

Hőtan

Természetismeret 5.

Szaktanári segédlet

Készítette: Hegedüsné Solymosi Ildikó

Lektorálta: Rapavi Róbert

Kiskunhalas, 2014. december 31.



KISKUNHALASI
REFORMÁTUS KOLLÉGIUM
SZILÁDY ÁRON GIMNÁZIUMA

6400 Kiskunhalas, Kossuth Lajos utca 14. OM: 027956
tel.: 77 / 421-215 e-mail: szilady@gmail.com web: szilady.net

TÁMOP-3.1.3-11/2-2012-0025

„Jövőd a természettudományokban rejlik!”

SZÉCHENYI 2020



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Tartalomjegyzék

1. óra	Hőáramlás	3
	Vulkán az üvegben (tanári kísérlet)	3
	Üvegtégelyes kísérlet	3
	Teafilter-rakéta	4
	Hőáramlás bemutatása a „négyzetes” üvegcsővel (tanári kísérlet)	5
2. óra	Hővezetés, hősugárzás	6
	Hővezetés	6
	Hővezetés (tanári kísérlet)	6
	Hősugárzás	7
	A hősugárzás elnyelődése	7
3. óra	Folyadékok és szilárd testek hőtágulása	9
	Folyadékok hőtágulása	9
	Szilárd testek hőtágulása (tanári kísérlet)	10
	Különböző anyagú szilárd testek hőtágulása (tanári kísérlet)	11
	Bimetál hőtágulása (tanári kísérlet)	11
4. óra	Gázok hőtágulása	13
	Palackroppantás (tanári kísérlet)	13
	Gázok hőtágulása	13
	Mágikus palack	14
	Szökőkút palackból	15

1. óra Hőáramlás

Tantárgyközi kapcsolódás

Rajz és vizuális kultúra, technika és életvitel.

1. Vulkán az üvegben

Eszköz és anyaglista

Eszköz:

tálca

Anyagok:

kb. 1 dm²-es kartonpapír, 2 db egyenlő térfogatú (2 dl-es), vastagnyakú műanyag palack, ételfesték, 2 dl hűtött víz, 2 dl forró víz, törülköző

A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat



1. ábra



2. ábra

Töltsd tele az egyik palackot hideg, a másikat forró vízzel! A forró vizet színezd ételfestékkel! Tedd a kartonpapírt a hideg vizes edény tetejére és az egyik kezddel szorítsd rá!

Fordítsd meg a palackot úgy, hogy a kartont az üveg száján tartod, majd helyezd a forró vizes üveg tetejére a képen látható módon! Húzd ki a kartont a két üveg közül úgy, hogy az üvegek ne mozduljanak el! Ügyelj arra, hogy ne folyhasson ki a víz!

Figyeld meg, mi történik!

A hideg víz lesüllyed és felnyomja a színes forró vizet.

Rajzold le, mit tapasztalsz!

Egészítsd ki a mondatot!

A *forró* víz könnyebb, mint a *hideg* víz, ezért a *forró* víz felemelkedik.

Hőáramlaskor a folyadék *melegebb* hőmérsékletű része felemelkedik és helyére *hidegebb* hőmérsékletű anyag kerül.

2. Üvegtégelyes kísérlet

Eszköz és anyaglista

Eszközök:

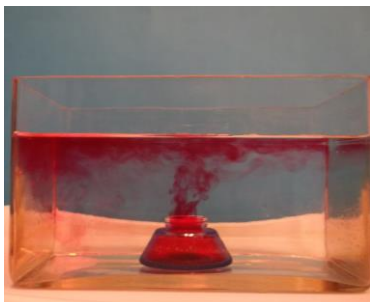
üvegtégely, tálca

Anyagok:

forró víz, hideg víz, üvegtégely dugóval, törülköző, ételfesték

A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

Töltsd meg az üvegcádat hideg vízzel! Tegyd egy kis ételfestéket az üvegtégelybe, majd töltsd tele forró vízzel és zárd le a dugóval! Tedd az üvegtégelyt óvatosan az üvegcád aljába, és vedd le a dugót!



3. ábra

Figyeld meg, mi történik!

A színes víz kifut az üvegből, a hideg víz felszíne felé tart, majd kis idő múlva elkezdi keveredni a víz többi részével.

Egészítsd ki a mondatot!

A *forró* víz könnyebb, mint a *hideg* víz, ezért a *forró* víz felemelkedik.

Hőáramláskor a folyadék *melegebb* hőmérsékletű része felemelkedik és helyére *hidegebb* hőmérsékletű anyag kerül.

3. Teafilter-rakéta (tanári kísérlet)

Eszköz és anyaglista

Eszközök:

hőálló lap, olló, tálca

Anyagok:

gyufa, teafilter

A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

Nyisd szét a teafiltert, vágd le a két végét és szórd ki belőle a teafüvet! Az így kapott hengert állítsd a hőálló lapra és gyújtsd meg a tetejét! A kísérlet olyan teafilterrel működik, amelyek nem túl hosszú henger alakú. Ha nem sikerül, érdemes másik márkájú teafilterrel próbálkozni. A hőálló lapon lévő, teafilterből készített papírhenger tetejét gyújtjuk meg.



4. ábra

Figyeld meg, mi történik!

A papírhenger fentről lefelé égni kezd, majd a levegőbe emelkedik.

Egészítsd ki a mondatot!

A meleg levegő *felfelé* száll, viszi magával a könnyebb tárgyakat.

Mi a jelenség neve? *Hőáramlás.*

Miért veszélyes meleg, szeles időben a száraz levelek elégetése?

A száraz levelek égetésekor ugyanígy kaphatja fel az izzó pernyét a meleg levegő, a szél pedig messzire sodorhatja. Aszályos időben így könnyen lánggra lobbanthatja a száraz növényzetet.

4. Hőáramlás bemutatása a „négyzetes” üvegcsővel (tanári kísérlet)

Eszköz és anyaglista

Eszközök:

„négyzetes” üvegcső, borszeszégő, tálca

Anyagok:

víz, gyufa, ételfesték

A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat



5. ábra

Tölts vizet az üvegcsőbe, helyezd a meggyújtott borszeszégőt az üvegcső alá, majd szórj bele ételfestéket!

Figyeld meg, mi történik! *A színezett víz felfelé mozdul el, majd elkezd körbe áramlani.*

Mi a jelenség neve? *Hőáramlás.*

Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések

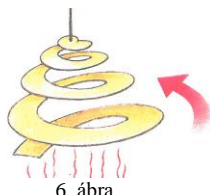
Az alábbi „természetudományos” vicc poénja megállja a helyét, de természetismeret órán magyarázatot kíván. Miért?

Az úr fázik a hűvös szobában, ezért odaszól az inasának:

- Jean, hány fok van idebenn?
- 16 °C, uram.
- Hány fok van odakünn?
- 4 °C, uram.
- Akkor nyissa ki az ablakot, és engedje be azt a 4 °C-ot!

Tapasztalatból tudjuk, hogy a magasabb hőmérsékletű helyről áramlik a levegő az alacsonyabb hőmérsékletű hely felé, nem pedig fordítva. Ha Jean kinyitja az ablakot, akkor a szoba fog még jobban kihűlni. (A hőtan II. főtétele szerint az irreverzibilis folyamatok mindig csak ugyanabban az irányban zajlanak le, fordított irányban soha.)

Házi feladat



6. ábra

Mi forgatja a radiátor tetejére állított papírkígyót?

A kályha felmelegíti a felette lévő levegőt. A meleg levegő felszáll, helyébe hideg levegő áramlik, amelyet a kályha ismét felmelegít, és amely ezután ismét felszáll, és így tovább. Ez a folyamatosan felfelé áramló meleg levegő tartja forgásban a papírkígyót.

2. óra Hővezetés, hőszugárzás

Tantárgyközi kapcsolódás

Technika és életvitel, matematika.

1. Hővezetés

Eszköz és anyaglista

Eszközök:

Bunsen-égő, vasháromláb, lángelosztó

Anyag:

gyufa

A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

Tedd a Bunsen-égő fölé a vasháromlábát és rá a lángelosztót! Próbáld meggyújtani a lángelosztó alatt a gázt!

Figyeld meg, mi történik! *A gáz meggyullad.*

Zárd el a gázt, majd próbáld újra meggyújtani a lángelosztó fölött!

Mit tapasztalsz? *A gáz nem gyullad meg.*

Magyarázd meg a látottakat! *A fém lángelosztó jó hővezető, elvezeti a hő egy részét, így a vele érintkező gáz már nem melegszik fel a gyulladási hőmérsékletre.*

2. Hővezetés (tanári kísérlet)

Eszköz és anyaglista

Eszközök:

borszeszégő, tálca, rézpálca és vaspálca állvánnyal

Anyagok:

gyufa, gyertya, 12 db rajzszög

A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

Ragassz mindkét pálcára viasszal 6-6 rajzszöget! Gyűjtsd meg a borszeszégőt és tartsd a láng fölé egyszerre mindkét pálcát végét! Figyeld meg, mi történik!

Melegítéskor a viasz megolvad, és a rajzszögek leesnek.



1. ábra

Elmozdulnak-e a vaspálca részecskéi a helyükről a melegítés során?
Nem mozdulnak el a részecskék.

Melyik pálcáról esnek le először a rajzszögek?
Először a rézpálcáról esnek le a rajzszögek.

Miért? *A réz jobban vezeti a hőt, mint a vas.*

3. Hősugárzás

Eszköz és anyaglista

Eszközök:

lombik, hőmérséklet mérésére alkalmas multiméter, infralámpa, óra, tálca

Anyag:

alufólia

A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

Borítsd be a lombik hátulját alufóliával!

Tedd a multiméter érzékelőjét a lombikba, majd „állítsd fejre” a lombikot!

Olvasd le a hőmérőről a kezdeti hőmérsékletet!

$$T_{\text{mérés 1}} = 22 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Becsüld meg, 2 perc múlva mit mutat majd a hőmérő!

$$T_{\text{becslés}} = 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Ha nem süt a nap, akkor kapcsold be az infralámpát!

2 perc múlva olvasd le újra a hőmérsékletet!

$$T_{\text{mérés 2}} = 38 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Mit tapasztalsz? *Emelkedik a hőmérséklet.*

Húzd alá a megfelelő szót!

A napfény hősugárzását a *csökkenő/ emelkedő* hőmérséklet mutatja.

4. A hősugárzás elnyelődése

Eszköz és anyaglista

Eszközök:

2 db egyenlő térfogatú lombik (egyik sötét színű), 2 db hőmérséklet mérésére alkalmas multiméter, infralámpa, tálca

Anyag:

alufólia

A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat



2. ábra

Borítsd be az átlátszó lombikot alufóliával!

Az előző kísérletnek megfelelően tedd az érzékelőket a két lombikba, majd „állítsd őket fejre”!

Becsüld meg, 2 perc múlva mit mutatnak majd a hőmérők!

$T_{\text{becslés (alufóliás)}} = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$

$T_{\text{becslés (sötét)}} = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$

Ha nem süt a nap, akkor kapcsold be az infralámpát!

2 perc múlva olvasd le újra a hőmérsékletet!

$T_{\text{mérés (alufóliás)}} = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$

$T_{\text{mérés (sötét)}} = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$

Melyik lombikban mértél magasabb hőmérsékletet?

A sötét színű lombikban mértem magasabb hőmérsékletet.

Miért?

Azonos körülmények között a *sötét, érdes* felületek nagyobb mértékben nyelik el a hősugárakat, mint a *sima, fényes* felületek.

Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések

A Naptól a Föld légkörébe behatoló sugárzás a Föld felszínéről visszaverődik, de egy részét nem engedi át a légkör. Hőcsapda keletkezik, akár egy üvegházban. A valódi üvegház üvegtöbje átengedi a napfényt, visszatartja a hőt, így a belső tér felmelegszik. A Föld légkörében hasonló jelenség játszódik le. Az üvegházhatás jelensége nélkül a Föld hideg, a földi életre nézve barátságtalan bolygó lenne. Olyan hőmérséklet uralkodna a felszínén, mint egy mélyhűtőben.

Házi feladat

- Két egyforma csészében kiteszünk a napra azonos mennyiségű és azonos hőmérsékletű tejet és feketekávé. Melyik melegszik fel jobban? Miért?

A feketekávé melegszik fel jobban. A sötétebb anyagok a rájuk eső hősugarak nagyobb részét elnyelik, ezért jobban felmelegsznek, míg a világosabbak a rájuk eső hősugarak nagy részét visszaverik.
- Kora tavasszal a parkban játszó gyermekekre gyakran rászól az édesanyjuk: „Ne ülj le fiacskám a köre, mert hideg, és megfázol!” Ugyanakkor az anyuka nyugodtan üldögél a fapadon. Miért fázik meg a gyerek a kövön, és miért nem fázik meg az anyuka a fapadon, amikor mindkettőt ugyanazon hőmérsékletű levegő veszi körül?

A kora tavaszi levegő általában még hűvös, testünk hőmérséklete sokkal magasabb. A kő jó hővezető, gyorsan elvezeti a hőt a vele érintkező, jóval melegebb testfelületről, azaz erősen hűt. A száraz fa viszont hőszigetelő. Ezért fázhatunk fel a kövön, a padon viszont üldögélhetünk sokáig.

3. óra

Folyadékok és szilárd testek hőtágulása

Tantárgyközi kapcsolódás

Rajz és vizuális kultúra.

1. Folyadékok hőtágulása

Eszköz és anyaglista

Eszközök:

kémcső fűrt gumidugóval, hajszálcsővel és állvánnyal, főzőpohár, tálca

Anyagok:

törlőkendő, jég, ételfesték, forró víz, hideg víz, zöld, piros, kék alkoholos filc

A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat



1. ábra

Töltsd tele a kémcsövet vízzel! Színezd egy kis festékkel, majd zárd le a gumidugóval! Jelöld zöld színnel a hajszálcsövön a kezdeti folyadékszintet! Töltsd félig a főzőpoharat óvatosan forró vízzel, majd lassan állítsd bele a kémcsövet!

Várj egy kis ideig! Ha már nem változik a folyadékszint, jelöld meg piros színnel!



2. ábra

Figyeld meg, mi történik! *A folyadékszint a hajszálcsőben emelkedik.*

Tegyél jeget a főzőpohárba! Várj egy kis ideig! Ha már nem változik a folyadékszint, jelöld meg kék színnel!

Figyeld meg, mi történik! *A folyadékszint a hajszálcsőben ereszkedik.*

Egészítsd ki a mondatokat!

Melegítés hatására a folyadék térfogata *nő*.

Hűtés hatására a folyadék térfogata *csökken*.

Mi a jelenség neve? *Hőtágulás.*

2. Szilárd testek hőtágulása (tanári kísérlet)

Eszköz és anyaglista

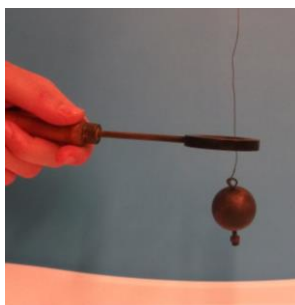
Eszközök:

S'Gravesande karika és golyó, borszeszegő, főzőpohár, tálca

Anyagok:

törlőkendő, gyufa, víz

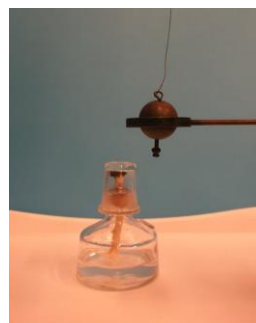
A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat



3. ábra



4. ábra



5. ábra

Készíts elő hűtővizet a főzőpohárban!

A szobahőmérsékletű fémgolyó átfér a karikán (3. ábra).

Melegítsd a golyót (4. ábra), majd tedd újra a karikára!

Figyeld meg, mi történik (5. ábra)! *A golyó nem fér át a karikán.*

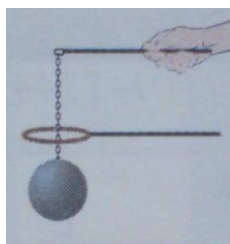
Egészítsd ki a mondatot a kísérlet alapján!

A szilárd testek térfogata melegítés hatására *nő*.

Hűtsd le a fémgolyót a hideg vízben, majd tedd újra a karikára! Figyeld meg, mi történik!

A golyó ismét átfér a karikán.

Rajzold le, mi történik a golyó lehűtése után!



6. ábra

Egészítsd ki a mondatot a kísérlet alapján!

A szilárd testek térfogata hűtés hatására *csökken*.

3. Különböző anyagú szilárd testek hőtágulása (tanári kísérlet)

Eszköz és anyaglista

Eszközök:

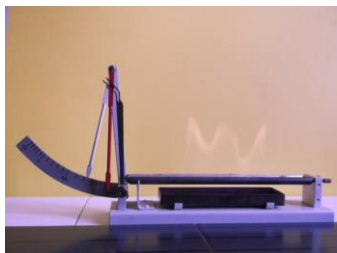
lineáris hőtágulás-készlet, tálca

Anyagok:

gyufa, denaturált szesz

A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

Helyezz a lineáris hőtágulást bemutató eszközbe egy alumínium- és egy vaspálcát! Igazítsd a mutatókat a 0 beosztáshoz, majd melegítsd a fém rudakat! Figyeld meg az eszköz mutatóit!
Mindkét mutató kitér.



7. ábra

Melyik fémrúdhoz tartozó mutató tér ki jobban?

Az alumíniumpálca mutatója.

Egészítsd ki a mondatot!

Különféle fémek hőtágulása azonos feltételek mellett
különböző.

4. Bimetál hőtágulása (tanári kísérlet)

Eszköz és anyaglista

Eszközök:

bimetál, borszeszegő, tálca

Anyag:

gyufa

A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat



8. ábra

Szobahőmérsékleten a bimetál egyenes.

Tartsd a bimetált a láng közepébe!

Figyeld meg, mi történik!

A bimetál melegítés hatására meggörbül.

Rajzold le, hogyan változott a bimetál alakja, amikor a láng fölé tartottad!



9. ábra

Egészítsd ki a mondatot!

Különböző fémek hőtágulása azonos feltételek mellett *különböző*.

Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések

A távvezetékeket két tartóoszlop között „belógással” szerelik. Miért?

Nyáron a távvezeték kitágul, hossza nő, télen összehúzódik, a hossza csökken. Ha belógás nélkül szerelnék, a távvezetékek elszakadnának.

Házi feladat

Miért nem fagynak be télen a mély tavak?

A +4 °C hőmérsékletű víz a legnehezebb, ezért a nagy tavakban a +4 °C hőmérsékletű víz mindig a tó alján helyezkedik el. Télen a hidegebb, könnyebb vízrétegek efölött vannak, így a víz legfelső rétege fagy meg először.

4. óra Gázok hőtágulása

Tantárgyközi kapcsolódás

Technika és életvitel, történelem.

1. Palackroppantás (tanári kísérlet)

Eszköz és anyaglista

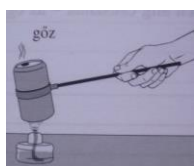
Eszközök:

üres, fém üdítő doboz, borszeszégő, üvegcád,
palackfogó villa, tálca

Anyagok:

hideg víz, gyufa, törlőkendő

A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat



1. ábra

Önts egy kis vizet az üres fém dobozba, majd a palackfogó villával tartsd a borszeszégő lángja fölé!



2. ábra

Forrald el a vizet, majd a dobozt gyorsan fordítsd meg és merítsd a hűtővízbe úgy, hogy a nyílás a víz alatt legyen!



3. ábra

Figyeld meg, mi történik!

Az üdítő doboz összenyomódik.

A víz elforralása után mi volt az üdítő dobozban?

Az üdítő dobozban vízgőz volt.

Egészítsd ki a mondatot! A vízgőz kiszorítja a palackból a *levegőt*.

2. Gázok hőtágulása

Eszköz és anyaglista

Eszközök:

kémcső fűrt gumidugóval és hajlított hajszálcsovéval,
2 db főzőpohár, tálca

Anyagok:

törlőkendő, ételfesték,
forró víz, hideg víz

A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

Töltsd meg az 1. főzőpoharat hideg vízzel és színezd egy kis festékkel! Töltsd meg a 2. főzőpoharat forró vízzel! Óvatosan tedd a kémcsőbe a dugót a hajszálcsővel, majd merítsd a forró vízbe (2.) úgy, hogy a hajszálcső beleérjen a színezett hideg vízbe (1.)!

Figyeld meg, mi történik! *A vízbe merített hajszálcsőből buborékok távoznak.*



4. ábra

Egészítsd ki a mondatot!

A kémcsőbe zárt levegő térfogata a melegítés hatására *nő*, ezt a vízbe merített hajszálcsőben képződő *buborékok* jelzik.

Cseréld ki a 2. főzőpohárban lévő forró vizet hideg vízre! A hajszálcső továbbra is érjen bele az 1. pohárban lévő színezett vízbe!



5. ábra

Figyeld az 1. főzőpohárban lévő víz szintjét!

A főzőpohárban lévő víz szintje csökken.

Egészítsd ki a mondatot!

A kémcsőbe zárt levegő térfogata hűtés hatására *csökken*, ezt a vízbe merített hajszálcső víznyelése jelzi.

3. Mágikus palack

Eszköz és anyaglista

Eszközök:

0,5 l-es műanyag palack, tálca,
főzőpohár, olló

Anyagok:

léggömb, törülőkendő,
forró víz, hideg víz

A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

Vágd le ollóval a léggömb nyakát! Töltsd félig a főzőpoharat hideg vízzel! Töltsd tele a palackot forró vízzel és várj néhány percre, hogy a palack jól átmelegedjen! Ezután óvatosan önts ki belőle a forró vizet, és gyorsan húzd a palack nyakára a léggömböt!



6. ábra

Figyeld meg, mi történik! *A léggömb „felfújódik”.*

Egészítsd ki a mondatot!

A meleg palack *felmelegíti* a benne lévő levegőt. A meleg levegő térfogata *nő*.

Merítsd az üveget a hideg vizes főzőpohárba!

Figyeld meg, mi történik! *A palack „beszívja” a léggömböt.*



7. ábra

Egészítsd ki a mondatot!

A hideg palack *lehűti* a benne lévő levegőt. A hideg levegő térfogata *csökken*.

4. Szökőkút palackból

Eszköz és anyaglista

Eszközök:

műanyag palack (250 ml-es) kupakkal,
főzőpohár, tálca

Anyagok:

ételfesték, forró víz, gyurma, törlőkendő,
szívószál, gombostű

A kísérlet leírása, jelenség, tapasztalat

A palack kupakját lefelé nyomva ollóval lyukaszd ki! A palackot töltsd meg hideg vízzel, tegyél bele egy kis festéket, majd csavard rá a tetejét! A szívószálat tedd bele a kupakon lévő lyukba és a réseket tömd be gyurmával! A szívószál végét is zárd le gyurmával, majd a gombostűvel szúrj rajta egy lyukat! Töltsd meg a főzőpoharat forró vízzel és állítsd bele a palackot! Várj néhány percet!



8. ábra

Figyeld meg, mi történik! *A színes víz a szívószálon át kispriccel.*

Egészítsd ki a mondatot!

A palackban lévő színes víz hőmérséklete *nő*, térfogata *nő*. A palackban lévő levegő nyomása nő, ezért nyomja ki a szívószálon át a vizet.

Érdekességek, kiegészítések, gondolkodtató kérdések

Hogyan lehet „megjavítani” a behorpadt pingponglabdát?

Tegyük a pingponglabdát forró vízbe. A pingponglabdában lévő levegő felmelegszik, kitágul és kinyomja a horpadást.

Házi feladat

1. Az első, hőmérséklet mérésére alkalmas eszközt valószínűleg Galilei készítette. Milyen jelenségen alapult ennek a „hőmérőnek” a működése?

Az eszköz működése a levegőnek azon a tulajdonságán alapul, hogy a levegő térfogata a hőmérséklet növekedésekor nő, a hőmérséklet csökkenésekor pedig csökken.

2. Nézz utána, ki volt és mikor élt Galileo Galilei!

Galileo Galilei olasz fizikus, csillagász, matematikus, természettudós volt. Pisában született 1564. február 15-én, Arcetriben halt meg 1642. január 8-án.

Felhasznált irodalom

1. óra:

- Heather Amery: Kísérletek, Mindentudó Könyvek sorozat, Novotrade Kiadó Budapest, 1989
- Veresné Horváth Éva: Miért piros a tilos?, Műszaki Kiadó Budapest, 2012
- 1-5. ábra: saját készítésű fénykép, ábra
- 6. ábra: Paola Cocco szerkesztésében „Il grande libro degli esperimenti”, Aurion Kft. Milánó (Kísérletek nagy könyve, Magyar kiadás: Novum Kiadó), 16. oldal

2. óra:

- Veresné Horváth Éva: Miért piros a tilos?, Műszaki Kiadó Budapest, 2012
- <http://www.mimicsoda.hu/cikk.php?id=358>
- 1-2. ábra: saját készítésű fényképek

3. óra:

- 1-5. és 7-8. ábra: saját készítésű fénykép
- 6. ábra: Molnár László: Fizika a 7. osztály számára, Apáczai Kiadó Celldömölk, 2004, 136. oldal
- 9. ábra: Molnár László: Fizika a 7. osztály számára, Apáczai Kiadó Celldömölk, 2004, 139. oldal

4. óra:

- Heather Amery: Kísérletek, Mindentudó Könyvek sorozat, Novotrade Kiadó Budapest, 1989
- Veresné Horváth Éva: Miért piros a tilos?, Műszaki Kiadó Budapest, 2012
- 1-3. ábra: Molnár László: Fizika munkafüzet 7. osztály, Apáczai Kiadó Celldömölk, 2004, 75. oldal
- 4-8. ábra: saját készítésű fényképek