



A Természettudományos Oktatásért
Szabó Szabolcs Emlékére Közhasznú Alapítvány
Charitable Foundation for Natural Sciences Education in Memoriam Szabó Szabolcs

TUDÁS. KÖZÖSSÉG. ÉRTÉK.

FIZIKA MOBILLABOR

KÉZIKÖNYV TANÁROKNAK

Első, kísérleti változat

**Budapest
2024.**

A kísérleteket összeválogatta és a leírásokat összeállította:

DR. SZAKMÁNY CSABA

- szakmai vezető, A Természettudományos Oktatásért Szabó Szabolcs Emlékére Közhasznú Alapítvány (www.sz2a.hu)
- fizika-kémia szakos tanár, Premontrei Iskolaközpont, Gödöllő

Lektorálják:

A Fizika Mobillabor Projekt első, kísérleti évének fizikatanárai:

- DARVAS JÓZSEF (Salgótarján)
- KISS PÉTER (Szentés)
- MÉSZÁROS PÉTER (Győr)
- ALBERTUSZ TIBOR (Kazár)
- BENYHE LÁSZLÓ (Budapest)

Felhasznált források:

1. JENEI PÉTER (SZERK.): Fizikai kísérletek általános és középiskolában ELTE 2020. http://demlabor.elte.hu/uploads/pages/54/documents/Jegyzet_demlab_vegso.pdf (Utolsó megtekintés: 2024. 01. 10.)
2. JUHÁSZ ANDRÁS (SZERK.): *Fizikai kísérletek gyűjteménye 1.* Arkhimédész Bt., Budapest. 2001.
3. JUHÁSZ ANDRÁS (SZERK.): *Fizikai kísérletek gyűjteménye 2.* Arkhimédész Bt. – Typotex Kiadó, Budapest, 1995.
4. ÖVEGES JÓZSEF: *Az élő fizika I.* Móra Kiadó, 2007.
5. ÖVEGES JÓZSEF: *Az élő fizika II.* Móra Kiadó, 2010.
6. ÖVEGES JÓZSEF: *Kísérletezzünk és gondolkozzunk! I.* Móra Kiadó, 2006.
7. ÖVEGES JÓZSEF: *Kísérletezzünk és gondolkozzunk! II.* Móra Kiadó, 2008.
8. STONAWSKI TAMÁS: *Trükkös fizika* Mozaik Kiadó, Szeged, 2016.
9. SZAKMÁNY CSABA – RÁKÓCZI MELINDA: „Premistry” természettudományos népszerűsítő sorozat Második rész; *Magyar Kémikusok Lapja* 2018/5., 166-171. oldal https://www.mkl.mke.org.hu/images/Dokumentumtar/Oktatas/Modszertani_torekvesek/MKL_2018-majus_SzakmanyCs-RakocziM_Premistry2.pdf (Utolsó megtekintés: 2024. 01. 10.)
10. Szakmány Csaba: *Kémia Mobillabor – Kézikönyv tanároknak Sz2A Alapítvány, Budapest, 2020.* https://sz2a.hu/wp-content/uploads/2020/02/Mobillabor_kezikonyv_2020-1.pdf (Utolsó megtekintés: 2024. 01. 10.)
11. SZAKMÁNY CSABA – VASS VIRÁG – VASZIL LÁSZLÓNÉ: *A természettudományok lenyűgöző világa – Ovilabor, sulilabor. Kézikönyv pedagógusoknak.* ELTE, Budapest, 2021. https://sz2a.hu/wp-content/uploads/2020/02/Ovilabor_Sulilabor_Kezikonyv_EFOP.pdf (Utolsó megtekintés: 2024. 01. 10.)
12. FÁBIÁN ERIK fizikatanár személyes közlései, ötletei.

Bevezető

A Fizika Mobillabor útjára indítása

A Természettudományos Oktatásért Szabó Szabolcs Emlékére Közhasznú Alapítvány 2019 szeptemberében indította útjára a Kémia Mobillabort. Ez a kezdeményezés egy régi hagyományon alapul, amit még a névadónk kezdett el jópár évvel ezelőtt, és amit az Alapítvány támogatók bevonásával továbbfejlesztett, kibővített. A Kémia Mobillabor Projekt első tanévében 13 kémiatanár járta az ország általános iskoláit, hogy kémiai kísérleteket mutasson be olyan diákoknak, akiknek másképp erre nem lenne lehetősége, pl. tanár-, iskolai eszköz- vagy vegyszerhiány miatt. A projekt első évének a koronavírus-járvány miatti karantén 2020 márciusában hirtelen vetett véget, de a program addig is nagyon sikeres volt: összesen 71 településre, kb. 2100 diákhoz jutott el a kísérletezés élménye. A fogadó iskoláktól, a résztvevő diákoktól rengeteg pozitív visszajelzés érkezett. A Kémia Mobillaborról az Alapítvány honlapján (<https://sz2a.hu/mobillabor/>) és a Magyar Kémikusok Lapjának 2020. július-augusztusi számában

(https://www.mkl.mke.org.hu/images/stories/downloads/2020/2020_0708.pdf) lehet bővebben olvasni. A járványhelyzet enyhülésével és megszűnésével a Kémia Mobillabor tovább folytatódik, azóta még több helyre jutott el, és immár 26 kémiatanár vesz részt benne. Mostanra (2024. január) 367 település 404 iskolájának 18130 diákjához jutott el a kísérletezés öröme, összesen 518 bemutató keretében.

A Kémia Mobillabor sikerein, rendkívül kedvező fogadtatásán, és hiánypótló szükségességén felbuzdulva fogalmazódott meg a Fizika Mobillabor Projekt útjára indításának igénye. Az Alapítvány célja, hogy minél több természettudományos tantárgyból kísérletezési lehetőséghez juthassanak a diákok, felkeltve így érdeklődésüket a természettudományok iránt és elindítani őket az ilyen irányú továbbtanulás útján, megadni a lehetőséget a kezdő lépésekre. Ezt a tervünket és kezdeményezésünket most felkarolta a Semilab Félvezető Fizikai Laboratórium Zrt., így anyagi és szakmai támogatásával el tudjuk indítani a programot.

A Fizika Mobillabor jellege kissé eltér a kémiás rokonaétól. A fizikai kísérletek jobban körülhatárolhatóan tartoznak egy-egy témakörbe, ezért is választottuk azt a koncepciót, hogy a fizika mobillaborozás során öt alkalommal visszalátogatunk egy-egy osztályhoz és a tanév során végighaladunk a fizika ágain, témakörein.

A leírások elkészítése során kifejezetten törekedtünk arra, hogy minél több kísérlet megvalósítható legyen a „semmiből”, azaz a háztartásban fellelhető eszközökkel, esetleg hulladékokkal. Bízunk benne, hogy ez a diákok számára szemléletformáló erővel is bír.

Ugyanakkor természetesen az is fontos, hogy a diákok lássanak „hivatalos” kísérleti eszközöket, valamint egy Fizika Mobillabor bemutató alkalmával olyan mérésekre, kísérletekre is lehetőségük legyen, amire egy normál tanórán egyébként nem. Ezek a kísérleti eszközök általában meglehetősen drágák, de támogatóknak köszönhetően lehetőségünk nyílt ezek beszerzésére és a diákoknak történő bemutatására.

Budapest, 2024. február 17.

Dr. Szakmány Csaba

Általános gondolatok a kísérletek elvégzéséhez

A kézikönyv öt tematikus kísérletsort ír le, elég tág merítéssel annak érdekében, hogy a lehető leguniverzálisabban használható legyen.

Mindegyik kísérletsor több mint 10 kísérletet tartalmaz. A kísérletek összeállításának szempontjait ld. később.

A Mobillabor dobozban ezeknek a kísérleteknek az elvégzéséhez szükséges eszközök és anyagok találhatóak, megfelelő mennyiségben.

A kísérleteket bemutató tanár szabja meg, hogy a kísérletek közül melyiket mutatja be, melyiket hagyja ki, milyen mélységű magyarázatot fűz hozzájuk. Ehhez figyelembe kell venni a résztvevő diákok létszámát, előzetes ismereteit, életkorát, a terem felszereltségét és a rendelkezésre álló időt.

Fontos, hogy nemcsak látványos, hanem tanulságos kísérletek is szerepelnek. A kísérletek bemutatását minden esetben kövesse tanári magyarázat!

Mivel a kísérletek jó része közvetlenül kapcsolódik az iskolai ismeretekhez, ezért ez a füzet a magyarázatokat nem tartalmazza, a tanárookra bízunk, hogy saját szokásaik szerint megalkossák azokat. Egy-két különlegesebb anyagnál, jelenségnél, kísérletnél szerepelnek támpontok a magyarázathoz.

A bemutató kísérletek láthatósága megoldható egy stabil emelvénnyel, vagy a technikai feltételek adottsága esetén kamerás kivetítéssel.

A tanulói kísérleteknél érdemes csoportokba osztani a diákokat vagy megkérni egy-két diákot, hogy ők mutassák be a kísérletet társaiknak, természetesen a tanár utasításai alapján. Csak kellően fegyelmezett társaság esetén vállalkozzunk ezekre!

Bár a Kémia Mobillabor már évek óta sikeresen működik az országban, hasonló koncepció szerint, a Fizika Mobillabor Projektnek az ideje az első, kísérleti éve. Ezért minden igyekezetünk ellenére előfordulhatnak hibák, hiányosságok a kísérletleírásokban és a dobozok összeállításában. Ha ilyet tapasztalnak, kérjük megértésüket, és legyenek szívesek jelezni az Alapítványnak, hogy javítani és pótolni tudjuk ezeket!

Minden építő kritikát, segítő és jobbító szándékú észrevételt, ötletet szívesen fogadunk a Fizika Mobillabor tökéletesítéséhez annak érdekében, hogy célkitűzésünk minél jobban megvalósulhasson!

Kísérletek listája és rövid ismertetésük

1. MECHANIKA ÉS HANGTAN

AVAGY KÍSÉRLETEK A MOZGÁSOKKAL ÉS A HANGOKKAL

1. A szabadesés vizsgálata

Annak vizsgálata, hogy a könnyű tárgyak nem pusztán azért esnek le lassabban, mint a nehezek, mert kisebb a tömegük, hanem a levegő közegellenállása őket jobban fékezi. Szabadesés idejének mérése „gravitációs labda” nevű kísérleti eszközzel.

2. A gondolatolvasó cső

Egy pöcköléssel megpörgetett csőnek mindig csak az egyik, megjelölt felét látjuk, a pöckölés módjától függően.

3. Felfelé mászó pénzérme

Gyufaskatulya fiókja és borítólapja közé tett pénzérme „felmászik” a skatulyában, ha a kezünkkel ütögetjük. Kísérlet a tehetetlenség törvényére.

4. Papírrepülő helyett papírhenger

Egy megfelelően hajtogatott és megpörgetve eldobott papírhenger ugyanúgy (vagy jobban) repül a levegőben, mint egy papírrepülő.

5. Súrlódás rizzsel és üveggolyókkal

A) Egy kólásflakonba rizst töltve és abba fakanál nyelét benyomva a tapadási súrlódás miatt úgy beleszorul, hogy fel lehet vele emelni a flakont a rizzsel.

B) Ha egy petri-csészébe üveggolyókat teszünk és azon megpörgetünk egy tárgyat (pl. papírtömböt), akkor szinte súrlódás nélkül forog. (Golyócsapágy-modell.)

6. Légpárnás CD

CD közepén levő lyukra üdítősfakon-lezárót ragasztunk és erre felfújt lufit húzunk. Ha a lezárót kinyitva kiengedjük a lufiból a levegőt, a CD légpárnás járműként viselkedik.

7. Egyensúlyozó szögek és villák

A) Egyémsba szúrt villák megtámaszthatók egy asztal szélén egy fogpiszkálóval, mert a rendszer súlypontja a felfüggesztési pont alatt van.

B) Szögeket megfelelő módon szintén feltámaszthatunk egyetlen beszúrt szögbe.

8. Pohár-telefon

Két papírpohár alját kilyukasztva és azokat kifeszített madzaggal összekötve telefonálhatunk, ugyanis a madzagon terjednek a hanghullámok.

9. A hangvilla fizikája

A hangvilla tulajdonságainak vizsgálata (hangosabban szól az asztalhoz érintve, rezonancia, lebegés).

10. Hangsebesség-mérés

Vízbe merített műanyag csővel hangsebesség mérése.

11. Szívószálduda

Egy fogóval megnyújtott és formára vágott szívószál megfújva dudaként viselkedik. A kiadott hang magassága függ a szívószál hosszúságától.

12. Láthatóvá tesszük a hullámokat

- A) Transzverzális és longitudinális hullámok bemutatása rugó segítségével
- B) Bekormozott csempéhez gombostűben végződő hangvillával láthatóvá tehetők a hullámok.

2. LÉGNYOMÁS ÉS LÉGÁRAMLÁS

AVAGY KÍSÉRLETEK A LEVEGŐVEL ÉS MÁS GÁZOKKAL

1. Konzervdoboz-ágyú

Egyik oldalán lyukasztott lappal, másikon gumilappal lezárt konzervdobozból légörvények kelthetők, mellyel meglebbenthető egy fonál, eloltható egy mécse.

2. Az elfújhatatlan ping-pong labda

Egy üvegtölcsérbe ping-pong labdát helyezünk és a tölcsérbe belefújunk. A labdát nem sikerül elfújni, sőt, a tölcsért lefelé fordítva, fújás közben benne marad a tölcsérben.

3. Forgó papírkígyó

Papírból kivágott, hegyezett fapálcára helyezett papírkígyó forró felület fölé téve forgásba jön a felfelé áramló meleg levegő miatt.

4. A „semmi” öntögetése

Szóda-bikarbóna és ecet reakciójával előállított szén-dioxid-gázban az égő gyufa elalszik. A gáz átönthető „láthatatlan módon” egy másik edénybe, és akkor abban alszik el a gyufa.

5. Vízszipantás és tálcáemelés

A) Vízbe állított mécsest pohárral leborítva a mécses elalszik, a víz pedig a pohárba nyomódik a külső légnyomás miatt.

B) Ha tálcára helyezett megnedvesített papírra tett mécsesre borítunk poharat, a pohár rátapad a tálcára.

6. Amikor nem folyik ki a víz

A) Ha egy teli pohár vizet kartonlappal zárunk le és a poharat megfordítjuk, a víz nem folyik ki, a pohárban marad.

B) Vízrel teli edénybe poharat merítve és azt szájával lefelé kiemelve, a víz a pohárban marad.

7. Sörösdoboz-roppantás

Fém sörösdobozban vizet forralva, majd hideg vízbe nyomva a légnyomás összepréseli a dobozt.

8. Léctörés újságpapírral

Asztalra fektetett újságpapírlap alá falécet fektetve és a kilógó darabra ráütve a léctörhető a légnyomásnak köszönhetően.

9. Milyen nagy a légnyomás?

Kísérlet a magdeburgi félgömbökkel, kézi vákuumszivattyú segítségével.

10. A vízben is terjed a nyomás?

A nyomás terjedésének bemutatása Pascal-féle vízibuzogánnyal.

3. HŐTAN ÉS FOLYADÉKOK

AVAGY KÍSÉRLETEK A HIDEGGEL, MELEGSEL, ÉGÉSSSEL ÉS A FOLYADÉKOKKAL

1. Forró de mégsem

- A) Vízzel teli lufit lánggal melegítve a lufi nem durran ki.
- B) Rézcsőre tekert papírlap nem gyullad meg láng hatására sem.

2. Alkoholrakéta

Alján lyukasztott üdítősfalakra denaturált szeszt öntve és azt elpárologtatva az aljához égő gyufát tartva a falakra rakétaként felszáll.

3. Hidegen is forró(ó)

- A) Kémcsőben melegített vizet bedugózva és lehűtve 100 °C-nál alacsonyabb hőmérsékleten is forrásba jön a víz.
- B) Fecskendőbe kevés vizet szívva, nyílását befogva és a dugattyút meghúzával a szobahőmérsékletű víz forrásba jön.

4. Cartesius-búvár

Cartesius búvár készítése műanyag üdítőspalackból és lefelé fordított rövid kémcsőből.

5. Navigáló parafadugó

Egy parafadugó-szelet a pohár szélén helyezkedik el, ha a víz szintje alacsonyabb a pohár szájánál. Ha a vizet „púposra” töltjük, a parafadugó-szelet a víz felszínének közepére navigál.

6. Hány vízcsepp fér el egy ötforinton?

Egy ötforintos érmére meglepően sok vízcseppet tudunk csepegtetni a víz nagy felületi feszültségének köszönhetően.

7. Pénz kerül a kártyára

Egy poharat színültig töltve vízzel és egy plasztikkártyát ráfektetve a kártya levegőben lógó felére több pénzérmét is helyezhetünk anélkül, hogy a kártya leborulna.

8. Hőtágulás-műszerek

„Emeltyűs pirométer” segítségével összehasonlíthatjuk különböző fémek hőtágulását.

9. Táncoló kupak

Palackban lévő levegőt kezünkkel melegítve a gáz kitágul, amit a palack szájára helyezett műanyag kupak emelkedése jelez.

10. Mire képes a hőtágulás?

A lineáris hőtágulás bemutatása Tyndall-féle vastörő eszközzel.

11. Meglepő hőtágulás

A klasszikus „golyó+karika” kísérlet. Ha a golyót és a karikát együtt melegítjük, a golyó ismét átfér a karikán. A lyukas anyagok is kifelé tágulnak.

12. Hasznosítjuk a hőt

Stirling-motor modell működésének bemutatása.

4. OPTIKA

AVAGY KÍSÉRLETEK A FÉNNYEL

1. Láthatóvá válik a fény útja

Lézermutató fényének útját levegőben, vízben és egyéb homogén közegben nem látjuk. Levegőben füst, vízben szappan segítségével azonban láthatóvá tehető.

2. Merre megy a fény?

- A) Fénytörés, fényvisszaverődés optikai testkészlettel.
- B) Periszkóp működésének modellezése.

3. Optikai csalódás? Vagy csak látszólag?

- A) Úgyse kapsz el! – Valódi kép létrehozása egymás fókuszpontjába helyezett gyűjtőtükrök segítségével.
- B) Megfordul a nyíl – Ha üveghengerbe vizet töltünk, a mögé helyezett papírlapra rajzolt, oldalra mutató nyíl látszólag a másik irányba mutat.
- C) Ott a képe! – Képalkotás lencsékkel, tükrökkel

4. Játék a színekkel

- A) Színfelbontás prizmával – Prizmára eső összetett fény felbontása összetevőire.
- B) Titkosírás színszűrőkkel – Színes tollal rajzolt ábra láthatatlanná válik ugyanolyan színű áttetsző fólia ráhelyezése hatására. Ezáltal titkosírásra használható.

5. Kísérletek polárszűrőkkel

Polarizáció, kioltás jelenségének bemutatása moziszemüvegek segítségével.

6. Lángfestés

Bunsen-égő lángjának színezése fémsókkal.

7. Színfelbontás másképp

Kézi spektroszkóp használata (fénycső és fémsókkal festett gázláng vizsgálata)

5. ELEKTROMOSSÁG ÉS MÁGNESESSÉG

AVAGY KÍSÉRLETEK AZ ELEKTROMOS TÖLTÉSEKKEL, ÁRAMMAL, MÁGNESEKKEL

1. Elektrosztatikai kísérletek

- A) Elektromos vonzás és taszítás – Türe helyezett műanyag rudakkal elektrosztatikus vonzás és taszítás bemutatása a kétféle töltés létezésének bizonyítására.
- B) Vízszugár elhajlítása – Vékony sugárban folyó vízszugár eltérítése megdörzsölt műanyag rúddal.
- C) Elektroszkópok – Az elektromos töltések és töltöttség kimutatása elektroszkópokkal.
- D) Faraday-kalitka – Faraday-kalitka működési elvének bemutatása.

2. Elektrolízis elemmel

Elektrolízis műanyag pohárban elem segítségével.

3. Mágneses jelenségek

- A) Mágneses vonzás és taszítás – Kísérletek állandó mágnesekkel: mágnesrúdpárral, neodímium mágnesekkel, acélgolyókkal, gombostűkkel, iránytűkkel, 100 Ft-os pénzérmékkel.
- B) Mágneses lebegtetés – Lebegő mágneses pörgettyűvel és kémcsőbe helyezett mágnesekkel.
- C) Mágneses tér – Rúdmágnes mágneses terének szemléltetése vasreszelékkel.

4. Az elektromosság és a mágnesek kapcsolata

- A) Csengő működése – Csengő mint elektromágnest tartalmazó eszköz működésének bemutatása.
- B) Mozgási indukció – Mozgási indukció jelenségének bemutatása tekercessel, állandó mágnessel, középpállású voltmérővel.
- C) Lenz törvénye – Lenz törvényének bemutatása alumíniumkarikákba tolt mágnessel, valamint műanyag és rézcsőben leeső neodímium mágnessel.

A kísérletek összeválogatásának szempontjai

A kísérletek összeválogatásakor az alábbi szempontok érvényesültek:

- Öt téma köré csoportosuljanak, melyeket alapvetően a fizika ágai jelöltek ki;
- Minél szélesebben fedjék le a témakört, de lehetőleg ne a „szokásos” órai kísérletek megismétlései legyenek, hanem az adott jelenséget más, újszerű, esetleg meglepő módon mutassák be;
- A megértésükhöz szükséges ismeretanyag lehetőleg ne haladja meg az általános iskolai (és középiskolai) tananyagot; vagy ha igen, annak alapos indoka legyen, pl. egy gyakorlati életben előforduló jelenség szemléltetése;
- Látványos, érdekes, de tanulságos kísérletek legyenek;
- A kísérletek könnyen és gyorsan előkészíthetők, kivitelezhetők és elpakolhatók legyenek;
- Minél kevesebb vegyszer, veszélyes anyag legyen szükséges;
- Minél kevesebb helyi szükséglet (elszívófülke, vízcsap, Bunsen-égő stb.) legyen;
- Minél kevesebb frissen pótlandó (könnyen megromló) anyagra legyen szükség;
- Szemléletformáló okokból lehetőleg ne legyen szükség élelmiszer felhasználására a kísérletekhez, vagy ha mégis, ne pazaroljuk;
- A kísérletek egy része házi eszközökből, alapanyagokból összeállítható legyen, bemutatva a diákoknak, hogy „minden fizika”;
- A kísérletek egy részében viszont kifejezetten szerepeljenek „hivatalos” kísérleti eszközök, laboreszközök, melyek segítségével lehetőség nyílik olyan jelenségek és (mérő)kísérletek elvégzésére, melyre normál iskolai körülmények között általában nincs mód.

Balesetvédelmi, biztonsági szabályok

1. A Fizika Mobillabor keretében bemutatott kísérletek alapvetően nem balesetveszélyesek, jellemzően nem dolgozunk veszélyes anyagokkal, kevés veszélyes műveletet végzünk. Ugyanakkor az esetleges balesetek elkerüléséhez szükséges a körültekintő munkavégzés.
2. A kísérletek összeállítása során törekedtünk arra, hogy a fogadó iskola részéről minél kevesebb eszköz és körülmény biztosítására legyen szükség.
 - a. Szükséges egy kb. 2x1 m-es demonstrációs asztal, illetve két kisebb asztal: az egyik az előkészített későbbi kísérleteknek, a másik a már nem használt anyagoknak, eszközöknek.
 - b. Szükséges egy konnektor és adott esetben hosszabbító az elektromos eszközök működtetéséhez.
 - c. A jobb láthatóság kedvéért érdemes a bemutató asztalra valamilyen stabil állványt helyezni és ezen bemutatni a kísérleteket.
3. A kísérletbemutató alatt a tanár lehetőleg viseljen köpenyt, szükség esetén védőszemüveget! A köpeny zsebében legyen törlőrongy.
4. A kísérleteket a diákok számára jól láthatóan, de tőlük biztonságos távolságban kell bemutatni.
5. Diákok veszélytelen műveletek kivitelezésekor segíthetnek, de ehhez nekik fegyelmezetten kell viselkedniük, a tanárnak pedig pontos utasításokat kell adni számukra.
6. Tűzgyújtás előtt az éghető folyadékok üvegét zárjuk be és távolítsuk el a közelből az éghető anyagokat! Akinek hosszú a haja és a láng közelében van, fogja össze a haját és vigyázzon, ne lógjon a lángba!
7. A kísérletek végén az elhasznált anyagokat, feleslegessé vált eszközöket a bemutató asztalról el kell tenni, azon mindig rend legyen és csak a közvetlenül szükséges dolgok legyenek rajta.
8. Az elmosogatandó eszközöket érdemes egy műanyag tálnálba gyűjteni a bemutató közben, majd a mosogatást a lehető leghamarabb elvégezni!
9. A hulladékként keletkező anyagok és elhasznált eszközök nem veszélyes hulladékok, a kommunális illetve a szelektív hulladékgyűjtőbe kerülhetnek.
10. A Mobillabor dobozban minden kísérletbemutató előtt és után legyen rend az átláthatóság érdekében.
11. A két nagy ládában érdemes hosszú távon tárolni az eszközöket, a kis ládát célszerű használni az aktuális bemutatóhoz szükséges eszközök szállítására! A bemutatóra való előkészület során figyeljünk, hogy több olyan eszköz is van, ami több kísérlet-sorhoz is szükséges, ezeket ne felejtjük el bepakolni!

- 12.A legtöbb eszköznek van saját csomagolása (zacskó, kartondoboz). Kérjük, hogy tárolás és szállítás során az eszközök ezekben legyenek, védelmüket biztosítva.
- 13.A bemutatót tartó tanár felelőssége, hogy az eszközökre vigyázzon, azok ne tűnhessenek el, ne tulajdoníthassa el senki!
- 14.A tönkrement, használhatatlanná vált eszközökről (kivéve fogyóeszközök) listát kell vezetni, illetve az Alapítványt értesíteni kell, hogy pótlásukról intézkedjünk.
- 15.Az anyagok felhasználásáról és a fogyóeszközökről nem kell év közben listát vezetni, az év végén kérünk „leltározást” és annak jelzését, hogy mit szükséges pótolni.

KÍSÉRLETLEÍRÁSOK

1. KÍSÉRLETSOR: MECHANIKA ÉS HANGTAN

AVAGY KÍSÉRLETEK A MOZGÁSOKKAL ÉS A HANGOKKAL

- 1. A szabadesés vizsgálata**
- 2. A gondolatolvasó cső**
- 3. Felfelé mászó pénzérme**
- 4. Papírrepülő helyett papírhenger**
- 5. Súrlódás rizzsel és üveggolyókkal**
- 6. Légpárnás CD**
- 7. Egyensúlyozó szögek és villák**
- 8. Pohár-telefon**
- 9. A hangvilla fizikája**
- 10. Hangsebesség-mérés**
- 11. Szívószálduda**
- 12. Láthatóvá tesszük a hullámokat**


1. A SZABADESÉS VIZSGÁLATA

Annak vizsgálata, hogy a könnyű tárgyak nem pusztán azért esnek le lassabban, mint a nehezek, mert kisebb a tömegük, hanem a levegő közegellenállása őket jobban fékezi. Szabadesés idejének mérése „gravitációs labda” nevű kísérleti eszközzel.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- A szabadesés mint egyenletesen gyorsuló mozgás vizsgálata
- Az arisztotelészi szemlélettel szemben a Galilei-Newton-féle szemlélet kialakítása, megerősítése
- Hipotézisalkotás fejlesztése
- A nehézségi gyorsulás értékének mérése
- Méréstechnika: a mérés pontosságának növelése

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• írólap és írólapcsomag• Gravitációs labda <p>https://www.taneszkozcentrum.hu/gravitacios_labda_5843#kategoriak</p> 	<ul style="list-style-type: none">•

A kísérlet kivitelezése:

1. A diákok érdeklődésének felkeltésére engedjük el különböző tárgyakat az asztal felett és figyeltessük meg, hogy azok leesnek.
2. Végezzük el ezután a következő kísérletsort úgy, hogy elmondjuk, mit fogunk csinálni, a diákok pedig előre tippeljék meg (és indokolják meg), hogy mi fog történni szerintük:
 - a. Egymás mellett azonos magasságból elengedünk két vízszintesen tartott írólapot;
 - b. Egymás mellett azonos magasságból elengedünk egy vízszintesen tartott írólapot és írólapcsomagot.
 - c. Az írólapcsomagot rátesszük a papírlapra és vízszintesen tartva elengedjük őket.
 - d. Az írólapot rátesszük az írólapcsomagra és vízszintesen tartva elengedjük őket.
 - e. Egymás mellett azonos magasságból elengedünk egy galacsinná gyűrt írólapot és egy vízszintesen tartott írólapot.

3. A gravitációs labda segítségével mérjük meg adott magasságból az esés idejét és számítsuk ki a nehézségi gyorsulás értékét!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Az írólapokkal végzett ejtési kísérletek közül a d) pontban leírt kísérlet eredménye lehet a legmeglepőbb a diákoknak (sokszor még a felnőttekből is csodálkozást vált ki). Jó lehetőség arra, hogy a diákokkal megbeszéljük, hogy a b) kísérletben a papírlap nem kizárólag azért esett le lassabban, mert kisebb tömegű, hanem azért, mert rá jobban hatott a levegő fékező hatása.
- Az e) kísérletből látható, hogy bár mindkét papír azonos tömegű, a kisebb felületű esik le gyorsabban.
- Beszéljük meg a diákokkal, hogy definíció szerint mit nevezünk szabadesésnek és azt is, hogy a fenti esésekből melyik tekinthető jó közelítéssel szabadesésnek és miért!
- A gravitációs labda kapcsán beszéljük meg, hogy a nehézségi gyorsulás viszonylag nagy értéke miatt mérése nehéz. Némi kérdezzetével rávezethetjük a diákokat, hogy a pontos méréshez vagy az ejtési magasságot (megtett utat) kell növelni (de ekkor a levegő fékező hatása is egyre jelentősebb lesz) vagy az időmérés pontosságát. Ez utóbbiban segít ez az eszköz.
- Gondolkodtató kérdésnek feltehetjük, hogy mai modern eszközökkel hogyan lehetne még másképp az időtartamot pontosan megmérni, illetve hogyan lehetne megtenni ezt Galilei-korabeli eszközökkel.

2. A GONDOLATOLVASÓ CSŐ

Egy pöcköléssel megpörgetett csőnek mindig csak az egyik, megjelölt felét látjuk, a pöckölés módjától függően.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- Megfigyelési képesség fejlesztése
- Hipotézisalkotás fejlesztése
- Összetett mozgások bemutatása, elemzése

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• műanyag csődarab	<ul style="list-style-type: none">• filctoll(ak)

A kísérlet kivitelezése:

1. A műanyag csődarab két végére rajzoljunk kétféle szimbólumot (pl. pötty és X), lehetőleg kétféle színnel!
2. Fekessük le a csődarabot az asztalra, és egyik végét ujjunkkal lenyomva „lőjük ki”! Figyeltsük meg, hogy a csődarab ellökődik, majd pörögni kezd függőleges tengely körül, és azt a szimbólumot látjuk négy példányban is, amelyiknél fogva elpöcköltük.
3. Ha a csődarabot másik végénél, a másik szimbólumot kiválasztva pöcköljük el, akkor azt a szimbólumot látjuk!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Érdemes a jelenséget viszonylag hosszabban megfigyeltetni a diákokkal és hagyni, hogy magyarázatot alkossanak a látottakra.
- Célszerű rávezető kérdések:
 - Milyen mozgásokat végez a csődarab? [Kétfélét: egyszerre pörög a függőleges tengely körül és a saját hossz tengelye körül.]
 - Mit tapasztalunk, ha összehasonlítjuk a cső hosszát az átmérőjével? [A cső hossza pontosan négyszerese a cső átmérőjének.]
- Ha ezek után a diákok „lassítva” lemodellezik a csődarab mozgását, akkor rájöhetnek, hogy a kiválasztott szimbólum azért látszik, mert ott a kétféle mozgás egymással ellentétes irányban történik, azaz ott lelassul a cső mozgása annyira, hogy szemmel látható a jel. A másik jel azért nem látszik, mert ott a kétféle mozgás egyforma irányban történik, és cső olyan gyorsan mozog, hogy szemünk nem képes felfogni a látott képet.
- Érdemes kipróbálni olyan csődarabokkal a kísérletet, melyeknél a hossz-átmérő arány más.

3. FELFELE MÁSZÓ PÉNZÉRME

Gyufaskatulya fiókja és borítólapja közé tett pénzérme „felmászik” a skatulyában, ha a kezünkkel ütögetjük. Kísérlet a tehetetlenség törvényére.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- Meghökkenés
- A tehetetlenség törvényének szemléltetése

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

<i>Szükséges eszközök:</i>	<i>Szükséges anyagok:</i>
<ul style="list-style-type: none">• üres gyufaskatulya• 5 Ft-os pénzérme	<ul style="list-style-type: none">•

A kísérlet kivitelezése:

1. Az 5 Ft-os érmét csúsztassuk be a skatulya belső fala és a fiók fenéklapja közé!
2. Fordítsuk úgy a gyufaskatulyát, hogy az érme alul legyen!
3. Bal kezünkől formáljunk laza(!) „kalitkát”, amibe betesszük a gyufaskatulyát, kisujjunkkal alul támasszuk meg!
4. Jobbkezünk mutató- és középsőujjával ütögetjük folyamatosan a gyufaskatulya tetejét!
5. Figyeltsük meg, hogy néhány ütögetés után a pénzérme kibújik a skatulya tetején!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A tapasztalat magyarázata, hogy amikor ráütünk a skatulyára, lefelé mozdítjuk azt (a pénzérmével együtt), de a pénzérme nagyobb tömege, így nagyobb tehetetlensége miatt kevésbé mozdul el lefelé. Hasonló, mint amikor kihúzzuk a papírlapot a pohár víz alól és a pohár egyhelyben marad. Ujjunk és kezünk rugalmassága miatt a skatulya visszanyomódik eredeti helyére, így a pénzérme feljebb került, mint ahol a ráütés előtt volt. Minden egyes ütés hatására a pénzérme így felfelé mozdul.
- A kísérlet magyarázata során beszéljük meg, hogy milyen relatív mozgást végzett a skatulya és a pénzérme!
- A kísérlet szép illusztrációját adja annak, hogy „a tömeg a tehetetlenség mértéke”.
- A kísérlet megbeszélése számos lehetőséget rejt magában, hogy a tehetetlenség mindennapi életben való előfordulásáról beszéljünk a közlekedéstől a gyümölcsök fáról való lerázásáig.

4. PAPÍRREPÜLŐ HELYETT PAPÍRHENGER

Egy megfelelően hajtogatott és megpörgetve eldobott papírhenger ugyanúgy (vagy jobban) repül a levegőben, mint egy papírrepülő.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- Meghökkenés;
- Áramlásokkal és perdületmegmaradással kapcsolatos ismeretek megalapozása a diákokban.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

<i>Szükséges eszközök:</i>	<i>Szükséges anyagok:</i>
<ul style="list-style-type: none">• A4-es papírlap	<ul style="list-style-type: none">•

A kísérlet kivitelezése:

1. Hajtogassuk meg a papírlapot hengerré majd dobjuk el megpörgetve az alábbi videó szerint:
<https://www.youtube.com/watch?v=gDjL0iDecMY>



Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A kísérlet megbeszélése során érdemes kitérni a diákokkal arra, vajon miért repül olyan messzire a henger, mi stabilizálja a levegőben mozgás közben.
- Ha az idő engedi, beszéljük meg velük, vajon milyen paramétereket változtathatunk annak érdekében, hogy minél távolabbra repüljön a henger.
- A diákok akár versenyt is rendezhetnek az általuk hajtogatott hengerekkel.

5. SÚRLÓDÁS RIZZSEL ÉS ÜVEGGOLYÓKKAL

- a) Egy kólásflakonba rizst töltve és abba fakanál nyelét benyomva a tapadási súrlódás miatt úgy beleszorul, hogy fel lehet vele emelni a flakont a rizzsel.
- b) Ha egy petri-csészébe üveggolyókat teszünk és azon megpörgetünk egy tárgyat (pl. papírtömböt), akkor szinte súrlódás nélkül forog. (Golyóscsapágymodell.)

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- Meghökkenés
- A tapadási súrlódási erő szemléltetése
- Annak szemléltetése, hogy súrlódás nemcsak vízszintes talajon fekvő testek esetén, a nehézségi erő hatására jöhet létre
- Annak bemutatása, milyen lehetőségek vannak a súrlódási erő csökkentésére

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• műanyag 0,5 l-es üdítősfalakon• műanyag tölcser• fakanál• műanyag petri-csésze• üveggolyók• papírtömb	<ul style="list-style-type: none">• rizs

A kísérlet kivitelezése:

1. Súrlódás rizzsel:
 - a. Töltsük meg rizzsel az üdítősfalakont!
 - b. Szúrjuk bele a fakanalat néhány határozott mozdulattal addig, míg úgy bele nem szorul, hogy nem tudjuk könnyedén kiemelni.
 - c. Emeljük fel a flakon rizst a fakanálnál fogva!
2. Súrlódás (hiánya) üveggolyókkal
 - a. Tegyük a Petri-csészébe üveggolyókat egy rétegben!
 - b. Helyezzük rájuk a papírtömböt és pörgessük meg!
 - c. Figyeltsük meg, hogy sokkal tovább pörög, mintha az asztalon végeztük volna ezt el!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Az első kísérlet lehetőséget ad a csúszási és a tapadási súrlódási erő nagysága közti különbségre.
- A második kísérlet kapcsán a súrlódás csökkentésének módjairól, a golyóscsapágyműködési elvéről is beszélhetünk.
- Érdekes tudatosítani a diákokban, hogy a súrlódásra a legtöbbször káros jelenségeként gondolunk (alkatrészek kopása, mozgás akadályozása stb.), azonban nagyon gyakran hasznos (autó mozgása, fékezés, masni kötése stb.).

6. LÉGPÁRNÁS CD

CD közepén levő lyukra üdítősfalikon-lezárót ragasztunk és erre felfújunk lufit húzunk. Ha a lezárót kinyitva kiengedjük a lufiból a levegőt, a CD légpárnás járműként viselkedik.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- Annak bemutatása, milyen lehetőségek vannak a súrlódási erő csökkentésére
- Légpárnás eszközök működési elvének bemutatása

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• CD• üdítősfalikon „szívókás” kupakja• lufi	<ul style="list-style-type: none">• folyékony ragasztó vagy plakátragasztó

A kísérlet kivitelezése:

1. CD-re üdítősfalikon „szívókás” kupakját ragasztottuk légmentesen.
2. Zárjuk le a kupakot!
3. Fújuk fel a lufit, és húzzuk rá a kupakra!
4. Helyezzük a CD-t sima felületre, pl. asztal lapjára!
5. Nyissuk fel a kupakot és pöccintsük meg a CD-t! Figyeltessük meg, hogyan mozog!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Ha túlságosan nagyra fújuk a lufit, akkor a légellenállás miatt az eszköz viszonylag lassan fog mozogni.
- Igyekezzünk úgy ráhúzni a lufit a kupakra, hogy minél rövidebb „szára” legyen, különben a megpöccintésnél a lufi eldől oldalra és az eszköz nem fog megfelelően mozogni.
- Ez a kísérlet is lehetőséget ad arra, hogy megbeszéljük a diákokkal, milyen módokon lehet a súrlódási erőt csökkenteni, és ez mikor hasznos és mikor káros.
- Az eszközt a diákok is elkészíthetik, és versenyt rendezhetnek, melyiküké csúszik messzebb a padlón.

7. EGYENSÚLYOZÓ SZÖGEK ÉS VILLÁK

- a) Egymásba szúrt villák megtámaszthatók egy asztal szélén egy fogpiszkálóval, mert a rendszer súlypontja a felfüggesztési pont alatt van.
- b) Szögeket megfelelő módon szintén feltámaszthatunk egyetlen beszúrt szögbe.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- Egy érdekes statikai kísérlet bemutatása

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">villa, 2 dbfogpiszkálóhungarocell-lap20 db szög	<ul style="list-style-type: none">

A kísérlet kivitelezése:

- Egyensúlyozó villák
 - A két villa fogait szúrjuk egymásba!
 - Fogjuk a kezünkbe a fogpiszkálót, és tegyük a végére az összefogott villákat!
 - Figyeltessük meg, hogy a villák stabil egyensúlyi helyzetben vannak! Ha meglökjük őket, akkor is visszatérnek egyensúlyi állapotukba.
- Egyensúlyozó szögek
 - A hungarocell-lapba szúrjunk egy szöget, majd 4 vagy több szöget rakjunk egymásra az alábbi videónak megfelelően:
https://www.youtube.com/watch?v=9xtXg_6C8QE



Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A kísérlet jó lehetőséget ad arra, hogy a magyarázat során beszéljünk a diákokkal a súlypontról, nehézségi erőről, forgatónyomatékról.
- Beszélhetünk a stabil, instabil és metastabil egyensúlyi helyzet fogalmáról is.
- A diákok versenyt is rendezhetnek: ki tud adott mennyiségű szöget minél hamarabb így felállítani vagy adott idő alatt minél több szöget felállítani.

8. POHÁR-TELEFON

Két papírpohár alját kilyukasztva és azokat kifeszített madzaggal összekötve telefonálhatunk, ugyanis a madzagon terjednek a hanghullámok.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- A hang mint mechanikai rezgés, hullám terjedésének bemutatása

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

<i>Szükséges eszközök:</i>	<i>Szükséges anyagok:</i>
<ul style="list-style-type: none">• 2 db papírpohár• spárga• olló	<ul style="list-style-type: none">•

A kísérlet kivitelezése:

1. A két papírpohár alját kilyukasztjuk, és spárgát fűzve beléjük, összekötjük őket.
2. Két diák fogja meg az egyik illetve a másik poharat, és menjenek egymástól olyan távolra, hogy a madzag éppen megfeszüljön!
3. Beszéljen bele az egyik diák a pohárba halkan, miközben a másik a füléhez szorítja a másik poharat!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A diákok a madzag lefogásával kipróbálhatják, hogy a rajta terjedő rezgéseket hogyan lehet kioltani.
- Hívjuk fel a diákok figyelmét arra, hogy a kísérlet mutatja, hogy a mechanikai hullámok terjedéséhez valamilyen közvetítő közeg szükséges.
- Vigyázzunk, hogy a madzag fesztett legyen (megbeszélhető a diákokkal, hogy ez miért szükséges), ugyanakkor vigyázni kell, nehogy kitépjék a csomót a pohár aljából.


9. A HANGVILLA FIZIKÁJA

A hangvilla tulajdonságainak vizsgálata (hangosabban szól az asztalhoz érintve, rezonancia, lebegés).

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- A hangvilla rezgésének bemutatása

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

<i>Szükséges eszközök:</i>	<i>Szükséges anyagok:</i>
<ul style="list-style-type: none">• Különböző frekvenciájú hangvillák rezonátordobozzal, ütővel https://www.taneszkozcentrum.hu/hangvilla_kulonbozo_frekvenciaju_hangvillak_rezonatordobozzal_utovel_1604#kategoriak 	<ul style="list-style-type: none">•

A kísérlet kivitelezése:

1. Üssük meg a hangvillát, és figyeltesse meg a diákokkal, hogy hangját nagyon halkán halljuk! Újabb megütés után érintsük hozzá a hangvilla alját az asztalhoz, és figyeltesse meg, hogy sokkal hangosabban halljuk!
2. Amennyiben kevés diák vesz részt a foglalkozáson vagy marad rá idő, átadhatjuk a diákoknak a hangvillát, hogy üssék meg, és fülük mellett tartva függőleges tengely mentén forgassák körbe. Figyeljék meg, hogy hol halkán, hol erősebben hallják a hangját!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A hangvillával végzett kísérletek során fontos, hogy a csoport csendben legyen, hogy hallani lehessen a hangvilla hangját!
- A hangvillát kezünkkel, gumi- vagy parafavégű kalapáccsal is megszólaltathatjuk, de kellő elővigyázatosság mellett az asztalhoz is üthetjük.
- A hangvillák segítségével bemutathatjuk a kényszerrezgés, rezonancia jelenségét is. Beszélhetünk a hangszerek fizikájáról is (miért van teste a gitárnak, hegedűnek).

10. HANGSEBESSÉG-MÉRÉS

Vízbe merített műanyag csővel hangsebesség mérése.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- Mérőkísérlet a hangsebesség mérésére

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none"> • Ismert frekvenciájú (440 Hz) frekvenciájú hangvilla • Műanyag mérőhenger, magas • Műanyag cső (a mérőhenger magasságával kb. megegyező hosszúságú) • vonalzó 	<ul style="list-style-type: none"> • csapvíz

A kísérlet kivitelezése:

1. A mérőhengerbe töltünk majdnem színültig vizet!
2. Állítsuk be a műanyag csövet a vízbe és nyomjuk le egészen!
3. Üssük meg a hangvillát, tartsuk a cső szája fölé!
4. A csövet és a hangvillát egyszerre mozgatva emeljük fel őket, és keressük meg azt a helyzetet, amikor a hangvilla hangját erősebben halljuk!
5. Emeljük még tovább a csövet és a hangvillát és keressük meg a következő ilyen helyzetet is!
6. A mechanikai hullámokra (így a hangra) is érvényes $c = \lambda \cdot f$ képlet alapján számítsuk ki a hang levegőben érvényes terjedési sebességét, ha
 - a frekvencia: $f = 440 \text{ Hz}$
 - a hullámhossz (λ), a két megtalált erősítési pont távolságának kétszerese

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A kísérlet elméleti háttere (longitudinális állóhullámok kialakulása egyik végén zárt, másik végén nyitott csőben) természetesen meglehetősen nagy mértékben meghaladja az általános iskolai szintet. Ugyanakkor ábrákkal, gyakorlati példák felvonultatásával egyszerűen fogalmat alkothatnak a diákok arról, hogy miért vannak olyan pontok a csőben, ahol a hangvillát hangosabban halljuk.
- A kísérletben két szomszédos duzzadóhely távolságát mérjük, ennek kétszerese a hullámhossz. Természetesen vehetnénk az első duzzadóhely távolságát a víz felszínétől (ennek négyszerese a hullámhossz), ám ezt nehezebb megmérni, de jó lehetőség nyílik összehasonlítani a kétféleképp kiszámított hangsebességet.
- A hangsebesség értéke kapcsán beszélhetünk a diákokkal ennek jelentőségéről pl. a visszhang kapcsán, illetve, hogy miért szoktunk viharban a villámlás után számolni.

11. SZÍVÓSZÁLDUDA

Egy fogóval megnyújtott és formára vágott szívószál megfújva dudaként viselkedik. A kiadott hang magassága függ a szívószál hosszúságától.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- A hangkeltés egy érdekes módjának bemutatása
- Hangszerek megszólaltatási módjának modellezése
- A hangmagasság befolyásolásának bemutatása

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet

<i>Szükséges eszközök:</i>	<i>Szükséges anyagok:</i>
<ul style="list-style-type: none">• szívószálak• kombináltfogó• olló	<ul style="list-style-type: none">•

A kísérlet kivitelezése:

1. A szívószál egyik végét fogjuk meg a fogóval és nyújtjuk meg egy kicsit!
2. Ollóval vágjuk háromszög, pontosabban trapéz alakúra a megnyújtott részt! Így létrehoztuk a „hangszer” sípját.
3. Fújunk meg a szívószálat a síp felőli részénél! Figyeltessük meg, hogy hangot ad ki!
4. Ha folyamatos fújás közben ollóval levágunk a szívószál végéből, egyre magasabb hangon szól a „hangszer”.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A hang magasságát úgy is módosíthatjuk, ha egy kisebb vagy nagyobb átmérőjű szívószálat húzunk bele/rá a sípra, és azt ki-be tolva mozgatjuk (mint a harsona esetén).
- A magyarázat során itt sem érdemes elvont hangtani fogalmakba belemenni, de összekapcsolható a kísérlet a hangsebesség mérésével, illetve gyakorlati példaként hozhatjuk a furulyát illetve az orgonasípokot, ahol szintén a rezgő légoszlop hosszúsága határozza meg a hallott hang magasságát.
- A fertőzésveszély elkerülése érdekében a szívószálat ne adjuk át más diáknak, hogy ő is megfújja! Ha újra akarjuk használni a szívószálat következő alkalommal, fertőtlenítsük alkohollal!


12. LÁTHATÓVÁ TESSÜK A HULLÁMOKAT

- a) Transzverzális és longitudinális hullámok bemutatása rugó segítségével.
 b) Bekormozott csempéhez gombostűben végződő hangvillával láthatóvá tehetők a hullámok.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

•

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none"> lépcsőnjáró laposacél tekercsrugó https://www.taneszkozcentrum.hu/lepcsönjaro_laposacel_tekercsrugo_1599#kategoriak  <ul style="list-style-type: none"> hangvilla vagy csipesz tű csempelap gyertya, gázgyújtó/gyufa 	<ul style="list-style-type: none"> ragasztószalag

A kísérlet kivitelezése:

- Longitudinális és transzverzális hullámok szemléltetése
 - Tegyük ki a lépcsőnjáró laposacél tekercsrugót az asztalra!
 - Mozgassuk a rugó egyik végét oda-vissza a rugó tengelye mentén! Figyeltessük meg a sűrűsödéseket és a ritkulásokat, azaz a longitudinális hullámokat!
 - Mozgassuk a rugó egyik végét a tengelyére merőlegesen! Figyeltessük meg a hullámhegyeket és hullámvölgyeket, azaz a transzverzális hullámokat!
- Ragasszunk egy tűt a hangvilla egyik szárának végéhez! Kormozzunk be gyertya lángjával egy csempelapot! Üssük meg a hangvillát, majd a tűt húzzuk végig a kormozott csempelapon! Figyeltessük meg, hogy hullámvonalat rajzol a tű.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A tapasztalatok megfigyelése és megbeszélése során beszéljünk a diákokkal a kétféle hullámról, terjedési közegükről és arról, hogy pl. a levegőben terjedő hang melyik fajtába tartozik!

2. KÍSÉRLETSOR: LÉGNYOMÁS ÉS LÉGÁRAMLÁS AVAGY KÍSÉRLETEK A LEVEGŐVEL ÉS MÁS GÁZOKKAL

- 1. Konzervdoboz-ágyú**
- 2. Az elfújhatatlan ping-pong labda**
- 3. Forgó papírkígyó**
- 4. A „semmi” öntögetése**
- 5. Vízszippantás és tálcaemelés**
- 6. Amikor nem folyik ki a víz**
- 7. Sörösdoboz-roppantás**
- 8. Léctörés újságpapírral**
- 9. Milyen nagy a légnyomás?**
- 10. A vízben is terjed a nyomás?**

1. KONZERVDOBOZ-ÁGYÚ

Egyik oldalán lyukasztott lappal, másikon gumilappal lezárt konzervdobozból légörvények kelthetők, mellyel meglebbenthető egy fonál, eloltható egy mécses.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- Meghökkenés
- Levegő áramlásának, örvények keletkezésének és stabilitásának megismerése

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (tanulók is elvégezhetik)

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• nagy konzervdoboz, egyik oldalán kis nyílás, másik nyílásán gumilap• hurkapálca• fonál• gyertya/mécses• befőttesgumik	<ul style="list-style-type: none">• füstölő• gyufa

A kísérlet kivitelezése:

1. Az „ágyút”, már elkészítve találjuk a dobozban: a konzervdoboz egyik oldalán egy kis nyílást hoztunk létre, másik nyílását pedig gumilappal fedtük le. (Szükség esetén a gumilap szétvágott gumikesztyűvel pótolható.)
2. A hurkapálcára kössünk 8-10 lelógó fonaldarabot, ez lesz a „céltábla”.
3. Pöccintsük meg a gumilapot az ujjunkkal, miközben a kis nyílást a felfüggesztett fonalak felé irányítjuk.
4. Figyeltessük meg, hogy a fonalak meglebbenek, ugyanúgy, mintha erős, impulzusszerű fújás érte volna őket.
5. Gyújtsuk meg a teamécsest és felé fordítva pöccintsük meg a gumilapot. Figyeltessük meg, hogy egészen messziről is eloltható a láng.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A kísérlet magyarázata, hogy a pöccintés hatására a konzervdobozból levegő áramlik ki. Ennek egy része a kis nyílásba „beleakad”, így örvény jött létre. Az örvény igen stabil képződmény, sokáig megmarad, így tudta „ellökni” a fonalakat.
- Az ágyút akár a diákok arca felé is irányíthatjuk, hogy érezzék a kiáramló levegőt.
- Célbalövésessel is próbálkozhatunk, pl. egy gyertya/mécses eloltásával.
- Az örvények láthatóvá tehetők, ha a konzervdobozba füstöt juttatunk.
- Amikor szivarozás közben füstkarikát fűjnek, ugyanez a jelenség játszódik le, megfelelő nyílást kell kialakítani az ajkából és ügyesen (impulzusszerűen) kell kifűjni a füstöt.
- Folyókban hídpillérek mögött is hasonló, áramlási okokból jönnek létre örvények.
- Bár a kísérlet elméleti háttere nem tananyag, látványossága és gyakorlati vonatkozásai miatt mindenképp érdemes foglalkozni vele.

2. AZ ELFÚJHATATLAN PING-PONG LABDA

Egy üvegtölcsérbe ping-pong labdát helyezünk és a tölcsérbe belefújunk. A labdát nem sikerül elfújni, sőt, a tölcsért lefelé fordítva, fújás közben benne marad a tölcsérben.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- A levegőáramlás következményinek megismerése
- A Bernoulli-törvény szemléltetése

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• üvegtölcsér, közepes méretű• ping-pong labda	<ul style="list-style-type: none">•

A kísérlet kivitelezése:

1. Az üvegtölcsért tartsuk széles szájával felfelé és tegyük bele a ping-pong labdát!
2. Vegyük szánkba a tölcsér szárát és fújunk bele erőteljesen!
3. Figyeltessük meg, hogy a ping-pong labda nem repül ki a tölcsérből, hanem folyamatosan a tölcsér falának ütközik, de benne marad!
4. Fogjuk a ping-pong labdát lefelé fordított tölcsérbe és így fújuk meg a tölcsért! Figyeltessük meg, hogy a labda most is a tölcsérben marad!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A kísérlet magyarázata a Bernoulli-törvény: a tölcsér fala mellett a gyorsan áramló levegő nyomása lecsökken, kisebb lesz a labda mögötti nyugvó levegő nyomásánál. Így a nyomáskülönbség a labdát a tölcsérbe nyomja. Minél erősebben fújunk, annál erőteljesebb a hatás!
- Alacsonyabb évfolyamú diákok számára úgy is magyarázhatjuk, hogy a labda mögött helyben maradt levegőrészecskék lökdösik vissza a labdát a tölcsérbe.
- A kísérlet bűvésztrükként is bemutatható, illetve bemutatása előtt fogadást köthetünk a diákokkal!
- Egészségügyi okokból a tölcsért ne adjuk át diákoknak, hogy ők is kipróbálják! Még saját használat esetén is minden alkalommal fertőtlenítsük a tölcsért alkohollal!
- A Bernoulli-törvény gyakorlati jelentősége igen nagy, kezdve a repülőgépekkel, a metrónál kialakított biztonsági sáv magyarázatáig. Ezeket érdemes a diákokkal megbeszélni.
- Bár a kísérlet elméleti háttere nem tananyag, látványossága és gyakorlati vonatkozásai miatt mindenképp érdemes foglalkozni vele.

3. FORGÓ PAPÍRKÍGYÓ

Papírból kivágott, hegyezett fapálcára helyezett papírkígyó forró felület fölé téve forgásba jön a felfelé áramló meleg levegő miatt.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- A hőmérsékletkülönbség hatására létrejövő légáramlás (konvekció) jelenségének bemutatása

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (tanulók is elvégezhetik)

<i>Szükséges eszközök:</i>	<i>Szükséges anyagok:</i>
<ul style="list-style-type: none">• hegyezett hurkapálca vagy ceruza• papírlap• olló• ceruza	<ul style="list-style-type: none">• mécsesek• gyufa/gázgyújtó

A kísérlet kivitelezése:

1. Rajzoljunk legalább 5-6 menetből álló spirálvonalat a papírra! Vágjuk végig a papírt a vonal mentén, így egy feltekeredett papírkígyót kapunk. Közepét kissé meghajtva, óvatosan helyezzük ezt fel a ceruza/hurkapálca hegyére úgy, hogy könnyedén tudjon forogni!
2. Gyűjtsunk meg három mécsest, tartsuk fölé a ceruzát! Figyeltessük meg, hogy a papírkígyó forgásba jön!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Látványosabb és biztosabban sikerül a kísérlet, ha nagyobb meleg felület (pl. radiátor) fölé állítjuk a papírkígyót. Próbálkozhatunk felmelegített fémlappal, csempével is.
- A magyarázat során érdemes kitérni a jelenség gyakorlati vonatkozásaira:
 - a természetben a légkörzésben fontos szerepe van („a meleg levegő felfelé száll”)
 - A jelenség folyadékokban is létrejön, ezért lehet a tűzhelyen lábasban levest melegíteni, de ezért ég oda pl. a főzelék.
- Bár a kísérlet elméleti háttere nem tananyag, látványossága és gyakorlati vonatkozásai miatt mindenképp érdemes foglalkozni vele.

4. A „SEMMI” ÖNTÖGETÉSE

Szódabikarbóna és ecet reakciójával előállított szén-dioxid-gázban az égő gyufa elalszik. A gáz átönthető „láthatatlan módon” egy másik edénybe, és akkor abban alszik el a gyufa.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- Gázok sűrűségével kapcsolatos jelenségek bemutatása
- Szén-dioxid tulajdonságainak bemutatása

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• 2 db 600 cm³-es főzőpohár• vegyszereskanál• gyufa, gyújtópálca	<ul style="list-style-type: none">• szódabikarbóna• ételecet (20%-os)

A kísérlet kivitelezése:

1. Állítsunk két nagy, egyforma főzőpoharat az asztalra egymás mellé! Tartsunk mindkettőbe égő gyufát! Figyeltsük meg, hogy a gyufa folytatja égését, hiszen teljesülnek az égés feltételei (éghető anyag, égést tápláló anyag, gyulladási hőmérséklet).
2. Szórjunk két-három vegyszereskanálnyi szódabikarbónát az egyikbe!
3. Öntsünk ecetet a szódabikarbónára! Figyeltsük meg, hogy szintelen, szagtalan gáz keletkezik!
4. Tartsunk egy égő gyufát ebbe a főzőpohárba! Figyeltsük meg, hogy elalszik, míg a másik pohárban tovább folytatja égését!
5. Az első főzőpoharat megdöntve tartsuk az üres főzőpohár fölé, „átöntve” a gázt!
6. Tartsunk ezután ebbe a főzőpohárba is égő gyufát! Figyeltsük meg, hogy a gyufa elalszik, míg az első főzőpohárban folytatja égését.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A kísérlet tanulságaként érdemes megemlíteni gyakorlati példákat a gázok sűrűségével kapcsolatban (borospince, héliumos lufi, Zeppelin-léghajó stb.).
- Ha elegendő CO₂ fejlődik, ráönthetjük a gyufára is, eloltva a lángot.
- Vigyázzunk, hogy a láng a kezünktől végig távol maradjon!
- A főzőpohárban levő szén-dioxidra szappanbuborékot is fújhatunk, mely lebeg az edényben (amíg szét nem pukkan vagy bele nem diffundál elegendően sok szén-dioxid és így lesüllyed).

5. VÍZSZIPPANTÁS ÉS TÁLCAEMELÉS

A) *Vízbe állított mécsest pohárral leborítva a mécses elalszik, a víz pedig a pohárba nyomódik a külső légnyomás miatt.*

B) *Ha tálcára helyezett megnedvesített papírra tett mécsesre borítunk poharat, a pohár rátapad a tálcára.*

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- A levegő hőtágulásának bemutatása
- Annak bemutatása, hogy az égéshez oxigén kell
- Fizika és kémia összekapcsolása
- Meghökkenés
- A légnyomás nagyságának szemléltetése

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• üvegpohár, magas• kis tál (pl. Petri-csésze)• műanyag tálca	<ul style="list-style-type: none">• mécses• gázgyújtó• csapvíz• konyhai papírtörölő

A kísérlet kivitelezése:

1. Vízszippantás

- A tálba (Petri-csészébe) öntsünk vizet, majd állítsuk bele a mécsest és gyújtsuk meg!
- Az üvegpoharat emeljük a mécses fölé szájával lefelé, kis ideig hagyjuk ott! (Vigyázzunk, hogy a hőtől nehogy elrepedjen a pohár!)
- Borítsuk rá a poharat a mécsesre úgy, hogy a pohár szája mindenhol a víz alatt legyen!
- Figyeltessük meg, mi történik a mécses lángjával, illetve a pohárban lévő víz mennyiségével!

2. Tálcaemelés

- A műanyag tálcára tegyünk konyhai papírtörölőt és nedvesítsük meg!
- Tegyünk a konyhai papírtöröltre egy teamécsest és gyújtsuk meg!
- Az üvegpoharat emeljük a mécses fölé szájával lefelé, kis ideig hagyjuk ott! (Vigyázzunk, hogy a hőtől nehogy elrepedjen a pohár!)
- Borítsuk rá a poharat a mécsesre és nyomjuk rá, hogy a pohár szája mindenhol a papírtöröltre nyomódjon!
- Miután a mécses elaludt, fogjuk meg a poharat és emeljük fel, figyeltessük meg, hogy a tálcát is emeli magával.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A kísérlet tapasztalatára sok helyen hiányos és megtévesztő magyarázatot olvashatunk. Eszerint kizárólag arról van szó, hogy a leborítás után a pohár légteréből elfogyott az oxigén, ezért csökkent le benne a nyomás és az oxigén helyét foglalja el a beszívott víz. Valójában azonban főként a levegő hőtágulása a „felelős” a nyomáscsökkenésért, így a jelenség létrejöttéért. Ezért is érdemes pár másodpercre a láng felett tartanunk a poharat. Gondoljuk meg, hogy az oxigén elfogy ugyan a pohárból, de keletkezik helyette nem sokkal kevesebb szén-dioxid-gáz. Ez bár oldódik vízben, de nem olyan mértékben, hogy ekkora nyomáscsökkenést eredményezzen. (A magyarázat helyességének végiggondolásához érdemes utánanézni az ún. Hérón-labdás kísérletnek!)
- A jelenség magyarázata teljes mértékben megérthető általános iskolás szinten, érdemes tehát végigbeszélni a diákokkal!
- A tálcaemelős kísérlet végén érdemes csendben(!) meghallgattatni a diákokkal, hogy a pohár leemelésekor levegő áramlik a pohárba.

6. AMIKOR NEM FOLYIK KI A VÍZ

A) Ha egy teli pohár vizet kartonlappal zárunk le és a poharat megfordítjuk, a víz nem folyik ki, a pohárban marad.

B) Vízzel teli edénybe poharat merítve és azt szájával lefelé kiemelve, a víz a pohárban marad.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- A légnyomás kimutatására, nagyságának szemléltetése;
- Meghökkenés.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (tanulók is elvégezhetik)

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• üveg pohár (sima szájú)• kartonlap	<ul style="list-style-type: none">• víz• ételfesték (esetleg)

A kísérlet kivitelezése:

1. Lefedett pohár:
 - a. Töltsük meg színültig vízzel a poharat!
 - b. Szorítsuk rá a kartonlapot a szájára, a közepét kissé nyomjuk be (közben mindenképp szükséges, hogy egy kis víz kifolyjon)!
 - c. Fordítsuk lefelé a poharat és figyeltesük meg, hogy a víz benne marad!
2. Pohár kiemelése:
 - a. Vízzel teli vödörbe merítsünk műanyag poharat és emeljük ki belőle úgy, hogy a pohár szája teljes mértékben a víz szintje alatt marad.
 - b. Figyeltesük meg, hogy a víz a pohárban marad.
 - c. Ha kilyukasztott aljú pohárral végezzük a kísérletet, a víz a pohárban marad, amíg a lyukat ujjunkkal befogjuk, de kifolyik, amint a lyukról ujjunkat felemeljük.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A kísérlet sikerességének lényege, hogy a kartonlap körben teljesen rászoruljon a pohár szájára és kinyomjunk egy kis vizet a pohárból. A vizet ugyanis a kinyomott víz mennyiségével arányos nagyságú légnyomáskülönbség tartja a pohárban!
- Nem baj, sőt a megfelelő illeszkedést segíti, ha a kartonlap kissé elázik.
- A kísérlet természetesen vastag, tartással rendelkező gumilappal is elvégezhető.
- A kísérlet bemutatása előtt itt is köthetünk fogadásokat a diákokkal, illetve bemutathatjuk bűvésztrükként. Nagy kezűgyességgel rendelkezők egy vékony szintelen műanyag lappal (vastagabb fóliával) egészen komoly hatást érhetnek el!
- A kísérlet jó lehetőséget ad arra, hogy beszéljünk a diákokkal a légnyomás létezéséről, okáról, nagyságáról, következményeiről.

7. SÖRÖSDOBOZ-ROPPANTÁS

Fém sörösdobozban vizet forralva, majd hideg vízbe nyomva a légnyomás összepréseli a dobozt.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- Halmazállapot-változás bemutatása;
- Ugyanakkora tömegű gőz és folyadékállapotú anyag térfogatának összehasonlítása;
- A légnyomás nagyságának érzékeltetése.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet

<i>Szükséges eszközök:</i>	<i>Szükséges anyagok:</i>
<ul style="list-style-type: none">• Főzőpohár-fogó• Bunsen-égő• Színtelen, átlátszó falú tál/vödör• Üres fém sörösdoboz	<ul style="list-style-type: none">• gyufa/gázgyújtó• víz

A kísérlet kivitelezése:

1. Töltsük meg kb. háromnegyed részéig hideg csapvízzel a tálat/vödröt!
2. Töltsünk kevés (néhány cm³) vizet a sörösdobozba! (Ha gyorsítani akarjuk a folyamatot, használjunk melegvizet!)
3. A főzőpohár-fogóval tartsuk a dobozt a Bunsen-égő lángja fölé, és forraljuk fel a vizet! Fél-egy percig tartsuk forrásban a vizet, figyeltesük meg, ahogy a gőz távozik a doboz nyílásán!
4. Hirtelen mozdulattal, a doboz nyílását lefelé fordítva mártsuk a dobozt a hideg vízbe!
5. Figyeltesük meg, hogy a doboz teljesen összeroppant, mintha lábbal álltunk volna rá.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A kísérlet jól összekapcsolható az előzővel a légnyomás miatt.
- A magyarázat során felhívhatjuk a diákok figyelmét az alábbi szempontokra:
 - ugyanakkora tömegű víznek gőz állapotban sokkal nagyobb a térfogata, mint folyadékállapotban;
 - a légnyomás értéke igen nagy.

8. LÉCTÖRÉS ÚJSÁGPAPÍRRAL

Asztalra fektetett újságpapírlap alá faléctet fektetve és a kilógó darabra ráütve a lécceltörhető a légnyomásnak köszönhetően.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- A légnyomás létének bemutatása, nagyságának érzékeltetése;
- Meghökkenés.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• nagyméretű újságpapír• vékony faléc• erős farúd	<ul style="list-style-type: none">•

A kísérlet kivitelezése:

1. A vékony faléctet tegyük az asztal szélére úgy, hogy kb. harmadrésze túllógjon az asztal szélén a levegőbe!
2. Fektessek az asztalra (a lécre) a széthajtott, nagy felületű újságpapírt, és simogassuk rá az asztallapra, hogy minél kevesebb levegő maradjon alatta!
3. Az erős rudat a lécre merőlegesen tartva üssünk a léccel az asztalon túllógó részére! Figyeltsük meg, hogy a lécceltörik, az újságpapírnak nem történik semmi baja, meg sem emelkedett.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A kísérlet elvégése során nagyon körültekintően kell eljárni balesetvédelmi szempontból, nehogy az esetlegesen elrepülő vagy felcsapódó léccdarab sérülést okozzon! A diákokat állítsuk távolra és a léccel vonalában ne tartózkodjon senki!
- Figyeljünk, hogy az újságpapírt alaposan simítsuk rá az asztalra, lehetőleg minél kevesebb kidudorodás legyen, minél kevesebb levegő legyen az újságpapír alatt!
- A kísérlet magyarázata során térjünk ki arra, hogy az újságpapírra ható légnyomás értéke olyan nagy volt, hogy „ellentartott” az ütésnek, így sikerül a léccel eltörni.

9. MILYEN NAGY A LÉGNYOMÁS?

Kísérlet a magdeburgi félgömbökkel, kézi vákuumszivattyú segítségével.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- A légnyomás nagyságának bemutatása;
- A történelmi kísérlet modellezése;
- Meghökkenés.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none"> • Magdeburgi félgömbök https://www.taneszkozcentrum.hu/magdeburgi_felgombok_1360  • Kézi vákuumszivattyú https://www.taneszkozcentrum.hu/kezi_vakuumszivattyu_manometerrel_1353  	<ul style="list-style-type: none"> •

A kísérlet kivitelezése:

1. Illesszük össze a félgömböket úgy, hogy légmentesen zárjanak!
2. Szivattyúzzuk ki a levegőt a félgömbök közül a kézi vákuumszivattyú segítségével!
3. Kérjünk meg diákokat, hogy próbálják meg széthúzni a gömböket! Próbáljuk ki, hogy mekkora nyomáscsökkenés szükséges ehhez!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A kísérlet tapasztalatainak és magyarázatának megbeszélése során meséljük el a diákoknak a magdeburgi félgömbök történetét!
- A magyarázat során térjünk ki a légritkított tér és a vákuum közti különbségre!


10. A VÍZBEN IS TERJED A NYOMÁS?

A nyomás terjedésének bemutatása Pascal-féle vízibuzogánnyal.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- Pascal törvényének szemléltetése.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

<i>Szükséges eszközök:</i>	<i>Szükséges anyagok:</i>
<ul style="list-style-type: none">• Pascal-féle vízibuzogány <p>https://webshop.balazs-diak.hu/pascal-fele-vizibuzogany-fembol-12980</p> 	<ul style="list-style-type: none">• csapvíz

A kísérlet kivitelezése:

1. Szívjunk vizet a vízibuzogányba!
2. A dugattyú benyomásakor figyeltessük meg, hogy a víz egyforma mértékben áramlik ki mindegyik lyukon!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A magyarázat megbeszélése során mondjuk ki a diákoknak Pascal törvényét!
- Hívjuk fel figyelmüket a jelenség gyakorlati vonatkozásaira (hidraulikus fék stb.)!

3. KÍSÉRLETSOR: HŐTAN ÉS FOLYADÉKOK

AVAGY KÍSÉRLETEK A HIDEGGEL, MELEGSEL, ÉGÉSEL ÉS A FOLYADÉKOKKAL

- 1. Forró de mégsem**
- 2. Alkoholrakéta**
- 3. Hidegen is forr(ó)**
- 4. Cartesius-búvár**
- 5. Navigáló parafadugó**
- 6. Hány vízcsepp fér el egy ötforintoson?**
- 7. Pénz kerül a kártyára**
- 8. Hőtágulás-műszerek**
- 9. Táncoló kupak**
- 10. Mire képes a hőtágulás?**
- 11. Meglepő hőtágulás**
- 12. Hasznosítjuk a hőt**

1. FORRÓ DE MÉGSEM

- A) Vízrel teli lufit lánggal melegítve a lufi nem durran ki.
B) Rézcsőre tekert papírlap nem gyullad meg láng hatására sem.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- A melegítés során közölt hő hatásának bemutatása

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">Lufi, 2 dbgázgyújtórézcső	<ul style="list-style-type: none">csapvízpapírlap

A kísérlet kivitelezése:

a) Vízrel teli lufi lángba tartása

- Fújjunk fel egy lufit levegővel, majd alulról gyújtunk meg gázgyújtóval! Figyeljünk meg, hogy a lufi természetesen kidurran, hiszen a lufi gumija nem bírja ezt a magas hőmérsékletet.
- Töltsünk meg ezután egy lufit vízzel! Tartsunk ez alá is égő gázgyújtót! Figyeljünk meg, hogy a lufi nem durran ki, a víz nem folyik ki!

b) Rézcsőre tekert papírlap lángba tartása

- Fogjunk meg egy papírlapot csipesszel és gyújtunk meg a levegőben! Figyeljünk meg, hogy a papír természetesen meggyullad, elég!
- Simítsunk rá ezután egy ugyanolyan papírlapot a rézcsőre! Tartsunk hozzá égő gázgyújtót! Figyeljünk meg, hogy a papír bekormozódik, de nem gyullad meg!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A magyarázat során térjünk ki arra, hogy a víz és a rézcső a melegítés során sok hőt vesz fel (a réz mint fém el is vezeti azt), így a vizes lufi és a rézzel érintkező papírlap nem tud felmelegedni annyira, hogy elérje a lágyulási vagy gyulladási hőmérsékletet.
- Ha elég bátrak vagyunk, kellő gyakorlás után akár egy diák feje felett is melegíthetjük a vizes lufit (de az esetlegesen mégis bekövetkező elázásból adódó kellemetlenségért a szerző és az Alapítvány nem vállalja a felelősséget!).
- Hasonló a magyarázata annak a (jól ismert) kísérletnek, amikor 50%-os alkohol-víz elegybe mártott zsebkendőt gyújtunk meg. Az alkohol elég, de a zsebkendőnek nem történik baja.

2. ALKOHOLRAKÉTA

Alján lyukasztott üdítősfalikonba denaturált szeszt öntve és azt elpárologtatva az aljához égő gyufát tartva a flakon rakétaként felszáll.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- Az etil-alkohol éghető (oxidálható) tulajdonságának bemutatása;
- Annak bemutatása, hogy az égésterméként keletkező forró gáz komoly mechanikai hatást tud gyakorolni (robbanóanyagok működése);
- Rakéták működési elvének bemutatása.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet

<i>Szükséges eszközök:</i>	<i>Szükséges anyagok:</i>
<ul style="list-style-type: none">• kifűrt aljú üdítősfalikon (0,5 l)• 2 db fahasáb• gyújtópálca/hosszú szárú gyufa	<ul style="list-style-type: none">• etanol (etil-alkohol), 96%

A kísérlet kivitelezése:

1. Egy 0,5 literes, üdítősfalikon aljára felhevített szöggel kis lyukat szúrtunk.
2. Öntsünk kb. 5-10 cm³ 96%-os etil-alkoholt a flakonba óvatosan, hogy alul a lyukon ne folyjon ki!
3. A kupak rácsavarása után a flakon rázogatóásával minél jobban oszlassuk el az alkoholt a flakonban, és minél jobban párologtassuk el (akár kezünk melegét is használva)!
4. Állítsuk a flakont talpával lefelé két, egymás mellé helyezett fahasábra úgy, hogy a fűrt lyuk alulról szabad legyen!
5. Hosszú szárú égő gyufával vagy gyújtópálcával közelítsünk a lyukhoz! A flakon nagy robaj kísérletében felrepül.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A flakon akár a terem plafonjáig is felrepülhet, kilövés előtt legyünk körültekintőek, hogy lámpatest, projektor stb. ne legyen felette!
- A rakéta nem feltétlen függőlegesen száll felfelé, oldalra is mehet, ezért érdemes a diákokat hátrébb állítani.
- Adott esetben (ha pl. kicsi a belmagasság) a flakon akár a padlón fektetve, vízszintesen is „kilőhető”.
- Közvetlenül a kísérlet után az ismétlés nem lehetséges, a flakonnak le kell hűlnie és a vízgőznek távoznia kell belőle. Ismétléshez új, száraz flakon szükséges.
- Ha a flakon előzőleg hidegben volt, az alkohol nem tud elpárologni benne, így a kísérlet nem fog sikerülni! Hideg időben érdemes használat előtt radiátoron melegíteni.

3. HIDEGEN IS FORR(Ó)

- a) Kémcsőben melegített vizet bedugózva és lehűtve 100 °C-nál alacsonyabb hőmérsékleten is forrásba jön a víz.
- b) Fecskendőbe kevés vizet szívva, nyílását befogva és a dugattyút meghúzva a szobahőmérsékletű víz forrásba jön.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- A forráspont nyomás általi befolyásolásának bemutatása.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• kémcső• főzőpohár• gumidugó• kémcsőfogó csipesz• Bunsen-égő• gázgyújtó• injekciós fecskendő, 100 ml-es	<ul style="list-style-type: none">• csapvíz• horzsakő (esetleg)

A kísérlet kivitelezése:

1. Töltsünk kb. 3 cm magasan vizet a kémcsőbe, majd kémcsőfogóval lángba tartva melegítsük forrásig!
2. Kb. 2-3 perc intenzív forralás után vegyük ki a lángból, és a forrás abbamaradása után azonnal dugaszoljuk be a kémcsövet a dugóval!
3. Fordítsuk meg a kémcsövet és a légterét hűtsük hideg vizes ronggyal! Figyeltessük meg, hogy néhány másodperc múlva újra buborékok szállnak fel, azaz a víz forr, pedig már jóval 100 °C alá hűlt!
4. Ha injekciós fecskendőbe kevés vizet szívunk, majd nyílását kézzel befogva hirtelen meghúzzuk a dugattyút, hasonló jelenséget tapasztalunk: a szobahőmérsékletű víz forrásba jön!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A kémcsöves kísérlet sikere azon múlik, hogy sikerül-e vízgőzzel telíteni a kémcső légterét. Ezért valóban szükséges, hogy a forrás megindulása után pár percig forraljuk még a vizet.
- A dugó benyomásával azért kell megvárni a forrás abbamaradását, hogy ne lőjön ki. De utána egyből be kell nyomni, nehogy levegő jusson a kémcsőbe. Vigyázzunk, hogy a forró kémcsővel nehogy megégetessük a kezünk!
- A kísérlet bemutatása után a még meleg kémcsövet tegyük pl. egy főzőpohárba!
- Nyugodtan engedjük meg a diákoknak, hogy kézzel megérintsék lehűlés után a kémcsövet, hogy érezzék, valóban a langyos víz forr. A fecskendőben szobahőmérsékletű marad.

- A magyarázat megbeszélése során érdemes kitérni a gyakorlati vonatkozásokra: kuktafazék, nyomott vizes reaktor, vákuumdesztilláció.
- Szükséges megemlíteni, hogy a fecskendős kísérlet magyarázatát viták övezik: feltehetően az oldott gázok lecsökkent oldhatóságának is köze van a buborékképződéshez.

4. CARTESIUS-BÚVÁR

Cartesius bűvár készítése műanyag üdítőspalackból és lefelé fordított rövid kémcsőből.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- Gázok nyomása és térfogata közti összefüggés szemléltetése;
- Az átlagsűrűség fogalmának ismertetése;
- Az úszás-lebegés-lesüllyedés feltételének szemléltetése.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• műanyag flakon, kupakkal (lehetőleg szintelen, sima falú)• kémcső, rövid	<ul style="list-style-type: none">• csapvíz• színes szigetelőszalag

A kísérlet kivitelezése:

1. Először állítsuk össze a kísérleti eszközt:
 - a. Töltsük meg színültig a műanyag flakont csapvízzel!
 - b. A rövid kémcsőbe töltsünk kb. harmada-fele közötti mennyiségű vizet!
 - c. A kémcsövet szájával felfelé állítsuk bele a flakonban lévő vízbe, és próbáljuk ki, hogy elsüllyed-e! Akkor jó, ha éppen lebeg a víz felszínén. A kémcsőben lévő víz mennyiségét szükség esetén eszerint módosítsuk!
 - d. Emeljük ki a kémcsövet, száját fogjuk be ujjunkkal és fordítsuk fejjel lefelé! A flakont töltsük újra színültig, és a kémcsövet szájával lefelé tegyük bele anélkül, hogy a kémcsőből víz folya ki!
 - e. Csavarjuk rá a kupakot a flakonra!
2. „Merüljünk” ezután a bűvárral! A flakont oldalról nyomjuk össze kezünkkel és figyeltesük meg, hogy ennek hatására a kémcső lesüllyed!
3. Figyeltesük meg, mi történik a kémcsőben levő víz mennyiségével összenyomáskor!
4. Kezünk szorításának erejével szabályozhatjuk a merülés mélységét.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A jelenség és annak magyarázata általános iskolai ismeretekkel is megérthető, érdemes a diákokkal részletesen végigbeszélni!
- Az eszköz beállítását célszerű tál vagy tálca felett végezni a kifolyó víz miatt.
- A kémcső mozgása jobban láthatóvá tehető, ha színes szigetelőszalagból ráragasztunk egy csíkot (vigyázva, hogy a vízszint változása látható legyen).
- Kémcső helyett gyufafejeket is használhatunk (a gyufafej porózus, lukacsos anyag), de ezek rövid idő alatt szétáznak.
- Úgy is eljárhatunk, hogy kupak helyett egy felfújt lufit teszünk a flakon nyakára, és ennek összenyomásával szabályozzuk a bűvart.
- Megjegyzés: Cartesius nem más, mint Descartes latin(osított) neve.

5. NAVIGÁLÓ PARAFADUGÓ

Egy parafadugó-szelet a pohár szélén helyezkedik el, ha a víz szintje alacsonyabb a pohár szájánál. Ha a vizet „púposra” töltjük, a parafadugó-szelet a víz felszínének közepére navigál.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- A víz felületi feszültségének és nedvesítő tulajdonságának bemutatása;
- Az úszás jelenségének bemutatása.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

<i>Szükséges eszközök:</i>	<i>Szükséges anyagok:</i>
<ul style="list-style-type: none">• üvegpohár• parafadugóból levágott szelet (parafa-korong)• főzőpohár/kancsó	<ul style="list-style-type: none">• csapvíz

A kísérlet kivitelezése:

1. Töltsünk csapvizet a pohárba annak kb. $\frac{3}{4}$ -ed részéig!
2. Tegyük a parafa-korongot a víz felszínére!
3. Figyeltsük meg, hogy a parafakorong úszik a víz felszínén, és mindig a pohár széléhez tapad!
4. Töltsünk tovább csapvizet a pohárba, egészen színültig, sőt „púposra”!
5. Figyeltsük meg, hogy a parafakorong most a pohár közepén úszik!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A jelenség magyarázata részben túlmutat az általános iskolai ismereteken. Beszéljük meg a diákokkal, hogy a víz nedvesíti az üveget, nagy felületi feszültsége miatt pedig a pohárból ki tud domborulni. Ezért a kétféle esetben kétféle görbületű a víz felszíne. A parafakorong pedig nem tesz mást, mint mindkét esetben a víz legmagasabb pontján helyezkedik el.
- Ha több parafa-korongot használunk, akkor azok egymáshoz navigálnak és összetapadnak.
- Hívjuk fel a diákok figyelmét arra, hogy hasonló a magyarázata annak a jelenségnek, amit reggeli közben a tejen úszó gabonapehely-golyók összekapcsolódásakor tapasztalunk.

6. HÁNY VÍZCSEPP FÉR EL EGY ÖTFORINTOSON?

Egy ötforintos érmére meglepően sok vízcseppet tudunk csepegtetni a víz nagy felületi feszültségének köszönhetően.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- A víz nagy felületi feszültségének bemutatása

A kísérlet formája: tanulói kísérlet

<i>Szükséges eszközök:</i>	<i>Szükséges anyagok:</i>
<ul style="list-style-type: none">• 5 Ft-os pénzérme• műanyag cseppentő	<ul style="list-style-type: none">• csapvíz

A kísérlet kivitelezése:

1. Fektessünk le az asztalra (vagy inkább tálcára) egy 5 Ft-os pénzermét!
2. Műanyag cseppentővel szívjunk fel vizet, és számoljuk, hány cseppet tudunk rácseppenteni a pénzérme felszínére anélkül, hogy a víz lefolyna róla!
3. Figyeltessük meg a víz felszínének alakját a kísérlet közben folyamatosan, de különösen a lefolyás előtti állapotban!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Felületi feszültség témaköre meghaladja az általános iskolai anyagot. Érdekes azonban vele jelenség szintjén foglalkozni, hiszen a víz nagy felületi feszültsége a gyakorlati életben, természetben sok helyen előfordul (úszók kiemelkedése a víz alól, molnárka a tavak felszínén stb.). A diákok későbbi kémiai tanulmányaik során (vízmolekulák közti hidrogénkötés) összekapcsolhatják a víz szerkezetét és tulajdonságait.

7. PÉNZ KERÜL A KÁRTYÁRA

Egy poharat színültig töltve vízzel és egy plastikkártyát ráfektetve a kártya levegőben lógó felére több pénzürmét is helyezhetünk anélkül, hogy a kártya leborulna.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- A víz nagy felületi feszültségének bemutatása.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• üvegpohár (viszonylag széles szájú)• plastikkártya• 5 Ft-os pénzürmék	<ul style="list-style-type: none">• csapvíz

A kísérlet kivitelezése:

1. Állítsuk a poharat üresen az asztalra, és próbáljuk meg a száján kiegyensúlyozni a műanyag kártyát! Ha sikerül is, figyeltsük meg a diákokkal, hogy a kártya egyből elbillen, amint a levegőben levő felére pénzürmét próbálunk tenni.
2. Állítsuk az üvegpoharat egy tálcára és töltsünk bele színültig vizet! (Lehetőleg „púposra”.)
3. Fektesse rá a víz felszínére a műanyag kártyát úgy, hogy fele a levegőben legyen!
4. Tegyük most pénzürmét a kártya kilógó felére! Figyeltsük meg, hogy a kártya nem billen le, akár 4-5 vagy még több pénzürmét is rá tudunk helyezni!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A magyarázat itt is a víz nagy felületi feszültsége. A vízfelszín átszakításához erőt kell kifejteni, ennek nagysága több pénzürmé súlyával egyezik meg!


8. HŐTÁGULÁS-MŰSZEREK

„Emeltyűs pirométer” segítségével összehasonlíthatjuk különböző fémek hőtágulását.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- A hőtágulás jelenségének bemutatása;
- A lineáris hőtágulási együttható anyagfüggésének bemutatása.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• hőtágulás-eszköz („emeltyűs pirométer”) https://webshop.balazs-diak.hu/femek-linearis-hotagulasa-11330 • gázgyújtó	<ul style="list-style-type: none">• denaturált szesz

A kísérlet kivitelezése:

1. Állítsuk össze az eszközt: fogjuk be a helyükre a fémrudakat, állítsuk a mutatókat nullára és ellenőrizzük, hogy a mutatók szabadon, könnyedén mozognak-e!
2. A csavarok mozgatásával mutassuk meg a diákoknak, hogy a mutatók akkor mozdulnak el, ha a fémrudak végpontja elmozdul eredeti helyéről!
3. Töltsünk kevés(!), néhány cm^3 -nyi denaturált szeszt az eszköz tálcájába és gyújtuk meg!
4. Figyeltessük meg, hogy a mutatók elmozdulnak, a kétféle fémrúd esetén eltérő mértékben!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Figyelem, balesetveszély!!! A meggyújtás után szigorúan tilos további denaturált szeszt önteni akár a lángra akár a láng elalvása után a még forró tálra! Az alkohol azonnal elpárolog és gőzei meggyulladnak, súlyos sérüléseket okozva! Érdemes előre kipróbálni, hogy mekkora alkoholmennyiség az ideális. Ha mégis kevés lett, várjuk meg, míg az eszköz teljesen lehűl és csak utána kezdjük újból a kísérletet!
- Hívjuk fel a diákok figyelmét, hogy a kísérlet mérésre nem alkalmas, csak az érzékeltetésére a hőtágulási együttható anyagfüggésének.

9. TÁNCOLÓ KUPAK

Palackban lévő levegőt kezünkkel melegítve a gáz kitágul, amit a palack szájára helyezett műanyag kupak emelkedése jelez.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- Gázok hőtágulásának bemutatása

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

<i>Szükséges eszközök:</i>	<i>Szükséges anyagok:</i>
<ul style="list-style-type: none">• üvegpalack• könnyű műanyag kupak	<ul style="list-style-type: none">• csapvíz

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 kupakot fejjel lefelé úgy, hogy légmentesen zárjon!
3. Két kezünk tenyerével fogjuk át a palackot és melegítsük!
4. Figyeltsük meg, hogy a kupak egyszer csak elkezd „táncát”: egyik oldala kissé felemelkedik majd visszaesik a helyére. A jelenség ismétlődik.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Nagyobb, látványosabb a hatás, ha hűtött palackkal végezzük el a kísérletet, vagy hajszárítóval melegítjük a palackot.
- Igyekezzünk minél könnyebb kupakot választani, annál könnyebben tudja megemelni a kitáguló, kiáramló levegő.
- Ha a vízzel való megnedvesítéssel nem sikerül légmentes lezárást létrehozni a kupak és az üveg szája közt, használjunk híg szappanos/mosószeres oldatot!
- Hívjuk fel a figyelmét a diákoknak szilárd anyagok és gázok térfogati hőtágulásának mértéke közti nagy különbségre!


10. MIRE KÉPES A HŐTÁGULÁS?

A lineáris hőtagulás bemutatása Tyndall-féle vastörő eszközzel.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- A hőtagulás jelenségének bemutatása;
- Hőtagulás során létrejövő mechanikai feszültségek nagyságának szemléltetése;
- Meghökkenés.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none"> • Tyndall-féle vastörő eszköz https://www.taneszkozcentrum.hu/tyndall_fele_vastoro_2824  <ul style="list-style-type: none"> • téglafogó csipesz • Bunsen-égő • gázgyújtó • műanyag konyhai mérőedény 	<ul style="list-style-type: none"> • csapvíz

A kísérlet kivitelezése:

1. Az acélsín a téglafogó csipesszel megfogva helyezzük a két villa közé!
2. A nyílásba helyezzünk egy öntöttvas rudacskát és rögzítsük a szorítócsavarral!
3. Öntsünk az acélsínre hidegvizet és figyeljük meg, hogy az öntöttvas rudacska eltörik!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A kísérlet jó lehetőséget ad arra, hogy a hőtagulás hatásairól beszéljünk (sínek felpúposodása, hidak végének görgőkre helyezése, távhő-csövek meghajlítása stb.).


11. MEGLEPŐ HŐTÁGULÁS

A klasszikus „golyó+karika” kísérlet. Ha a golyót és a karikát együtt melegítjük, a golyó ismét átfér a karikán. A lyukas anyagok is kifelé tágnak.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- Lyukas anyagok, lemezek hőtagulásának bemutatása

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none"> • Golyó+karika eszköz https://webshop.balazs-diak.hu/s-gravesande-gyuruje-2-11336  <ul style="list-style-type: none"> • Bunsen-égő • gázgyújtó 	<ul style="list-style-type: none"> •

A kísérlet kivitelezése:

1. Mutassuk meg a diákoknak, hogy a golyó és a karika ugyanolyan anyagból készült, és a golyó éppen átfér a karikán!
2. Melegítsük meg a golyót és próbáljuk meg átengedni a karikán! Figyeltessük meg, hogy nem fér át! Beszéljük meg a diákokkal, hogy hőtagulás során a részecskék egymástól távolabbra kerülnek.
3. Melegítsük ezután a golyót és a karikát egyszerre a lángban! Figyeltessük meg, hogy a golyó ismét átfér a karikán!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Vigyázzunk, hogy a felhevített karikát és golyót hőálló felületre helyezzük a kísérlet bemutatása után!
- A golyó karikán való átengedése előtt kérjük meg a diákokat, tippeljék meg, szerintük mi fog történni! Indokolják meg választásukat!
- A második kísérlet után beszéljük meg velük, hogy a lyukas anyagok és lemezek is kifelé tágnak (mintha ki lennének töltve anyaggal), hiszen a részecskék így kerülnek egymástól távolabb.

12. HASZNOSÍJTUK A HŐT

Stirling-motor modell működésének bemutatása.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- A hő hasznosítási lehetőségeinek bemutatása.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet

<i>Szükséges eszközök:</i>	<i>Szükséges anyagok:</i>
<ul style="list-style-type: none">• Stirling-motor modell	<ul style="list-style-type: none">•

A kísérlet kivitelezése:

1. Működtessük az eszközt a használati útmutatójában leírtaknak megfelelően!
/Az eszköz a kézirat lezárásáig sajnos nem érkezett meg, ezért a kézikönyvben sajnos nem tudunk több információval szolgálni./

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A Stirling-motor működéséről olvashatunk pl. itt:
<https://hu.wikipedia.org/wiki/Stirling-motor>



4. KÍSÉRLETSOR: OPTIKA

AVAGY KÍSÉRLETEK A FÉNNYEL

- 1. Láthatóvá válik a fény útja**
- 2. Merre megy a fény?**
- 3. Optikai csalódás? Vagy csak látszólag?**
 - a. Úgyse kapsz el!**
 - b. Megfordul a nyíl**
 - c. Ott a képe!**
- 4. Játék a színekkel**
 - a. Színfelbontás prizmával**
 - b. Titkosírás színszűrőkkel**
- 5. Kísérletek polárszűrőkkel**
- 6. Lángfestés**
- 7. Színfelbontás másképp**

1. LÁTHATÓVÁ VÁLIK A FÉNY ÚTJA

Lézermutató fényének útját levegőben, vízben és egyéb homogén közegben nem látjuk. Levegőben füst, vízben szappan segítségével azonban láthatóvá tehető.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- A fény tulajdonságainak bemutatása;
- A fénysugár útjának vizsgálata.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• Egysugaras lézerfényforrás• Főzőpohár• Gázgyújtó	<ul style="list-style-type: none">• füstölő• szappan• csapvíz

A kísérlet kivitelezése:

1. Kapcsoljuk be a lézermutatót! Figyeltessük meg a diákokkal, hogy a fény útját nem látjuk, csak az általa megvilágított tárgyakat!
2. Engedjünk füstöt a fény útjába! Figyeltessük meg, hogy a fény útja láthatóvá válik (mivel láthatóvá váltak az általa megvilágított kis szilárd szemcsék)!
3. Világítsunk át a lézermutatóval főzőpohárba engedett csapvizen! Figyeltessük meg, hogy a fény útja a vízben most sem látszik!
4. Oldjunk kevés szappant a vízben! Figyeltessük meg, hogy a fény útja láthatóvá válik benne!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A kísérlet magyarázata közben kerüljön elő az elsődleges és másodlagos fényforrás fogalma.
- A fény útja az ún. kolloid rendszerekben válik láthatóvá. Ezek olyan rendszerek, melyben 1 és 500 nm közti méretű részecskék vannak szétosztatva valamilyen gáz vagy folyékony (esteleg szilárd) halmazállapotú közegben. Kolloid rendszer például a füst vagy a köd.
- Szót ejthetünk a lézershow-król is, ahol a lézersugarak láthatóvá tétele érdekében füstöt alkalmaznak.
- A fény vízben való útjának láthatóvá tételére a vízbe keverhetünk néhány csepp tejet is.

2. MERRE MEGY A FÉNY?

Fénytörés, fényvisszaverődés optikai testkészlettel. Periszkóp működésének modellezése.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- Fénytörés és fényvisszaverődés törvényének bemutatása.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• Háromsugaras lézer akril lencsekészlettel https://webshop.balazs-diak.hu/akril-lencse-keszlet-8-db-os-22025 • Hajlítható tükör• Síktükör• Periszkóp https://webshop.balazs-diak.hu/periszkop-15397 	<ul style="list-style-type: none">•

A kísérlet kivitelezése:

1. A háromsugaras lézerfényforrás, az optikai lencsekészlet és a tükrök segítségével bemutathatjuk a tükrök és lencsék fő sugármeneteit, képalkotásuk alapjait.
2. Bemutathatjuk diákoknak, hogy nem homogén közegben a fénysugár eltérül eredeti irányától.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A tapasztalt jelenségek az alapja a további, képalkotással kapcsolatos jelenségeknek.

3. OPTIKAI CSALÓDÁS? VAGY CSAK LÁTSZÓLAG?

A) Úgyse kapsz el!

Valódi kép létrehozása egymás fókuszpontjába helyezett gyűjtőtükrök segítségével.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- Gömbtükrök képalkotásának megismerése;
- Valódi kép tulajdonságainak megismerése;
- Meghökkenés.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

<i>Szükséges eszközök:</i>	<i>Szükséges anyagok:</i>
<ul style="list-style-type: none">• Homorútükrökből álló képalkotó eszköz <p>https://www.amazon.com/MarsGeek-Mirascope-Instant-Illusion-Hologram/dp/B07RZZSQDJ</p> 	<ul style="list-style-type: none">•

A kísérlet kivitelezése:

1. Állítsuk össze a kísérleti eszközt: egymásra helyezve a két homorútükröt, az alsó középebe helyezve a kis tárgyat!
2. Jó megvilágítás mellett megfelelő magasságban tartva tartsuk a diákok elé az eszközt és kérjük meg őket, hogy vegyék le a tárgyat! Biztosan nem fog nekik sikerülni...

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Néhány sikertelen próbálkozás után mutassuk meg nekik, hogy itt két, egymás fókuszpontjába helyezett homorútükrőről van szó. Kérjük meg őket, hogy próbálják meg felrajzolni a fő sugármenetek segítségével az eszköz képalkotását!
- Hívjuk fel a diákok figyelmét, hogy bár szokás az eszközt „hologram-előállító”-nak is nevezni, a hologram egészen más optikai jelenség.
- A kísérlet jó lehetőség arra, hogy a „valódi kép” fogalmát kézzel (nem) foghatóvá tegyük a diákok számára.

B) Megfordul a nyíl

Ha üveghengerbe vizet töltünk, a mögé helyezett papírlapra rajzolt, oldalra mutató nyíl látszólag a másik irányba mutat.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- Optikai lencse képalkotásának illusztrációja;
- Bűvésztükkök és illúziók mibenlétének vizsgálata;
- Meghökkenés.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• 600 cm³-es magas főzőpohár• műanyag konyhai mérőedény	<ul style="list-style-type: none">• papírlap• toll vagy ceruza• csapvíz

A kísérlet kivitelezése:

1. Rajzoljunk a papírlapra egy balra mutató nyilat és helyezzük állítva a papírlapot egy főzőpohár mögé!
2. Töltsünk vizet a konyhai mérőedényből a főzőpohárba!
3. Figyeltessük meg a diákokkal, hogy ha a főzőpoháron keresztül nézik a nyilat, az a víz betöltése után megfordul és jobbra mutat!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A főzőpohár itt a függőleges tengely mentén gyűjtőlencseként viselkedik és fordított állású képet ad, ezért fordul meg a nyíl látszólag.
- A kísérlet bemutatása előtt érdemes kipróbálni, milyen messzire kell állítani a papírlapot a főzőpohártól, hogy az illúzió sikerüljön.
- A jelenség akkor látványos, ha a főzőpohár és a nyíl tengelyében figyeljük. Érdemes a diákoknak egyesével bemutatni a kísérletet vagy webkamera segítségével bemutatni.


C) Ott a képe!

Képalkotás lencsékkel, tükrökkel.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- Optikai lencsék és tükrök képalkotásának bemutatása.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• Optikai készlet állványon https://webshop.balazs-diak.hu/optikai-keszlet-allvanyon-11350 	<ul style="list-style-type: none">•

A kísérlet kivitelezése:

1. A készletben található tükrök és lencsék segítségével mutassuk be a lehetséges képalkotásokat a tükör és a tárgy távolságától függően!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Tárgynak célszerű egy gyertya lángját használni.
- A valódi kép felfogható egy egyszerű papírlapra vagy a falra is, nem szükséges különleges ernyőt használni.
- Gyűjtőlencse képalkotásánál valódi képet állíthatunk elő az ablakról a falra a megfelelő fal-lencse távolság megtalálásával. Így a diákok „képet kaphatnak” arról, mit is jelent a valódi kép.
- Ha időnk engedi, röviden szemléltethetjük a diákoknak a természettudományok működését (nevezetesen a kiszámolt és a mért adatok egyezésének követelményét): egy adott kísérleti elrendezés (adott fókusz-távolság, tárgytávolság) esetén a képtávolságot a) megmérhetjük vonalzóval/mérőszalaggal; b) kiszámíthatjuk a leképezési törvény alapján; c) megrajzolhatjuk és lemérhetjük papíron a fő sugarmenetek alapján lerajzolva a képalkotást. Ez utóbbi eset jó szemléltetése annak, miért is hívjuk ezt geometriai optikának.
- Ha a diákok kellően fegyelmezettek, a kezükbe is adhatjuk az eszközöket, nézzenek beléjük és át rajtuk, vizsgálják meg így, milyennek látják a világot!

4. JÁTÉK A SZÍNEKKEL

A) Színfelbontás prizmával

Prizmára eső összetett fény felbontása összetevőire.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- Összetett fehér fény színekre való felbontásának bemutatása.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• Prizma (az előző eszközkészletből)• összetett fehér fény, pl. Nap vagy zseblámpa fénye• lézermutató	<ul style="list-style-type: none">•

A kísérlet kivitelezése:

1. Helyezzük a prizmát megfelelően fordítva az összetett fehér fény útjába! Figyeltessük meg, hogy a fény a szivárvány színeire bomlott, illetve eltérült eredeti irányától.
2. Világítsuk meg a prizma egyik lapját (a lapra nem merőlegesen) és figyeltessük meg, hogy a fénysugár útja eltérült!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Ha a diákok kellően fegyelmezettek, a kezükbe is adhatjuk a prizmát, nézzenek át rajta, vizsgálják meg így, milyennek látják a világot!
- Ha időnk engedi, beszélhetünk a diákoknak a prizmák alkalmazásáról (pl. képfordító prizma, macskaszem stb.), fel is rajzolhatjuk a fény útját.
- A színek felbontása kapcsán mindenképp beszéljünk röviden a szivárvány keletkezéséről!

B) Titkosírás színszűrőkkel

Színes tollal rajzolt ábra láthatatlanná válik ugyanolyan színű áttetsző fólia ráhelyezése hatására. Ezáltal titkosírásra használható.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- Meghökkenés.
- A színszűrők alkalmazásának bemutatása.
- Színek keletkezésének bemutatása.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

<i>Szükséges eszközök:</i>	<i>Szükséges anyagok:</i>
<ul style="list-style-type: none">• Színes fólialap (piros)• Színes tollak (piros és kék)	<ul style="list-style-type: none">• papírlap

A kísérlet kivitelezése:

1. Írjunk vagy rajzoljunk valamit kék színű tollal a papírlapra, majd a piros tollal rajzoljunk rá össze-vissza, girbegurba vonalakat addig, míg a késsel rajzolt kép már nem felismerhető (de ne satírozzunk a piros tollal)!
2. Kérjük meg a diákokat, állapítsák meg, mit rajzoltunk/írtunk! Mivel a két színnel rajzolt vonalakat egyformán jól látják, feltehetően nem fogják tudni ezt megállapítani.
3. Tegyük a papírlap elé a piros fóliát, hogy azon keresztül nézzék! A piros színnel rajzolt vonalat nem (vagy legalábbis jóval halványabban) látják, így a késsel rajzolt ábra/írás előtűnik.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A kísérlet körítéséhez kitalálhatunk valamiféle mesét, bűvésztrükköt.
- A kísérlet magyarázata során kitérhetünk a színek keletkezésének megbeszélésére. Arra is, hogy a tárgyak színe függ a megvilágító fény színétől, de arra is, hogy fehér megvilágító fény és szelektív abszorpció esetén az elnyelt szín kiegészítőszínét látjuk.

5. KÍSÉRLETEK POLÁRSZŰRŐKKEL

Polarizáció, kioltás jelenségének bemutatása moziszemüvegek segítségével.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- A polarizáció jelenségének bemutatása.
- A polarizáció alkalmazási lehetőségeinek bemutatása.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• 2 db 3D-s moziszemüveg mint polarizátorok	<ul style="list-style-type: none">•

A kísérlet kivitelezése:

1. Mutassuk meg a diákoknak a moziszemüvegeket és figyeltsük meg, hogy külön-külön mindkettőn átlátnak úgy, mintha ott sem lenne a szemüveg.
2. Tegyük egymás elé a két szemüveget, hogy két szemüveglencsén egyszerre nézzenek át! Figyeltsük meg, hogy így is látják a mögötte levő tárgyakat, esetleg a fényerősség kissé lecsökkent.
3. Az előzetesen megkeresett és kiválasztott szemüveglencsét tegyük egymás elé, és forgassuk el egyiket a másikhoz képest, egészen merőlegesig, majd tovább! Figyeltsük meg, hogy a szemüvegek mögött lévő tárgyakat a forgatás során egyre halványabban látják, a kép sötétül, merőleges helyzetben pedig nem látják, csak feketeséget.
4. Merőleges állásnál válasszuk szét a szemüvegeket és mutassuk meg, hogy külön-külön mindkettő jól átlátható.
5. Tovább forgatva a szemüvegeket a mögöttük levő tárgyak újra láthatók.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A fénypolarizáció szintén nem általános iskolai tananyag, de szemléletes példákkal a diákok könnyen fogalmat alkothatnak a „csak egy síkban rezgő hullámról”, így érthetővé válik számukra a kioltás keresztezett polárszűrők esetén.
- A jelenség előfordulásának és alkalmazásának megbeszélése során megemlíthetjük a fényképezőgép polárszűrőjét, a vízi rovarok szemét vagy akár az analitikai kémiában az ún. optikailag aktív anyagok koncentrációmérésének módszerét.
- Mivel moziszemüvegekről van szó, a 3D-s képalkotás módszereiről is ejthetünk szót.

6. LÁNGFESTÉS

Bunsen-égő lángjának színezése fém sókkal.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- egy analitikai módszer bemutatása (bizonyos fémek kimutatása)
- atomok elektronszerkezetével kapcsolatos fogalmak és ismeretek szemléltetése

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• parafadugóba szúrt acélszeg• Bunsen égő• gázgyújtó/gyufa• főzőpohár• dörzspapír	<ul style="list-style-type: none">• csapvíz• papírtörölő• az alábbi fémek sói: lítium, nátrium, kálium, kalcium, stroncium, bárium, réz

A kísérlet kivitelezése:

1. Öntsünk vizet a főzőpohárba!
2. Mártsuk be a parafadugóba szúrt acélszeg végét a vízbe, majd vegyünk fel vele néhány kristályt a sókból!
3. Tartsuk a szeget a Bunsen-égő lángjába! Figyeltessük meg a lángfestés színét!
 - Lítium: kárminvörös
 - Stroncium: bíborvörös
 - Kalcium: téglavörös
 - Kálium: fakóibolya
 - Bárium: fakózöld
 - Réz: zöld
 - Nátrium: sárga
4. Mossuk le alaposan a szeget a fém sótól a következő só használata előtt a szennyeződések elkerülése érdekében! Szükség esetén időnként dörzspapírral is tisztítsuk meg a szeget!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Ha van rá lehetőség, a kísérletet elsötétített teremben végezzük!
- Vigyázzunk, hogy a sókat ne szennyezzük el egymással! A Na lángfestése olyan intenzív, hogy elnyomja bármelyik másikat, ezért ezt mutassuk be utoljára!
- A lángfestés az analitikai kémia sokáig alkalmazott módszere volt. A színeképek az atomok „ujjlenyomatait”. Színeképelemzéssel sikerült pl. a Nap felszínének összetételét megállapítani.
- Érdeemes felhívni a figyelmet, hogy színes rakéták és tűzijátékok készítéséhez mai napig használnak lángfestést adó fém sókat.

- Vigyázzunk, hogy a szög parafadugóban levő végével ne égessük meg magunkat, ha felforrósodott a szög!
- Kapcsoljuk össze a kísérletet a következővel és vizsgáljuk meg a különböző színű lángokat kézi spektroszkóppal!


7. SZÍNFELBONTÁS MÁSKÉPP

Kézi spektroszkóp használata (fénycső és fém sókkal festett gázláng vizsgálata).

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- A színfelbontás optikai rács által történő bemutatása.
- Kézi spektroszkóp bemutatása.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• Kézi spektroszkóp <p>https://www.taneszkozcentrum.hu/kezi_spektroszkop_tanuloi_1576</p> 	<ul style="list-style-type: none">•

A kísérlet kivitelezése:

1. Vizsgáljuk meg a teremben lévő fénycső színekét a kézi spektroszkóppal!
2. Vizsgáljuk meg az előző kísérletben szereplő színes lángokat a kézi spektroszkóppal!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A fizikai optika, így az optikai rács működésének bemutatása természetesen nem része az általános iskolai anyagnak. Mégis, az optikával kapcsolatos ismeretek bővítésére, kiegészítésére érdemes a jelenséggel és a spektroszkóppal foglalkozni.
- A kísérlet lehetőséget ad számos más, tágas témakör és jelenségkör megbeszélésére, így például a fénycsövek működési elvére, a vonalas színekpre, a színeképelemzésre, a Nap színeképeének vizsgálatára stb., természetesen a jelen lévő diákokelőzetes ismereteinek, életkori sajátosságainak, absztrakciós képességének megfelelő szinten és mélységben.
- Felhívhatjuk a diákok figyelmét, hogy a CD felülete is optikai rácsként viselkedik (lézermutatóval szemléltethető) és egy dobozból akár CD-spektroszkóp is készíthető. <https://pilath.wordpress.com/spektroszkop-cd-bol/>

5. KÍSÉRLETSOR: ELEKTROMOSSÁG ÉS MÁGNESESSÉG AVAGY KÍSÉRLETEK AZ ELEKTROMOS TÖLTÉSEKKEL, ÁRAMMAL, MÁGNESEKKEL

- 1. Elektrosztatikai kísérletek**
 - a. Elektromos vonzás és taszítás**
 - b. Vízszugár elhajlítása**
 - c. Elektroszkópok**
 - d. Faraday-kalitka**
- 2. Elektrolízis elemmel**
- 3. Mágneses jelenségek**
 - a. Mágneses vonzás és taszítás**
 - b. Mágneses lebegtetés**
 - c. Mágneses tér**
- 4. Az elektromosság és a mágnesek kapcsolata**
 - a. Csengő működése**
 - b. Mozgási indukció**
 - c. Lenz törvénye**

1. ELEKTROSZTATIKAI KÍSÉRLETEK

A) Elektromos vonzás és taszítás

Tűre helyezett műanyag rudakkal elektrosztatikus vonzás és taszítás bemutatása a kétféle töltés létezésének bizonyítására.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- Töltések közt ható erő bemutatása;
- Elektrosztatikus vonzás és taszítás bemutatása;
- Kétféle elektromos töltés létezésének bemutatása.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• Plexi rúd készlet https://www.taneszkozcentrum.hu/plexi_rud_keszlet_1312 • Polietilén rúd készlet https://www.taneszkozcentrum.hu/polietilen_rud_keszlet_1311 	<ul style="list-style-type: none">•

A kísérlet kivitelezése:

1. Dörzsöljük meg a kendővel az egyik plexi rúd egyik felét és helyezzük a tűre!
2. Dörzsöljük meg a másik plexi rudat is és közelítsük a tűre helyezett társához! Figyeltsük meg, hogy taszítást tapasztalunk!
3. Közelítsük most a dörzsöléshez használt kendőt a tűre helyezett rúdhhoz. Figyeltsük meg, hogy vonzzák egymást!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Hívjuk fel a diákok figyelmét, hogy dörzselektromos jelenségeknél nem keletkeznek a töltések, csak a szétválásukat tudjuk elérni. Nem lehet előre

megmondani, hogy melyik test milyen töltésű lesz, a kétféle összedörzsölt anyagtól függ.

- Az elektromos töltések közti vonzás és taszítás bizonyítéka a kétféle elektromos töltésnek.
- Kipróbálhatjuk különböző anyagból készült rudakkal, hogy melyik milyen töltésűvé válik.

B) Vízszugár elhajlítása

Vékony sugárban folyó vízszugár eltérítése megdörzsölt műanyag rúddal.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- Egy érdekes elektrosztatikai jelenség bemutatása;
- a vízmolekulák poláris mivoltának szemléltetése;
- fizika és kémia összekapcsolása.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• műanyag cső (PVC) vagy vonalzó• mikroszálas törlőkendő• vízcsap	<ul style="list-style-type: none">• csapvíz

A kísérlet kivitelezése:

1. Vízcsapból kifolyó víz sugarát állítsuk olyan vékonyra, amennyire csak lehet!
2. Közelítsünk a vízszugárhoz megdörzsölt műanyag rúddal vagy vonalzóval! Figyeltessük meg, hogy a vízszugár elhajlik a rúd felé!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A kísérlet megbeszélése során alkalmazzuk az előző kísérletben szerzett tapasztalatokat és idézzük fel a diákok ismereteit arról, amit kémiaórán a víz polaritásáról tanultak!
- Vízcsap hiányában is bemutatható a kísérlet pl. egy tálca felett a desztillált vizes flakonból spriccelő vízszugárral vagy egy forró hústűvel kilyukasztott PET-palackból folyó vízszugárral. Ekkor a kifolyó víz felfogására használjunk tálat, tálcát!

C) Elektroszkópok

Az elektromos töltések és töltöttség kimutatása elektroszkópokkal.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- Elektroszkóp működésének bemutatása;
- Elektromos megosztás jelenségének bemutatása;
- Kísérleti bizonyíték a kétféle elektromos töltés létezésére;
- A pozitív és negatív töltés elnevezés indoklása.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• Demonstrációs elektroszkóp-pár <p>https://webshop.balazs-diak.hu/demonstracios-elektroszkop-par-11355</p>  <ul style="list-style-type: none">• Polietilén rúd készlet• Üvegrúd	<ul style="list-style-type: none">•

A kísérlet kivitelezése:

1. Dörzsöljük meg a polietilén rudat és közelítsük az egyik elektroszkóphoz! Figyeltessük meg, hogy az elektroszkóp mutatója kitér, bár nem értünk hozzá! Beszéljük meg a diákokkal az elektromos megosztás jelenségét!
2. Megdörzsölt polietilén rúddal érnünk hozzá az elektroszkóphoz, és „kenjük rá” a töltéseket!
3. Végezzük el ugyanezt ezután üvegrúddal! Figyeltessük meg, hogy az elektroszkóp mutatóján kitérése előbb csökkenni kezd, majd újból egyre nagyobb! Ha most megdörzsölt polietilén rúddal folytatjuk, ugyanezt tapasztaljuk. Beszéljük meg a diákokkal, hogy mit jelent, hogy az ellentétes töltések kioltják egymást!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Az elektrosztatikai kísérletek csak száraz időben működnek. Ha azt tapasztaljuk, hogy ez elektroszkóp nem tartja meg töltését, szellőztessük ki a termet vagy halasszuk el a kísérletet következő alkalomra!
- Beszéljük meg a diákokkal, hogy ez a kísérlet is bizonyítja a kétféle elektromos töltés létezését, sőt magyarázatot ad a „pozitív” és „negatív” elnevezésekre.


D) Faraday-kalitka

Faraday-kalitka működési elvének bemutatása.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- Az árnyékolás jelenségének bemutatása.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• Faraday-kalitka https://www.taneszkozcentrum.hu/faraday_kalitka_1329 • Polietilén-rúd készlet	<ul style="list-style-type: none">• papírfecnik

A kísérlet kivitelezése:

1. Szórjunk papírfecniket az asztalra és mutassuk meg a diákoknak, hogy a megdörzsölt műanyag rúd vonzza ezeket!
2. Tegyük a papírfecnikre a Faraday-kalitrát! Mutassuk meg a diákoknak, hogy a megdörzsölt műanyag rúddal most nem lépnek kölcsönhatásba a fecnik!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Bár az árnyékolás nem általános iskolai tananyag, az elektrosztatikai kísérletekhez kapcsolódóan érdemes bemutatni a diákoknak. Hétköznapi vonatkozásként érdemes megemlíteni a „nincs térerő” kifejezés fizikai hátterét.
- Érdekességgént elmesélhetjük az eszköz elnevezésének eredetét: Faraday találta fel és igazának bizonyításaként bent olvasgatott egy fémketrec belsejében, miközben körülötte csattogtak a szikrák...

2. ELEKTROLÍZIS ELEMMELE

Elektrolízis műanyag pohárban elem segítségével.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- Az elektromos áram kémiai hatásának (azaz az elektrolízisnek) bemutatása.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• átlátszó, színtelen műanyag pohár, aljába szúrva 2 db rajzszege• 9 V-os elem	<ul style="list-style-type: none">• nátrium-szulfát (Na_2SO_4)• csapvíz

A kísérlet kivitelezése:

1. Szórjunk kevés (kanálhegynyi) nátrium-szulfátot a műanyag pohárba, oldjuk fel kevés csapvízzel, majd töltsük majdnem tele a poharat vízzel!
2. Érintsük az elem pólusait a pohár alján levő rajzszegekhez!
3. Figyeltessük meg, hogy mindkét elektródon (rajzszegeken) színtelen, szagtalan gáz fejlődik, de a negatív póluson intenzívebben (azonos idő alatt több gáz keletkezik)!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A kísérletben a víz elektrolízise történik, azaz elektromos árammal hidrogénre (negatív pólus) és oxigénre (pozitív pólus) bontjuk.
- A nátrium-szulfát nem vesz részt a reakcióban, szerepe annyi, hogy növelje a víz elektromos vezetőképességét.
- Nátrium-szulfát-oldat helyett minden olyan anyag vizes oldata megfelelő, amelynek elektrolízise során vízbontás történik (pl. kálium-nitrát, szódabirarbóna). Savakat nem célszerű használni, mert azok a rajzszeeggel reakcióba lépnek. Nátrium-klorid használata esetén nemcsak a vizet bontjuk, hanem klórgáz is keletkezik. Nyilván csak nagyon kis mennyiségben, de ezt célszerű elkerülni.

3. MÁGNESES JELENSÉGEK

A) Mágneses vonzás és taszítás

Kísérletek állandó mágnesekkel: mágnesrúdpárral, neodímium mágnesekkel, acélgolyókkal, gombostűkkel, iránytűkkel, 100 Ft-os pénzérmékkel.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- A mágnesek alapvető tulajdonságainak bemutatása.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

<i>Szükséges eszközök:</i>	<i>Szükséges anyagok:</i>
<ul style="list-style-type: none">• Rúdmágnes-pár• Neodímium mágnesek• Gombostűk• Acélgolyók• Iránytű állványon• 100 Ft-os pénzérmék• A4 méretű színtelen átlátszó műanyag lap• vasreszelék• mágnes-detektor lapka	<ul style="list-style-type: none">•

A kísérlet kivitelezése:

1. Mutassuk meg rúdmágnes és az iránytű segítségével, hogy a mágneseknek két pólusa van: azonosak taszítják, ellentétesek vonzzák egymást.
2. Két rúdmágnesset egymás meghosszabbításaként összefogva mutassuk meg, hogy ennek is két pólusa van és úgy viselkedik, mintha egy hosszú mágnes lenne. Ha „kettétörjük”, azaz szétválasztjuk őket, a kisebb daraboknak is két pólusa van. Azaz nem létezik mágneses monopólus.
3. Az iránytű kapcsán mutassuk meg, hogy a megfelelően alátámasztott mágnes adott irányba áll be a Föld mágneses terének köszönhetően.
4. Neodímium mágnesset (vagy a rúdmágnesset) tegyük gombostűk közé! Mutassuk meg, hogy nagyon sokat magához vonz!
5. Figyeltessük meg, hogy a mágnes nem mindenféle fémet vonz! Megfigyelhető, hogy a pénzérméink közül csak a 100 Ft-os mágnesezhető, abból is csak a 2019 előttiék. 2019 óta olyan ötvözetből készül az érme, ami nem mágnesezhető.
6. Neodímium mágnes alá, vele nem közvetlenül érintkezve tartsunk egy acélgolyót! Figyeltessük meg, hogy a golyó már a mágnes közelében is mágnessé válik, hozzá vonzódik a többi golyó. Ez a mágneses megosztás jelensége.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A neodímium mágnesek használatával és kezelésével kapcsolatban olvassuk el és tartsuk be a gyártó utasításait (mellékelt lapok)!


B) Mágneses lebegtetés

Lebegő mágneses pörgettyűvel és kémcsőbe helyezett mágnesekkel.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- Mágnesek taszításának bemutatása;
- Meghökkenés,

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• Lebegő mágneses pörgettyű https://www.taneszkozcentrum.hu/lebego_magnes_porgettyu_magneses_ter_1457 • neodímium mágnesek• kémcső	<ul style="list-style-type: none">•

A kísérlet kivitelezése:

1. A lebegő mágneses pörgettyűt helyezzük az „állványra”. Beszéljük meg a diákokkal a mágneses taszítást!
2. Tegyük egy kémcsőbe egy neodímium mágnes, majd rá taszító állásban egy másikat, esetleg egy harmadikat! Figyeltessük meg, hogy a mágnesek lebegnek egymás felett!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Vigyázzunk, hogy a neodímium mágnesek kémcsőbe helyezésekor ne hogy eltörjön a kémcső!

C) Mágneses tér

Rúd-mágnes mágneses terének szemléltetése vasreszeléssel.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- A mágneses tér (mező) létének bemutatása, szemléltetése.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• Rúd-mágnes• A4-es átlátszó, színtelen műanyag lap• vasreszelék	<ul style="list-style-type: none">•

A kísérlet kivitelezése:

1. Rúd-mágnesre helyezzünk átlátszó színtelen műanyag lapot és szórjunk rá vasreszeléket! Figyeltessük meg, hogy a vasszemcsék megfelelő rendbe (az erővonalaknak megfelelően) helyezkednek el.
2. Mágnes-detektor lapka és neodímium-mágnes segítségével mutassuk meg, hogy a lapka megmutatja a mágneses pólusokat.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Vigyázzunk, hogy a vasreszelék és a mágnesek ne érintkezzenek közvetlenül, mert nagyon nehéz leszedni a vasszemcséket a mágnesekről!

4. AZ ELEKTROMOSSÁG ÉS A MÁGNESEK KAPCSOLATA

A) Csengő működése

Csengő mint elektromágnest tartalmazó eszköz működésének bemutatása.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- Elektromágnes működésének bemutatása;
- Csengő működési elvének bemutatása.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• Csengő-modell https://www.taneszkozcentrum.hu/csengo_modell_1251 • Tápegység• Vezetékek, banándugóval	<ul style="list-style-type: none">•

A kísérlet kivitelezése:

1. Állítsuk össze a csengő-modellt, kapcsoljunk rá feszültséget!
2. Mutassuk meg a diákoknak a csengő részeit! Beszéljük meg velük, melyiknek mi a szerepe!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Modellkísérletnek bemutathatjuk, hogy árammal átjárt tekercs (azaz elektromágnes) hogyan lép kölcsönhatásba egy iránytűvel.


B) Mozgási indukció

Mozgási indukció jelenségének bemutatása tekercssel, állandó mágnessel, középállású voltmérővel.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- Mozgási indukció jelenségének bemutatása;
- Generátorok működési elvének bemutatása.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

Szükséges eszközök:	Szükséges anyagok:
<ul style="list-style-type: none">• Tekercs• Rúdmágnes• Tanulói voltmérő, középállású <p>https://www.taneszkozcentrum.hu/tanuloi_voltmero_kozepallasu_1557</p> 	<ul style="list-style-type: none">•

A kísérlet kivitelezése:

1. Csatlakoztassuk a tekercs végpontjaihoz a voltmérőt! Mutassuk meg a diákoknak, hogy így feszültségforrás nélküli áramkört hoztunk létre!
2. Toljunk rúdmágnessel a tekercsbe! Figyeltessük meg, hogy a mérőeszköz feszültséget jelez. A középállású mutató kitérésének iránya függ a mágnes mozgásának irányától.
3. Toljunk két összefogott mágnessel a tekercsbe! Figyeltessük meg, hogy a mutató jobban kitér!
4. Mozgassuk gyorsabban a mágneseket! Figyeltessük meg, hogy a mutató jobban kitér!

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- Hívjuk fel a figyelmet, hogy a kísérlet során elektromos feszültséget hozunk létre telep, akkumulátor nélkül!
- Beszéljük meg a diákokkal, hogy ezen az elven működnek a generátorok, akár a hagyományos hőerőművekben, akár a szél-erőműben, víz-erőműben.


C) Lenz törvénye

Lenz törvényének bemutatása alumíniumkarikákba tolt mágnessel valamint műanyag és rézcsőben leelő neodímium mágnessel.

A kísérlet bemutatásának célja, tanulsága:

- Lenz törvényének szemléltetése;
- Az elektromágneses indukció érdekes alkalmazásának bemutatása;
- Meghökkenés.

A kísérlet formája: tanári bemutató kísérlet (diákok is végezhetik)

<i>Szükséges eszközök:</i>	<i>Szükséges anyagok:</i>
<ul style="list-style-type: none">• Lenz törvénye eszköz (zárt és nyitott alumíniumkarika állványon) <p>https://www.taneszkozcentrum.hu/lenz_torvenye_eszkoz_1252</p>  <ul style="list-style-type: none">• rúd mágnes(ek)• rézcső• műanyag cső• neodímium mágnes• polarizációs fólia <p>https://www.euromagnet.hu/polariz%C3%A1ci%C3%B3s-f%C3%B3lia-50-mm-x-50-mm</p> 	<ul style="list-style-type: none">•

A kísérlet kivitelezése:

A) Lenz-törvénye eszköz:

1. Állítsuk a karikákat a tőre és győződjünk meg róla, hogy könnyen el tud fordulni a tengelye körül!
2. Toljuk be a mágnesrudat hirtelen mozdulattal a zárt karikába! Figyeltessük meg, hogy a karika elmozdul a mágnes mozgásával egyező irányban, azaz el „akar” távolodni a mágnesről!

3. Húzzuk ki hirtelen mozdulattal a mágnezt a zárt karikából! Figyeltessük meg, hogy a karika most is a mágnes irányába mozdul!
4. Mutassuk meg, hogy a nyitott karika esetén nem tapasztaljuk a fentieket!

B) Rézcső és műanyagcső

1. Állítsuk függőlegesen a műanyag csövet az asztal fölé kb. 5-6 cm magasságban tartva az alját az asztal lapjától! Tegyük a cső alá valamilyen puha alátétet, pl. összehajtogatott törlerongyot!
2. Ejtsük bele a neodímium mágnezt a csőbe, figyeltessük meg, hogy tulajdonképpen szabadeséssel esik benne.
3. Tartsuk most a rézcsövet ugyanígy, és ejtsük bele a mágnezt! Figyeltessük meg, hogy sokkal lassabban esik le!
4. A polarizációs fóliát a cső mellé tartva akár követhetjük is a mágnes mozgását.

Tippek és trükkök, módszertani megjegyzések:

- A neodímium mágnesek használatával és kezelésével kapcsolatban olvassuk el és tartsuk be a gyártó utasításait (mellékelte lapok)!
- Lenz törvénye természetesen meghaladja az általános iskolai anyagot, de az indukciós kísérletekkel összekapcsolva, a diákok számára megérthető, a kísérlet pedig elég látványos, meglepő.
- A Lenz-karikás kísérletnél hívjuk fel a diákok figyelmét, hogy a karika nem a kezünk hirtelen mozgása által keltett légáramlás miatt történik! A nyitott karikás kísérlet meggyőző ezzel kapcsolatban.
- A mágnes csőben való leejtésénél vigyázzunk, hogy a kieső mágnes valóban puhán érjen talajt és ne pattanjon el, ne törjön el!
- Mutassuk meg a diákoknak, hogy a rézcső sem mágnesesítható, nem mágneses vonzás miatt esik benne lassabban a mágnes.
- Érdekességként elmesélhetjük a diákoknak, hogy a jelenséget nagy tömegű járművek (vonat, kamion) fékezésére is felhasználják (Waltenhofen-inga elvén alapuló fék).

Tartalomjegyzék

Bevezető.....	3
Általános gondolatok a kísérletek elvégzéséhez	4
Kísérletek listája és rövid ismertetésük	5
A kísérletek összeválogatásának szempontjai	12
Balesetvédelmi, biztonsági szabályok.....	13
KÍSÉRLETLEÍRÁSOK	15
1. KÍSÉRLETSOR: MECHANIKA ÉS HANGTAN	16
1. A szabadesés vizsgálata	17
2. A gondolatolvasó cső	19
3. Felfelé mászó pélnzérme.....	20
4. Papírrepülő helyett papírhenger.....	21
5. Súrlódás rizzsel és üveggolyókkal	22
6. Légpárnás CD	23
7. Egyensúlyozó szögek és villák	24
8. Pohár-telefon.....	25
9. A hangvilla fizikája.....	26
10. Hangsebesség-mérés	27
11. Szívószálduda.....	28
12. Láthatóvá tesszük a hullámokat.....	29
2. KÍSÉRLETSOR: LÉGNYOMÁS ÉS LÉGÁRAMLÁS	30
1. Konzervdoboz-ágyú.....	31
2. Az elfújhatatlan ping-pong labda.....	32
3. Forgó papírkígyó.....	33
4. A „semmi” öntögetése	34
5. Vízszippantás és tálcaemelés	35
6. Amikor nem folyik ki a víz.....	37
7. Sörösdoboz-roppantás.....	38
8. Léctörés újságpapírral.....	39
9. Milyen nagy a légnyomás?	40
10. Vízben is terjed a nyomás?	41

3. KÍSÉRLETSOR: HŐTAN ÉS FOLYADÉKOK	42
1. Forró de mégsem.....	43
2. Alkoholrakéta.....	44
3. Hidegen is forr(ó).....	45
4. Cartesius-búvár	47
5. Navigáló parafadugó	48
6. Hány vízcsepp fér el egy ötforintoson?	49
7. Pénz kerül a kártyára.....	50
8. Hőtágulás-műszerek.....	51
9. Táncoló kupak.....	52
10. Mire képes a hőtágulás?	53
11. Meglepő hőtágulás	54
12. Hasznosítjuk a hőt.....	55
4. KÍSÉRLETSOR: OPTIKA	56
1. Láthatóvá válik a fény útja	57
2. Merre megy a fény?	58
3. Optikai csalódás? Vagy csak látszólag?	59
A) Úgyse kapsz el!.....	59
B) Megfordul a nyíl	60
C) Ott a képe!	61
4. Játék a színekkel.....	62
A) Színfelbontás prizmával	62
B) Titkosírás színszűrőkkel	63
5. Kísérletek polárszűrőkkel	64
6. Lángfestés	65
7. Színfelbontás másképp.....	67
5. KÍSÉRLETSOR: ELEKTROMOSSÁG ÉS MÁGNESESSÉG	68
1. Elektrosztatikai kísérletek.....	69
A) Elektromos vonzás és taszítás.....	69
B) Vízszugár elhajlítása	70
C) Elektroszkópok	71
D) Faraday-kalitka	72
2. Elektrolízis elemmel	73
3. Mágneses jelenségek.....	74
A) Mágneses vonzás és taszítás	74
B) Mágneses lebegtetés.....	75
C) Mágneses tér	76
4. Az elektromosság és a mágnesek kapcsolata.....	77
A) Csengő működése	77
B) Mozgási indukció.....	78
C) Lenz törvénye.....	79
Tartalomjegyzék.....	81
A Fizika Mobillabor megvalósulásának támogatói	83

A Fizika Mobillabor megvalósulásának támogatói:

Semilab Félvezető Laboratóriumi Zrt.



Meló-Diák Taneszközcentrum Kft.



Balázs-Diák Kft.

