tapasztalatok összegyűjtéséhez:

1. Mit vártunk, mi fog történni a villákkal az elengedés után?
2. Mi történik, ha kicsit meglökjük lefelé az egyik villát?

A kísérlet magyarázata:

- Ahogy a két villát összenyomtuk, egy olyan tárgyat (testet) hoztunk létre, melynek súlypontja a villák összenyomott fejénél lejjebb van.

- Egy tárgy stabil egyensúlyi helyzetben tartásának feltétele, hogy a súlypontjánál magasabban legyen alátámasztva vagy felfüggesztve. (Pl. ha egy kulcscsomót a karikánál fogva felakasztunk a kulcstartóra, stabil egyensúlyi helyzetben van.)
- Ezért, ha a villák összenyomott fejénél alátámasztjuk őket, akkor stabil egyensúlyi helyzetben tudjuk tartani őket.

Rávezető kérdések a magyarázat megalkotásához:

1. Mi történik egy bottal, ha az egyik végén támasztjuk alá ujjunkkal? Mi történik, ha éppen a közepén támasztjuk alá?
2. Mit könnyebb ujjunkkal egy pontban alátámasztva egyensúlyozni: egy egyenes, vízszintes botot vagy egy kissé hajlított, de szimmetrikus botot?
3. Meg lehet állítani egy pénzérmét az élén? Miért mégis inkább lapjára borul, ha picit megbillentjük vagy megfűjjük?

A témakör gyakorlati vonatkozásai:

- A fizika ágai közül a testek egyensúlyát vizsgálja a statika. A statikának nagy jelentősége van pl. épületek tervezésekor (és kivitelezésekor).
- A járművek stabilitásának megőrzésében is fontos a statika. Ahhoz, hogy egy autó ne boruljon fel pl. egy kanyarban, súlypontjának alacsonyan kell lennie, és a kerekeinek viszonylag távol kell elhelyezkedniük egymástól.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Ahhoz, hogy oldalra kinyúló pálcikával tudjuk megtámasztani a villákat, fontos, hogy egy picit el legyenek csavarva egymáshoz képest. Ha fordított V betűt formálnak, akkor is stabilan alá lehet támasztani őket, de csak alulról, függőlegesen tartott pálcikával.

Elsős osztályban történő bemutatással kapcsolatos tapasztalatok:

- **Előkészítés:** A villákat előzetesen egymásba szúrva összeakasztottam, hogy kipróbáljam, megfelelően fel tudom-e támasztani a pohár szélére.
- **Kísérlet bemutatása:** Amikor az összeakasztott villákat megmutatva megkérdeztem a gyerekeket, hogy szerintük mi történik, ha a gyufaszálon a pohár szélére teszem, egyöntetűen azt jósolták, hogy a villák le fognak esni. Lett nagy ámulat, amikor meglátták, hogy nem ez történt!
- **Utólagos tapasztalatok:** A kísérlet magyarázatánál a stabil egyensúlyi helyzet fogalmát vezettem be. A kulcscsomó példáját mindannyian megértették, így ezzel próbáltam párhuzamba állítani a villákat.

4. POHÁR-TELEFON

Ajánlott életkor: 5-10 év	Az előkészítés időtartama: 10 perc
Forma: gyerekek is végezhetik	A bemutatás időtartama: 2 perc
Témakör: mozgások	A megbeszélés időtartama: 5 perc
A kísérlet rövid leírása, összefoglalása: Két műanyag pohár alját kifúrva egy zsinórral összekötjük őket. Ha a zsinórt kifeszítjük, az eszköz telefonként használható, viszonylag nagy távolságból is.	
A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága: <ul style="list-style-type: none"> ● Meghökkenés ● A rezgések, mint információtovábbítási eszköz bemutatása 	
Bevezető, ráhangoló, motiváló gondolatok, kérdések: <ul style="list-style-type: none"> ● Hogyan tudnánk egyszerű telefont készíteni? 	
Szükséges eszközök: <ul style="list-style-type: none"> ● 2 db műanyag pohár ● spárga, 4-5 m ● (szög, fogó) 	Szükséges anyagok: <ul style="list-style-type: none"> ● nem szükséges anyag

Az eszköz elkészítése:

1. A poharak alját lyukasszuk ki fogóval megfogott, felhevített szög segítségével! Akkora lyukat készítsünk, amin a zsinór éppen átfér!
2. A lyukon a zsinórt fűzzük át kívülről befelé, és végére kössünk csomót, mely így a pohár belsejébe kerül!
3. Végezzük el ezt a másik pohár esetén is a zsinór másik végével!
4. Így összekötöttük a két poharat.

A kísérlet kivitelezése:

1. Kérjünk meg egy gyermeket, hogy legyen a segítőnk! Adjuk át neki az egyik poharat, és kérjük meg, hogy menjen olyan messzire, hogy a zsinór kifeszüljön!
2. Kérjük meg, hogy borítsa a fülére a poharat!
3. Mondjunk neki valamit a pohárba beszélve normál hangerővel vagy akár egészen halkán!
4. Természetesen a gyerekek is beszélgethetnek egymással.

Rávezető kérdések a tapasztalatok összegyűjtéséhez:

1. Mit éreztél a kezeddél, amivel a poharat fogtad, amikor a társad beszélt hozzád?
2. Mit éreztél, ha ujjaddal óvatosan megérinted a madzagot, miközben társad beszél?
3. Hallod-e, mit mond a másik, ha szorosan megfogod a zsinórt vagy az hozzáér valamihez (pl. ajtókeretnek, szekrény szélének stb.)?

A kísérlet magyarázata:

- Ahogy beszélünk, a hangunk megrezegteti a poharat és ezen keresztül a zsinórt is.
- A rezgés a zsinóron végigterjed.
- A zsinór rezgése megrezegteti a másik poharat, még hozzá ugyanolyan rezgéseket hoz létre benne, mint ahogy az első pohár rezgett. Ennek eredményeképp ugyanazokat a hangokat, beszédet halljuk, mint amint a feladó küldött, csak kicsit torzítva.

Rávezető kérdések a magyarázat megalkotásához:

1. Mi történik, ha kezünkkel megpöckölünk egy üveg poharat?
2. Hogyan, miért szólal meg a harang?
3. Hogyan cseng a csengő?
4. Mit hallunk az ablakokon mennydörgéskör, ha közel van a vihar?

A témakör gyakorlati vonatkozásai:

- Az információ, jelek továbbítása mechanikai rezgések segítségével nagy jelentőségű a kommunikáció szempontjából. A hang, beszéd a levegőben terjed, de más közegben akár gyorsabban és messzebbre is eljuthat. Az állatok között is vannak, melyek mechanikai rezgésekkel kommunikálnak, pl. az elefántok a lábukkal dobognak a földön, és annak rezgésével „beszélgetnek” egymással.
- Ma már elektromágneses hullámok (főként rádióhullámok) segítségével történik a kommunikáció. Itt nincs szükség közvetítő közegre, nem rezeg semmilyen részecske, ellenben rendkívül nagy sebességű a jel továbbítás.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Pohárnak valamilyen masszívabb műanyagból készült gyermek poharat használjunk! Az eldobható műanyag poharak hamar eltörnek, kiszakadnak, így az eszköz tönkremegy.
- A magyarázat során a kifeszített zsinórt „megpengethetjük”, bemutatva így, hogy tud rezegni.
- A kísérletet akár nevelési célokra is felhasználhatjuk, hiszen a gyerekeknek meg kell tanulniuk odafigyelni egymásra: nem beszélhetnek egyszerre mindketten, hiszen akkor nem tudják meghallani a társuk üzenetét...

Elsős osztályban történő bemutatással kapcsolatos tapasztalatok:

- **Előkészítés:** Az eszköz elkészítésére előzetesen kell időt szánni, az osztályba már a kész „telefon” vittem be. A kísérlet bemutatása előtt arról beszélgettünk, hogy régen milyen telefonok léteztek.
- **Kísérlet bemutatása:** Egy önként jelentkező gyermek állt a „vonal túlsó végére”, én pedig belesuttogtam egy szót a pohárba. Az osztály feszülten figyelt, próbálták az én hangomat is meghallani és közben nagyon kíváncsiak voltak, hogy meghallja-e a társuk, hogy mit mondtam. (Működött, meghallotta.) Többekkel kipróbáltam, majd az eszközt átadtam a gyerekeknek és ők egymás között is próbálgatták. Ekkor már nem volt csend, nehezebben tudták egymást megérteni.
- **Utólagos tapasztalatok:** A elsősöket meglepte a magyarázat. Az, hogy a hangunk meg tudja rezgetetni a poharat, és az továbbadja ezt a rezgést a zsinórnak, majd a másik pohárnak, teljesen új információ volt számukra.

5. A TRÜKKÖS INGA

Ajánlott életkor: 7-10 év	Az előkészítés időtartama: 15 perc
Forma: bemutató kísérlet	A bemutatás időtartama: 5 perc
Témakör: mozgások	A megbeszélés időtartama: 5 perc
<p>A kísérlet rövid leírása, összefoglalása: Háromféle hosszúságú ingát fakanál nyelére függesztve és a fakanalat kismértékben ide-oda mozgatva szabályozhatjuk, hogy melyik inga lengjen nagy kitéréssel.</p>	
<p>A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Meghökkenés. ● Annak bemutatása, hogy a jól hangzó, de megtévesztő szövegeknek természettudományos vizsgálattal utánajárhatunk és leleplezhetjük. ● Annak bemutatása, hogy az inga lengésideje függ az inga hosszától. 	
<p>Bevezető, ráhangoló, motiváló gondolatok, kérdések:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Mozgassunk tárgyakat „akarátvitellel”! Vagy inkább megmagyarázható a dolog természettudományok segítségével? 	
<p>Szükséges eszközök:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● fakanál ● vékony fonál ● 3 db viszonylag kisméretű nehezék (pl. nagy alátét, esetleg kapukulcs) 	<p>Szükséges anyagok:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● nem szükséges anyag

Az eszköz elkészítése:

1. Kössünk három különböző hosszúságú spárgát a fakanál nyelére, majd kössünk a végükre egy-egy nehezéket! Így három ingát hoztunk létre.
2. A legjobb, ha sikerül úgy elvégezni a felfüggesztést, hogy a három inga hosszának aránya 1:4:9 (azaz pl. 10 cm, 40 cm, 90 cm).

A kísérlet kivitelezése:

1. Először gyakoroljunk a bemutató előtt, még gyerekek nélkül:
 - a. A fakanál nyelét tartsuk vízszintesen! Térítsük ki egyesével a három ingát és figyeljük meg, hogy más-más ütemben lengenek! A legrövidebb inga leng a legfürgébben, a leghosszabb inga a leglomhábban.
 - b. Állítsuk meg az ingákat!

- c. Mozgassuk a fakanalat vízszintes síkban lassan jobbra-balra, és figyeljük meg, hogy az ingák lengeni kezdenek, mindegyik a saját ütemében!
 - d. Állítsuk meg az ingákat!
 - e. Mozgassuk a fakanalat vízszintes síkban jobbra-balra olyan ütemben, ami megegyezik az egyik ingatest lengésének ütemével! Figyeljük meg, hogy ez az inga sokkal jobban, nagyobb kitéréssel leng a többihez képest!
 - f. Némi gyakorlással elérhető, hogy kezünk ide-oda mozgása szinte észrevehetetlenül kismértékű, mégis bármelyik ingatestet lengésbe tudjuk hozni.
2. A gyerekeknek a kísérletet bemutathatjuk „bűvésztükként”. Kérjük meg őket, hogy válasszák ki az egyik ingát, mi pedig „gondolatátvitellel” (valójában kezünk észrevehetetlen kis mozgásával) mozgásba hozzuk azt!

Rávezető kérdések a tapasztalatok összegyűjtéséhez:

1. Mi a különbség első ránézésre a három inga között?
2. Hogyan mozognak az ingák, ha egyszerre indítjuk őket? Mi a különbség a mozgásukban?

A kísérlet magyarázata:

- Az inga lengésideje (illetve a lengés üteme, frekvenciája) függ az inga hosszától. Hosszabb inga lengésideje nagyobb (azaz „lomhábban” mozog).
- Az ingákat a felfüggesztési pont (azaz a fakanál nyelének) mozgásával lengésbe hozhatjuk, ez a kényszerrezgés. Az ingák akkora frekvenciával rezegnek, amekkora a rezgetés üteme. Ha a rezgetés üteme megegyezik valamelyik inga saját lengésének ütemével (frekvenciájával), akkor annak az ingának a kitérése nagymértékben megnő. (Ez a jelenség a rezonancia, amit pl. abból a jelenségből ismerhetünk, amikor egy poharat megfelelő magasságú (frekvenciájú) hang segítségével eltörnek.)

Rávezető kérdések a magyarázat megalkotásához:

1. Melyik inga leng a leggyorsabb és melyik a legkisebb ütemben?
2. Mi történik az ingatestekkel, ha elkezdjük ide-oda mozgatni a fakanalat?

A témakör gyakorlati vonatkozásai:

- A kényszerrezgésnek (vagyis amikor egy külső rezgető hatás rezgésbe hoz egy másik tárgyat) főként a hangtanban van jelentősége. A húros hangszerek kényszerrezgésbe hozzák a hangszer testében lévő levegőt, ami így felerősíti a hangot.
- A mikrofon és a hangszóró egymással éppen fordított módon működik, de mindkettő eszköz esetén nagy jelentősége van a kényszerrezgésnek.

- Kényszerrezgés alapján működik a légkalapács is.
- A kényszerrezgés kellemetlen következménye, amikor a centrifugáló mosógép miatt zörögnek az ajtók vagy ablakok a lakásban. Extrém eset, amikor pl. légkalapács kényszerrezgése miatt betörik az ablak.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A három ingatest lehet különböző is, így a gyerekek könnyebben meg tudják nevezni, melyiket szeretnék mozgásban látni.
- Az ingatestek tömege lényegtelen, a tömegtől ugyanis független az inga lengésideje! Nyilván szükséges, hogy a nehezek a fonalat kifeszítse.
- A fonál vékony, könnyű, de erős legyen, hímzőfonál tökéletesen megfelel!
- Ha a gyerekeknek azt mondjuk, hogy az ingatestet nézzék, akkor biztosan nem veszik észre, hogy kezünk kicsit is mozog a fakanállal együtt.
- A „bűvésztrükk” bemutatása után természetesen leplezzük le a magyarázatot, mutassuk be, hogy a három különböző hosszúságú inga különböző ütemben leng, és kezünk rezgetésének ütemével tudjuk változtatni, hogy melyik tárgy lengjen nagyobb kitéréssel!

Elsős osztályban történő bemutatással kapcsolatos tapasztalatok:

- **Előkészítés:** Olyan eszközt készítettem, melyen a három különböző hosszúságú fonal különböző színű volt, ingatestnek pedig olyan tárgyakat választottam, melyek tömege nyilvánvalóan különböző (régiféle nagy kapukulcs, kisebb „normál” kulcs és egy még kisebb asztalfiók-kulcs). A leghosszabb fonalra kötöttem a legkisebb tömegű kulcsot, a legrövidebbre a legnagyobb tömegűt.
- **Kísérlet bemutatása:** A kísérlet elején megbeszéltük, hogy miből készültek az ingák, és megkérdeztem, mire számítanak, melyik inga meddig fog kilengeni, melyik fog a legnagyobb mértékben kilengeni. A gyerekek egy része azt mondta, a leghosszabb fonal fog a legnagyobb mértékben kilengeni, míg másik részük arra gondolt, hogy a legnehezebb kulcsos inga fog legjobban kilengeni. Miután meglengettük az ingákat és megfigyeltük a kilengésüket, átkötöttem az ingatesteket, és a leghosszabbra került a legnehezebb, a legrövidebbre a legkönnyebb kulcs. Az ingák meglengését mindig önként jelentkező végezte, így gyakorlatban is részt vettek a kísérletben a gyerekek.
- **Utólagos tapasztalatok:** A kísérlet során azt tudtam bemutatni és megértetni a gyerekekkel, hogy az ingatest tömege nem befolyásolja az inga kilengésének mértékét.

FELHASZNÁLT FORRÁSOK

1. LÉNÁRD GÁBOR: *Természet-játék-tapasztalat* OKI-MKM, 1991.
2. JENEI PÉTER (SZERK.): *Fizikai kísérletek általános és középiskolában* ELTE 2020.
http://demlabor.elte.hu/uploads/pages/54/documents/Jegyzet_demlab_vegso.pdf (Utolsó megtekintés: 2021. 07. 26.)
3. JUHÁSZ ANDRÁS (SZERK.): *Fizikai kísérletek gyűjteménye 1.* Arkhimédész Bt., Budapest. 2001.
4. JUHÁSZ ANDRÁS (SZERK.): *Fizikai kísérletek gyűjteménye 2.* Arkhimédész Bt. – Typotex Kiadó, Budapest, 1995.
5. KOROM E. –CSISZÁR I. (szerk.): *Gondolkodtató természettudomány-tanítás Kisiskoláskor* Mozaik Kiadó, Szeged, 2020.
6. ÖVEGES JÓZSEF: *Az élő fizika I.* Móra Kiadó, 2007.
7. ÖVEGES JÓZSEF: *Az élő fizika II.* Móra Kiadó, 2010.
8. ÖVEGES JÓZSEF: *Kísérletezzünk és gondolkozzunk! I.* Móra Kiadó, 2006.
9. ÖVEGES JÓZSEF: *Kísérletezzünk és gondolkozzunk! II.* Móra Kiadó, 2008.
10. RÓZSAHEGYI M.–WAJAND J.: *575 kísérlet a kémia tanításához.* Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1991.
11. RÓZSAHEGYI M.–WAJAND J.: *Látványos kémiai kísérletek.* Mozaik Oktatási Stúdió, Szeged, 1999.
12. SZALAY L. (szerk.): *Kémiai kísérletek az általános iskolában.* ELTE, Budapest, 2016.
13. STONAWSKI TAMÁS: *Trükkös fizika* Mozaik Kiadó, Szeged, 2016.
14. SZAKMÁNY CS. – RÁKÓCZI M.: „Premistry” természettudományos népszerűsítő sorozat Második rész; *Magyar Kémikusok Lapja* 2018/5., 166-171. oldal

TARTALOMJEGYZÉK

A KÉZIKÖNYV SZERZŐI	3.
A SZERZŐK ELŐSZAVA	4.
BEVEZETÉS	7.
A KÍSÉRLETEK LISTÁJA	15.
A KÍSÉRLETEK ÖSSZEVÁLOGATÁSÁNAK SZEMPONTJAI	16.
BALESETVÉDELMI, BIZTONSÁGI SZABÁLYOK	17.
KÍSÉRLETLEÍRÁSOK	18.
1. kísérlet sor: LEVEGŐ ÉS GÁZOK	19.
1. Konzervdoboz-ágyú	22.
2. A lebegő ping-pong labda	26.
3. Krumplipuska	29.
4. Táncoló korong	32.
5. A „semmi” öntögetése	36.
6. Vulkánkitörés	40.
7. Kis bűvárok	44.
8. Vízszippantás	47.
9. Forgó papírkígyó	50.
2. kísérlet sor: VÍZ ÉS FOLYADÉKOK	53.
1. A trükkös bűvár	55.
2. Az eltérülő vízszög	58.
3. Az úszó parafadugó	61.
4. Gemkapocs a vízen	64.
5. Hány vízcsepp fér el egy ötfórintoson?	67.
6. Pénz kerül a kártyára	70.
7. Szivárvány egy filctollból	73.
8. Megfordul a nyíl	76.
9. Festés lilakáposztával	79.
10. Óriásbuborékok	82.
11. Miért alkotja az ember testének nagy részét víz?	85.
12. Titkosírás tejjel	88.
13. Kidurran a lufi?	91.
3. kísérlet sor: MOZGÁSOK	94.
1. A felmászó pénzérme	95.
2. Zuhanó bögre	98.
3. Egyensúlyozó villák	101.
4. Pohár-telefon	103.
5. A trükkös inga	106.
FELHASZNÁLT FORRÁSOK	109.
TARTALOMJEGYZÉK	110.