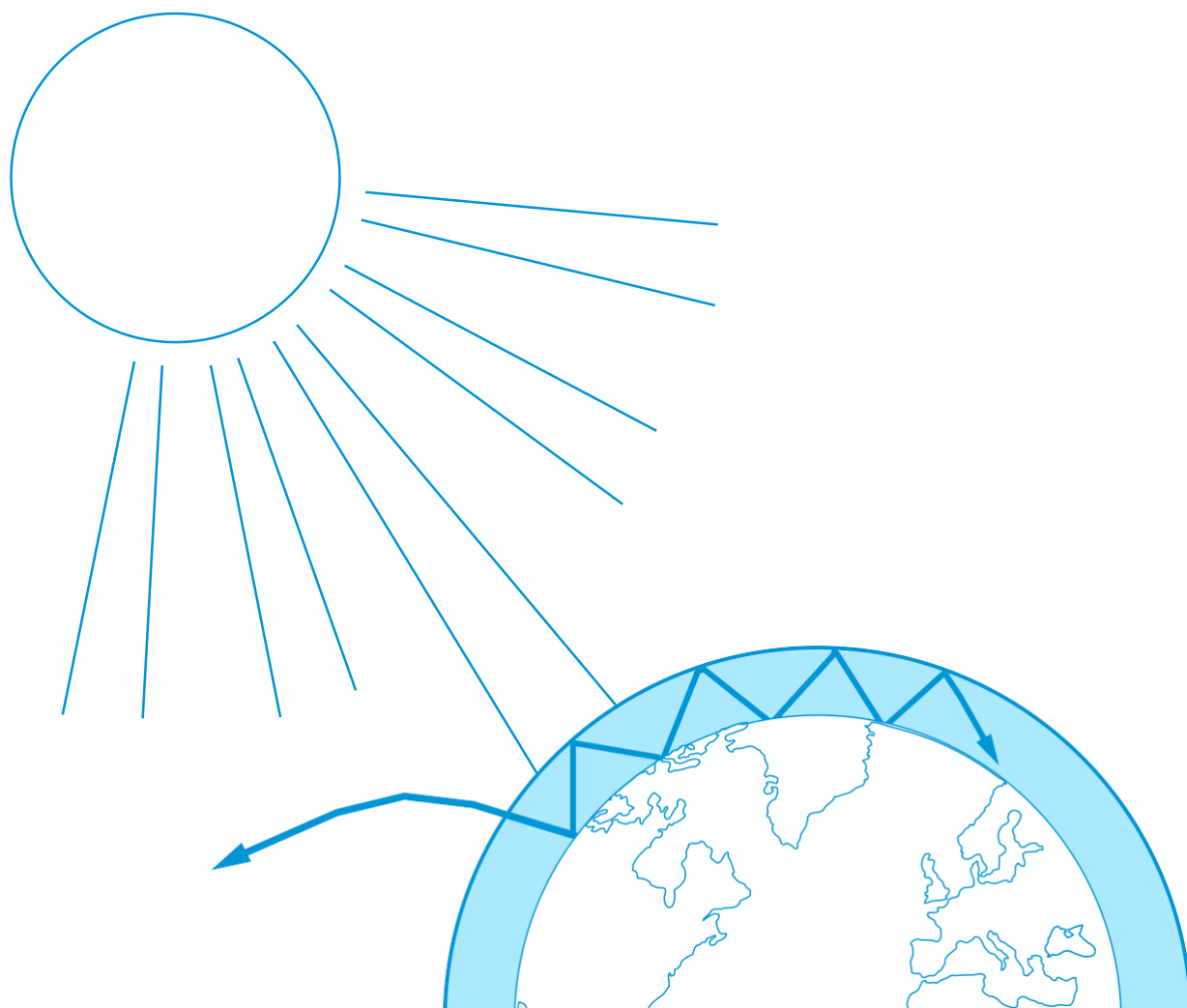
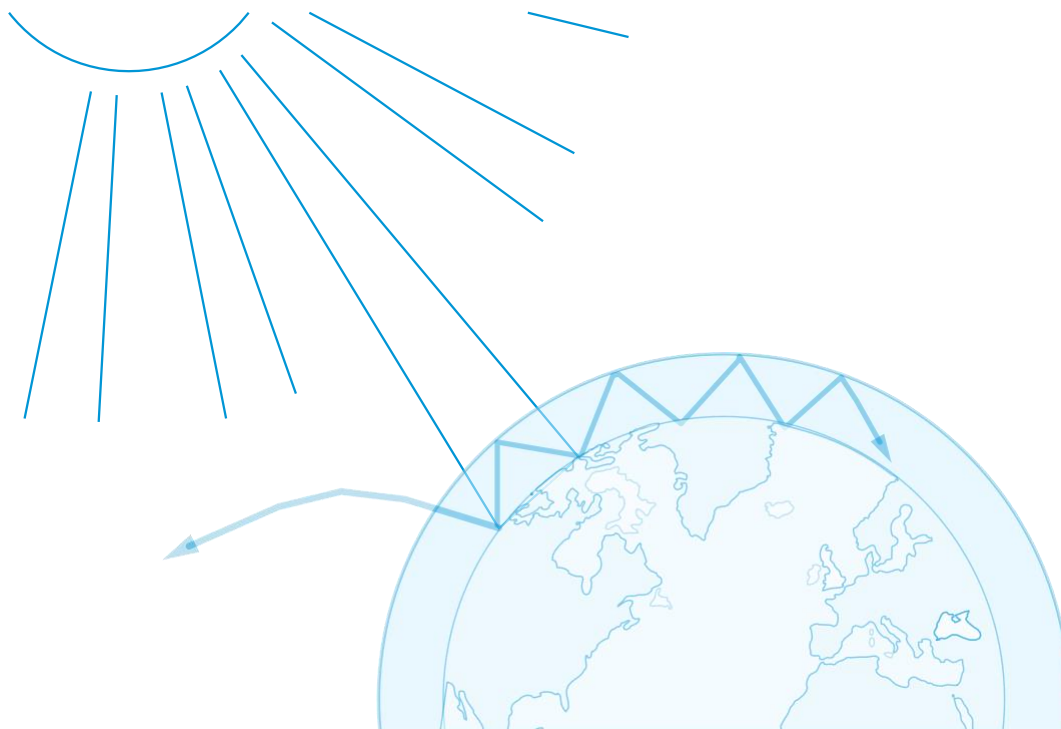


tanítsunk a világgűrrel!

→ AZ ÜVEGHÁZHATÁS ÉS KÖVETKEZMÉNYEI

Beszéljünk a globális felmelegedésről!





Alapadatok	3. oldal
A tevékenységek áttekintése	4. oldal
Bevezetés	5. oldal
Háttérismeretek	6. oldal
1. tevékenység: Mi az üvegházhatás?	7. oldal
2. tevékenység: A globális felmelegedés mutatója, a tengerszint	9. oldal
3. tevékenység: Hogyan befolyásolják az albedó változásai az éghajlatot?	12. oldal
Tanulói munkalapok	14. oldal
Linkek	23. oldal
Melléklet	24. oldal

tanítsunk a világűrrel! – az üvegházhatás és következményei | G03
www.esa.int/education

Az Európai Űrügynökség (ESA) Oktatási Irodája örömmel fogadja a visszajelzéseket és észrevételeket
teachers@esa.int

Az Európai Űrügynökség oktatási programja az Európai Űrügynökség Oktatási Erőforrás Iroda (ESERO) Dániával együttműködésben

Szerzői jogok 2018 © Európai Űrügynökség

→ AZ ÜVEGHÁZHATÁS ÉS KÖVETKEZMÉNYEI

Beszéljünk a globális felmelegedésről!

Alapadatok

Tantárgy: földrajz, fizika, természettudományok

Korosztály: 12–15 év

Típus: gyakorlati tevékenység

Nehézségi fok: könnyű

Tanítási idő: 45 perc tevékenységenként

Költség: alacsony (0–10 euró)

Helyszín: tanterem és szabadtéri

Eszközök: számítógép, internet, infravörös hőmérő

Kulcsszavak: üvegházhatás, szén-dioxid, globális felmelegedés, tengerszint, albedó, éghajlat, földrajz, fizika, természettudomány

Rövid ismertetés

A tevékenység keretében a tanulók gyakorlati kísérletek és műholdfelvételek segítségével tanulmányozzák a globális felmelegedés általános hatásait.

Az 1. tevékenység során modellt készítenek az üvegházhatás szemléltetésére, bemutattva, hogy a szén-dioxid (CO_2) szintjének emelkedése hőmérséklet-növekedést eredményez. Emellett a Föld CO_2 -szintjét különböző időszakokban bemutató műholdfelvételeket értelmeznek.

A 2. és 3. tevékenység során pedig megismerkednek az erősödő üvegházhatás egyes következményeivel: a sarki jég olvadásával és az albedó értékek változásával.

Tanulási célok

- Megtanuljuk, mi az üvegházhatás és hogyan változtatja meg az emberi tevékenység a Föld légkörének energiaegyensúlyát.
- Megismerkedünk a megnövekedett szén-dioxid-szintnek a Föld éghajlatára gyakorolt hatásaival.
- Számba vesszük az erősödő üvegházhatás lehetséges következményeit.
- Áttekintjük az olvadó tengeri jég, jégtakarók és gleccserek okozta áradások és tengervízszint-emelkedés következményeit.
- Megtanuljuk, mi az albedó és hogyan befolyásolja a különböző felületek fényvisszaverő képessége a hőmérsékletet.
- Megtudjuk, hogyan lehet a földmegfigyelés segítségével nyomon követni a Föld éghajlatát.

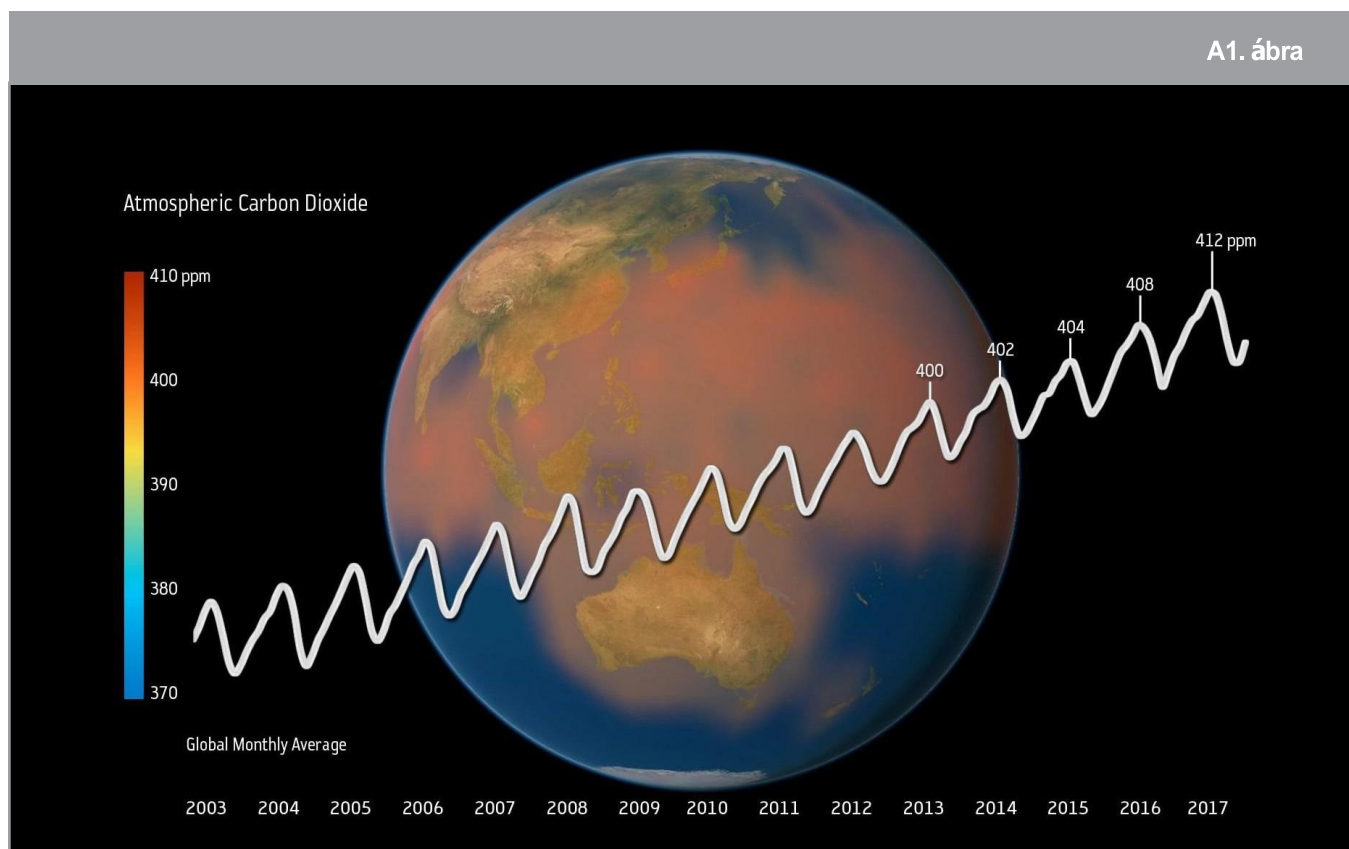
→ A tevékenységek áttekintése

A tevékenységek áttekintése					
	Cím	Leírás	Eredmény	Szükséges előzmények	Időtartam
1	Mi az üvegházhatás?	A tanulók egyszerű kémiai reakcióval előállítják az üvegházhatást okozó CO ₂ -t, megméri a gáz hatását a levegő hőmérsékletére, és következtetéseiket összefüggésbe hozzák a légkörben kialakuló üvegházhatással.	Megértjük a CO ₂ üvegházhatású gázként betöltött szerepét és az üvegházhatás mibenlétét.	Nincs	45 perc
2	A globális felmelegedés mutatója, a tengerszint	A tanulók gyakorlati tevékenységek keretében vizsgálják a szárazföldi jégtakarók és a tengeri jég olvadásának következményeit.	Megértjük, hogyan függ össze a tengeri jég, gleccserek és jégtakarók olvadása az áradásokkal.	Nincs	45 perc
3	Hogyan befolyásolják az albedó változásai az éghajlatot?	A tanulók megméri a különböző felületek fényvisszaverő képességét, és megvizsgálják, hogy a felületek színe hogyan befolyásolja a hőmérsékletüket.	Megismerkedünk az albedó fogalmával és a Föld energiaháztartásában betöltött szerepével.	Nincs	45 perc

→ Bevezetés

A globális felmelegedés jelenségének megértése összetett feladat. A fogalmak megértéséhez elengedhetetlen, hogy megvizsgáljunk néhány „láthatatlan”, de fontos folyamatot, amelyek hatással vannak bolygónk éghajlatára. A globális felmelegedés például az üvegházhatással áll összefüggésben, a Föld jégtakaróinak olvadása pedig a bolygó albedójával.

A műholdfelvételek kulcsfontosságú eszközök a Föld légkörében, óceánjaiban és felszínén bekövetkező változások nyomon követéséhez. A különböző típusú műholdképek, mint például a radarképek, a látható fény tartományában készült felvételek vagy az infravörös képek fontos információkat szolgáltatnak a légköri szén-dioxidról, a légkörben lévő felhők és vízgőz mennyiségéről, a tengerszintről, a tengeri jég koncentrációjáról és még sok másról. Az Európai Űrügynökség Éghajlatváltozási Kezdeményezésében (Climate Change Initiative, CCI) több mint 350 klímatudós vesz részt, akik a földmegfigyelő műholdak hosszú távú megfigyeléseit elemzik annak érdekében, hogy megértsék a Föld éghajlatának változásait és befolyásolják az arra adott nemzetközi válaszlépéseket.



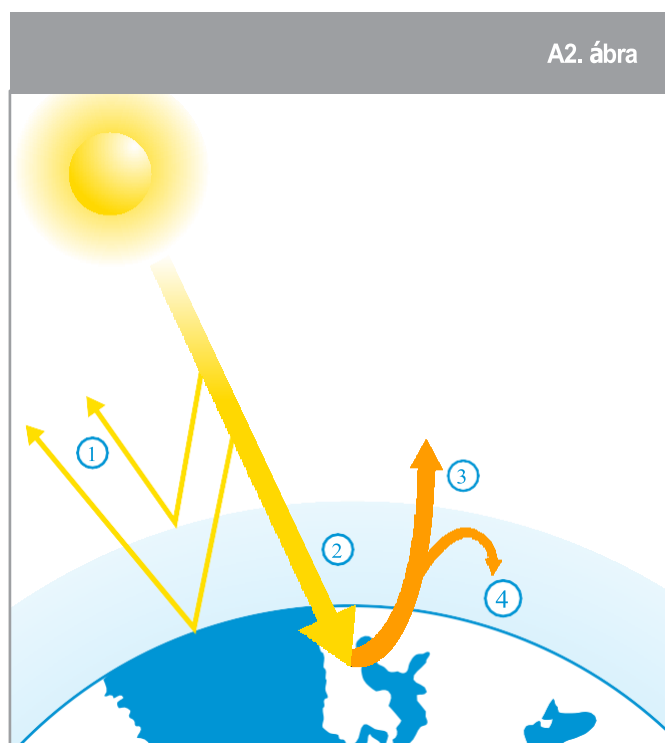
↑ A földmegfigyelő műholdak által mért légköri szén-dioxid szintjének alakulása. A görbe éves emelkedése és csökkenése a növényzet évszakonkénti változásainak és ezzel összefüggésben a több/kevesebb fotoszintézisnek tudható be.

Az ember által előidézett globális felmelegedés legfontosabb okozója a légköri szén-dioxid (CO₂) szintjének emelkedése. A CO₂ megnövekedett szintje felerősíti az üvegházhatást, ami a Föld hőmérsékletének emelkedéséhez vezet.

Ebben a tananyagban a tanulók gyakorlati kísérleteket és műholdas adatelemzés segítségével tanulmányozzák az üvegházhatást és a globális felmelegedés egyes következményeit.

→ Háttérismeretek

A Nap által kibocsátott energia nagy része látható és közeli infravörös fény, amely rövid hullámhosszú sugárzásból áll. Ez a sugárzás könnyen áthalad a légkörben található részecskéken. Amikor ez a rövidhullámú sugárzás eléri a Földet, nagy része hővé alakul. A Föld hőmérséklete azonban nem emelkedik a végtelenségig, mert a felszín és a légkör is hőt sugároz vissza a világűrbe. A Föld rendszerébe érkező és onnan távozó sugárzásnak ezt a nettó áramlását nevezzük a Föld sugárzási háztartásának (A2. ábra). A hő hosszuhullámú sugárzás, amely kevesebb energiát tartalmaz, mint a rövidhullámú sugárzás. Ez azt jelenti, hogy más módon lép kölcsönhatásba a légkörrel. A Föld nappal és éjszaka hőt sugároz vissza a légkörbe, ami segít lehűteni a felszínt. Ez a hő azonban nem mind távozik a világűrbe: egy részét csapdába ejtik a légkörben lévő üvegházhatású gázok. Ennek eredményeként a Föld légköre melegebb, mint amilyen az „üvegházhatás” nélkül lenne.



↑ A Föld sugárzási háztartása.

- 1 – A sugárzás egy része visszaverődik a légkörről, a felhőkről és a Föld felszínéről.
- 2 – A sugárzás egy részét a légkör és a felhők, nagy részét pedig a szárazföld és az óceánok elnyelik, felmelegítve ezáltal a Földet.
- 3 – A Föld felszíne infravörös sugárzást bocsát ki. Ennek egy része az űrbe távozik.
- 4 – Az infravörös sugárzás más részét a légkörben lévő üvegházhatású gázok csapdába ejtik.

Ha az üvegházhatású gázok nem lennének jelen a földi légkörben, az általunk ismert formájában az élet nem létezne, mivel a felszíni átlaghőmérséklet több Celsius-fokkal nulla fok alatt lenne. A Föld légkörében az elsődleges üvegházhatású gáz a vízgőz. Ez tartja vissza legnagyobb mennyiségben a földfelszínről érkező hőt. Az üvegházhatású gázok közül azonban a klímakutatókat leginkább a CO_2 és a metán (CH_4) foglalkoztatja, mivel ezek elsősorban az emberi tevékenység következtében kerülnek a légkörbe, ahol mennyiségük az ipari forradalom kezdete óta növekszik.

→ 1. tevékenység: MI AZ ÜVEGHÁZHATÁS?

A tevékenység során az üvegházhatás megismerésére a tanulók egy hipotézist tesztelnek arról, hogy a légköri szén-dioxid hogyan befolyásolja a Föld hőmérsékletét, és válaszolnak az erre irányuló kérdésre. Emellett a tanulók műholdfelvételeket elemeznek annak megértésére, hogy hogyan lehet az űrből nyomon követni az üvegházhatású gázok kibocsátását.

Eszközök (csoportonként)

- 2 db 1 literes lombik
- Hőmérő beillesztésére alkalmas lyukkal ellátott dugók
- 1 db lámpa fűtőszálal (100 W-nál nagyobb teljesítményű)
- 2 db hőmérő (Celsius-fok mértékegységű, tizedes pontosságú)
- 32%-os ecetsav
- Sütőpor
- Jégkockák (opcionális)

Egészségügyi és biztonsági szabályok

A lombikokat és a lámpát óvatosan kell kezelni. A tanulók kerüljék a hőlámpa érintését. Az ecetsav lombikokba történő adagolásánál tanári segítség ajánlott.

Gyakorlat

A kísérlet kivitelezéséhez a részletes útmutatót a tanulói munkalap tartalmazza. A kísérlet kibővíthető azzal, hogy minden üveg alá egy jégkockát teszünk. A tanulók ezután megvizsgálhatják, mennyi idő alatt olvad el a jégkocka.

Figyelem! Ez a kísérlet fokozott körülményeket igényel, ezért javasolt próbaképp előre elvégezni. A kísérlethez 32%-os ecetsav és sütőpor helyett szódavíz készítéséhez való CO₂-adagolót is használhatunk.

Ez a gyakorlat tanulói tevékenységként vagy demonstrációként is elvégezhető.

Eredmények

A CO₂-t tartalmazó lombikban a hőmérséklet gyorsabban emelkedik, mint amelyikben CO₂ nincs jelen. 10 perc elteltével a különbség általában 1–3 Celsius-fok lesz. Hangsúlyozni kell, hogy már az is katasztrofális következményekkel járhat, ha az egész bolygón mindössze 2 fokkal nő az átlaghőmérséklet: a tengerszint például jelentősen emelkedhet, ami súlyos áradásokat okozhat.

Megbeszélés

A lombikban lévő levegő összetétele befolyásolja a leadott és elnyelt hő mennyiségét. A tanulók összehasonlítják a hőelnyelést (hőmérsékletváltozást) a kontrollmintában és a megnövelt CO₂-szintű környezetben. Meg kell állapítaniuk, hogy a CO₂-t tartalmazó lombikban a hőmérséklet gyorsabban emelkedik, mint a „kontroll-lombikban”.

Beszéljünk a tanulókkal arról, hogy a légköri CO₂ hogyan befolyásolja a Föld hőmérsékletét. Magyarázzuk el, hogy a CO₂ csapdába ejti a Föld által kibocsátott hőt, emiatt a Föld hőmérséklete magasabb, mintha nem lenne CO₂ a légkörben. A tanulóknak meg kell érteniük, hogy a légkörünk és az azt alkotó üvegházhatású gázok teszik lakhatóvá bolygónkat.

Az emberi tevékenység révén kibocsátott üvegházhatású gázok mennyiségének növekedése azonban megváltoztatja e gázok „normális” mennyiségét a légkörben, ami globális felmelegedést okoz.

A gyakorlatot kibővíthetjük azzal, hogy a tanulók műholdas adatokat elemezve megvizsgálják és megvitatják a légkörben lévő CO₂ évszakonkénti és hosszú távú változásait (a javasolt videókat a Linkek rész tartalmazza). A tanulóknak arra a következtetésre kell jutniuk, hogy a légkörben lévő CO₂ mennyisége az elmúlt években globálisan tovább nőtt. Meg kell figyelniük a szezonális ingadozást is. Ez az ingadozás a növényzet növekedésének köszönhető (különösen az északi féltekén, ahol a bolygó növényzetének nagy része található). Nyáron a növényzet a fotoszintézis révén szén-dioxidot nyel el, aminek egy része télen távozik.

Az Európa Űrügynökség Éghajlatváltozási Kezdeményezésének „Climate from Space” alkalmazása áttekintést ad az üvegházhatású gázokról, az adatmegjelenítő pedig a légköri CO₂ globális eloszlását mutatja műholdas források alapján. A Melléklet tartalmaz képernyőképeket az adatmegjelenítőről arra az esetre, ha a tanulóknak nem lenne internet-hozzáférésük. A tanárok kinyomtathatják ezeket a képeket a tanulók számára a légköri CO₂ hosszú távú alakulásának tanulmányozásához.

→ 2. tevékenység: A globális felmelegedés mutatója, a tengerszint

A tengerszint változása az antropogén - vagyis ember által előidézett - éghajlatváltozás egyik fő következménye. A tevékenység során a diákok gyakorlati módszerekkel vizsgálják, hogy a globális felmelegedés milyen hatással lehet a tengerszintre.

Egészségügyi és biztonsági szabályok

Nincs szükség különleges óvintézkedésekre. Mielőtt a tanulók megfogják a jégkockákat, nedvesítsék be a kezüket, hogy a jég ne ragadjon az ujjukhoz.

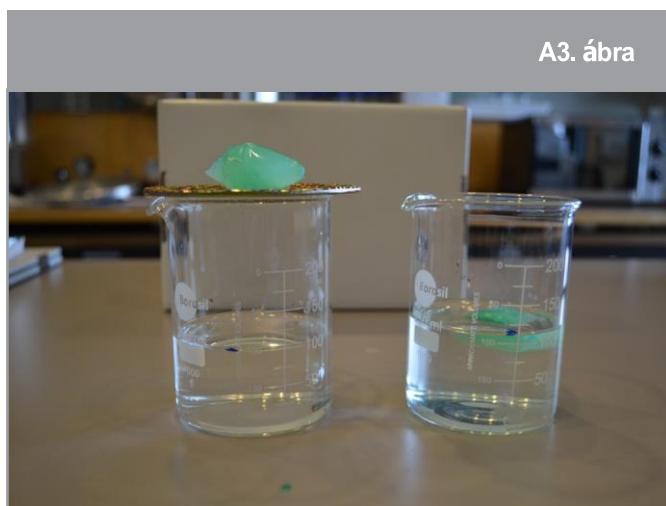
Gyakorlat

A kísérlet megkezdése előtt a tanulók kis csoportokban vitassák meg várakozásaikat, feltevéseiket arról, hogy mi fog történni. Ha szükséges, magyarázzuk el a tengeri és a szárazföldi jég közötti különbséget.

A tevékenység kivitelezéséhez szükséges útmutatót a tanulói munkalap tartalmazza.

A tengervíz átlagos sótartalma 3,3%. A tengervíz elkészítéséhez a tanulók keverjenek a vízbe egy teáskanál (kb. 5 g) sót. Az egész osztály számára az alábbiak szerint készíthetjük el az oldatot:

- Mérjük ki 33 g sót.
- Tegyük a sót egy főzőpohárba, és adjunk hozzá annyi csapvizet, hogy a teljes tömege 1000 g legyen.
- Keverőpálcával keverjük, amíg a só teljesen feloldódik.



↑ A kísérlet szemléltetése.

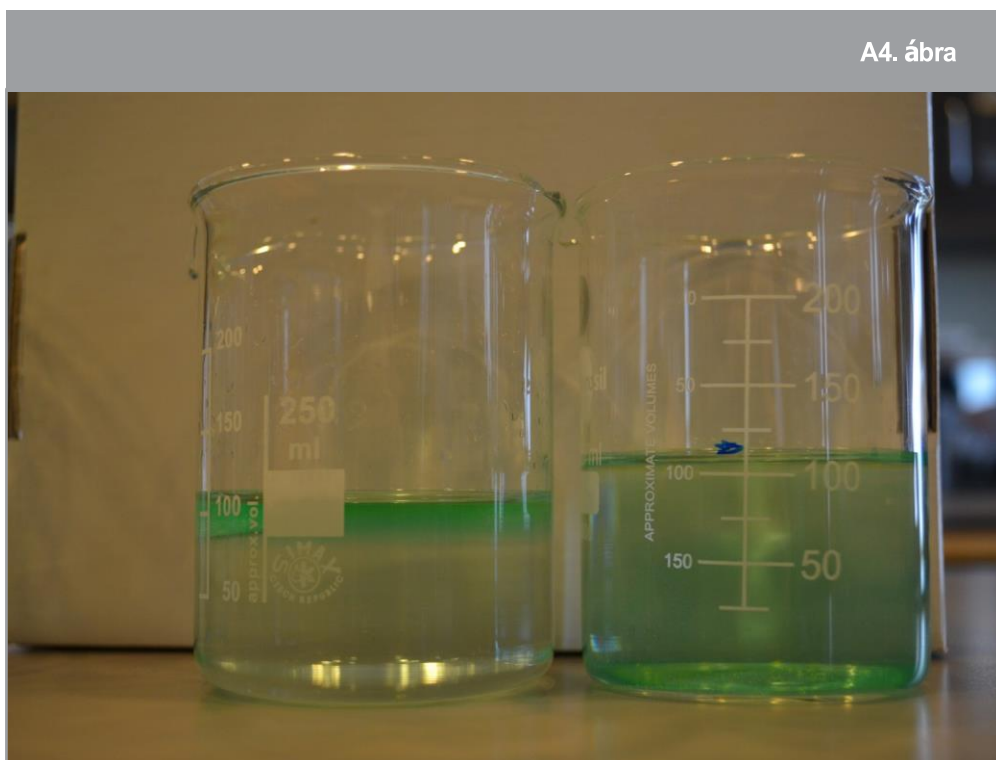
Eredmények

1. táblázat – Kísérleti eredmények				
	Vízmennyiség (ml)	Fémrács	NaCl %	Megfigyelések
1. főzőpohár	150	Van	0	A vízszint emelkedik.
2. főzőpohár	150	Nincs	0	A vízszint nem változik.
3. főzőpohár	150	Van	3,3	A vízszint emelkedik.
4. főzőpohár	150	Nincs	3,3	A vízszint nem változik.

A tanulóknak azt is észre kell venniük, hogy az édesvízben a jégkocka gyorsabban olvad, mint a sós vízben. Ez azért van így, mert a só megváltoztatja a jég olvadáspontját.

A tanulók tudásszintjétől függően beszélhetünk a hőkapacitás különbségeiről annak megértéséhez, hogy a jégkocka miért olvad gyorsabban a vízben, mint a „szárazföldön”.

A tanulók megfigyelhetik, hogy amikor az édesvízből készült jégkocka a sós vízben elolvad, az olvadékvíz (ami színes) az édesvíz és a sós víz sűrűségkülönbsége miatt a felszínen marad (A4. ábra).



↑ A sós vízben az olvadékvíz a felszínen marad (bal oldali főzőpohár). Az édesvízben a hideg olvadékvíz lesüllyed (jobb oldali főzőpohár).

Megbeszélés

A víz azon kevés anyagok egyike, amelyek sűrűsége szilárd halmazállapotban kisebb, mint folyékony halmazállapotban. Ezért úszik a jég a vízben. Ez azt is jelenti, hogy ugyanaz a vízmennyiség szilárd állapotban nagyobb térfogatú, mint folyékony állapotban. Az Arkhimédész-elv segítségével elmagyarázhatjuk a tanulóknak, hogy miért nem változik a vízszint, amikor a vízben úszó jég elolvad. Ehhez a tanulók meg is mérhetik a jégkockákat.

Elsősorban a szárazföldi jég olvadása vezet a tengerszint emelkedéséhez. Ugyanakkor mondjuk el a tanulóknak, hogy közvetett módon a tengeri jég olvadása is okozhat tengerszint-emelkedést a sótartalom és a sűrűség megváltozása révén.

A szárazföldi és tengeri jég olvadása megváltoztatja a Föld sugárzási háztartását (ezt a 3. tevékenységben fogjuk megvizsgálni).

A gyakorlatot kibővíthetjük azzal, hogy a tanulók megnézik a „Contributors to sea-level rise” (A tengerszint emelkedéséhez hozzájáruló tényezők) című videót (lásd a Linkek részt) a tengerszint emelkedését befolyásoló tényezőkről, és összehasonlítják a saját eredményeiket a videóban szereplő információkkal.

→ 3. tevékenység: Hogyan befolyásolják az albedó változásai az éghajlatot?

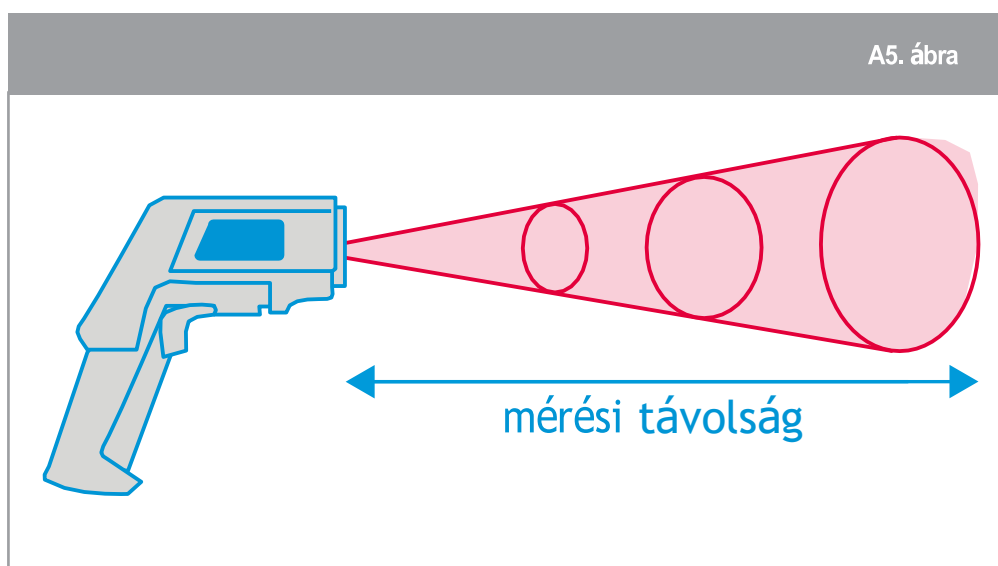
Egy gyakorlati kísérlet keretében a tanulók hipotézist dolgoznak ki és tesztelnek arról, hogy a különböző színű felületek fényvisszaverő képessége hogyan befolyásolja a hőmérsékletüket. Ennek eredményeképp a tanulók azt is megértik, hogy a különböző felületek fényvisszaverő képessége, az albedó fontos szerepet játszik a Föld éghajlatában. A következő kérdéseket fogják megvizsgálni:

- 1) Hogyan befolyásolja a felületek színe a hőmérsékletüket?
- 2) Hogyan befolyásolja a szél és a páratartalom az albedót és ezáltal a felszín hőmérsékletét?

Eszközök

- Infravörös hőmérő
- Különböző színű kartonlapok (lásd a 2. mellékletet)
- Lámpa fűtőizzóval (ha nincs napsütés)

Megjegyzés: Az infravörös hőmérő olyan hőmérő, amely a hőmérsékletet a tárgy által kibocsátott hőmérsékleti sugárzás alapján állapítja meg. A tárgy vagy felület által kibocsátott infravörös sugárzás mennyisége arányos a hőmérséklettel. A nagy mennyiségű infravörös sugárzás magas hőmérsékletet, a kis mennyiségű pedig alacsony hőmérsékletet jelent.



↑ Egyszerűsített ábra arról, hogy az infravörös hőmérő hogyan méri az átlagos infravörös sugárzást.

Az infravörös hőmérőt néhány centiméteres távolságból kell a felületre irányítani. Az észlelt hőmérsékleti sugárzást a hőmérő a felület pontos hőmérsékletévé számolja át. Ügyeljünk arra, hogy minden mérést azonos távolságból végezzünk. Az infravörös hőmérő a tárgynak csak a felszíni hőmérsékletét méri.

Gyakorlat

A tevékenység elvégzéséhez szükséges útmutatót a tanulói munkalap tartalmazza. A feladat elvégzése előtt a tanulóknak meg kell ismerkedniük az infravörös hőmérő használatával.

Ha nem áll rendelkezésünkre infravörös hőmérő, akkor a 3. mellékletben szereplő kísérletet is elvégezhetjük.

Eredmények

Az 1. gyakorlat során a tanulók viszonylag rövid időintervallumon belül szürkeárnyalatonként jellemzően 0,3–0,5 Celsius-fok hőmérséklet-emelkedést figyelhetnek meg.

A 2. gyakorlat során a tanulóknak meg kell figyelniük, hogy a felszíni hőmérséklet mérését számos tényező befolyásolja, többek között a felület színe és textúrája, illetve a páratartalom, a felhőzet és a napszak is.

Megbeszélés

Egy anyag felületének színe hatással van arra, hogy az azt érő sugárzásból mennyi hőt nyel el. A tanulóknak meg kell figyelniük, hogy minél sötétebb a felület színe, annál magasabb a hőmérséklete: ez azért van így, mert a sötétebb anyagok több hőt nyelnek el, mint a világosabbak. A megbeszélés során a tanulóknak ezt a megfigyelést összefüggésbe kell hozniuk a Földdel. Milyen felületek verik vissza a legtöbb sugárzást? Melyek nyelik el valószínűleg a legtöbb sugárzást? A tanulóknak az alábbi következtetésekre kell jutniuk:

- A világos felületek (jég, hó) magas albedóval rendelkeznek, vagyis a napsugárzás nagy részét visszaverik;
- a sötét felületek (víz, óceánok, fű) alacsony albedóval rendelkeznek, ami azt jelenti, hogy a napsugárzás nagy részét elnyelik;
- a jég olvadása tovább növeli a Föld hőmérsékletét, mert ezáltal csökken a világos terület (jég) és nagyobb lesz a sötét területet (víz);
- ahogy a jéggel borított terület zsugorodik, az óceán nyáron több hőt nyel el, ősszel viszont hosszabb ideig tart, amíg lehűl, és így az új jég képződése is később kezdődik.

→ AZ ÜVEGHÁZHATÁS ÉS KÖVETKEZMÉNYEI

Beszéljünk a globális felmelegedésről!

→ 1. tevékenység: Mi az üvegházhatás?

Az első tevékenység keretében azt tanulmányozzátok, hogy a szén-dioxid (CO_2), ami egy „üvegházhatású gáz”, hogyan hat a levegő hőmérsékletére egy zárt környezetben. Arra a kérdésre keressétek a választ, hogy a légköri szén-dioxid hogyan befolyásolja a Föld hőmérsékletét.

Emellett műholdas adatokat is elemeztek a légköri szén-dioxid koncentrációjára vonatkozóan, amik alapján megfigyelhetitek az évszakonkénti változásokat és a hosszú távú tendenciákat.

Eszközök

- 2 db 1 literes lombik
- Hőmérő beillesztésére alkalmas lyukkal ellátott dugók
- 1 db lámpa fűtőizzóval (100 W-nál nagyobb teljesítményű)
- 2 db hőmérő (tizedes pontosságú)
- 32%-os ecetsav
- Sütőpor
- Jégkockák (opcionális)

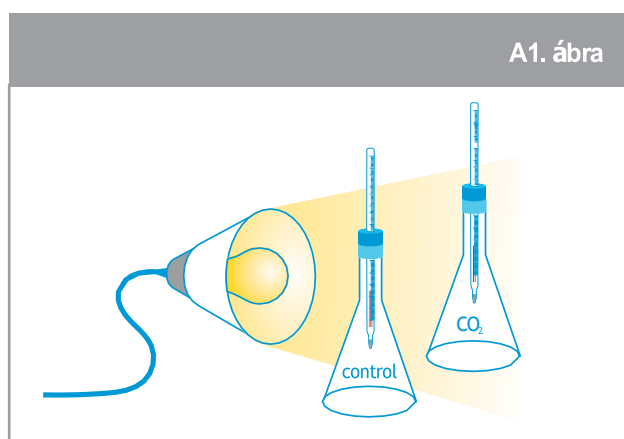
Egészségügyi és biztonsági szabályok

A lombikokat és a lámpát kezeljétek óvatosan. Kerüljétek a fűtőlámpa érintését.

Gyakorlat

A gyakorlat során két lombik belső hőmérsékletét vizsgáljátok meg: az egyik CO_2 -t tartalmaz (1. lombik), a másik kontrollként szolgál (2. lombik). A kísérlet megkezdése előtt fogalmazzatok meg a feltevéseteket arra vonatkozóan, hogy melyik lombik fog több hőt megtartani.

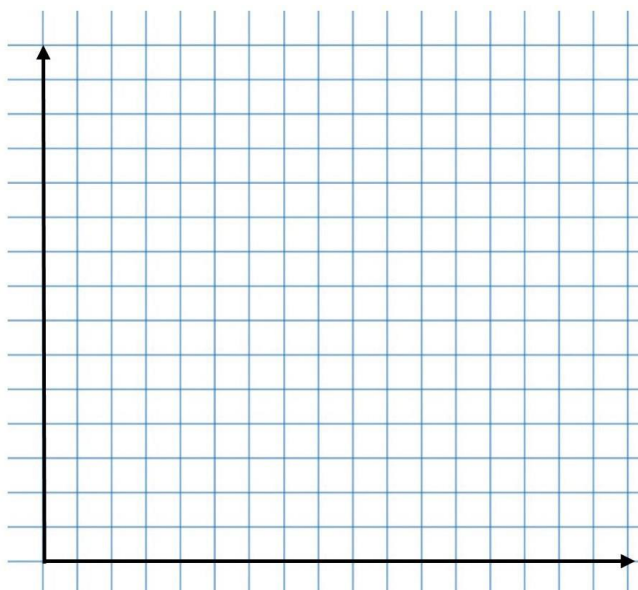
1. Helyezzétek a két lombikot a lámpa alá úgy, hogy mindkettőt ugyanannyi fény érje. A lombikokat és a lámpát a kísérlet közben NEM szabad mozgatni.
2. Helyezzétek egy-egy hőmérőt a két dugóba.
3. Keverjétek össze 5 gramm sütőport és 20 ml ecetsavat az egyik lombikban (ehhez kérjétek tanári segítséget).
4. Zárjátok le a lombikokat a hőmérőket tartó dugókkal.
5. Jegyezzétek fel a hőmérők által mutatott kiindulási értékeket.
6. Kapcsoljátok be a lámpát. 2 perc elteltével olvassátok le a hőmérőket.
7. Újabb 2 perc elteltével ismét olvassátok le a hőmérőket. Ezt végezzétek el összesen 8 alkalommal.
8. Írjátok be az adataitokat az 1. táblázatba, és rajzoljatok egy vonaldiagramot az Eredmények részben. Adjatok hozzá címet, és nevezzétek el a grafikonotok tengelyeit.



↑ A kísérlet szemléltetése: az egyik lombik CO_2 -t tartalmaz, a másik kontrollként szolgál.

Eredmények

1. táblázat – Kísérleti eredmények		
Idő	1. lombik hőmérséklet	2. lombik hőmérséklet
0. perc		
2. perc		
4. perc		
6. perc		
8. perc		
10. perc		
12. perc		
14. perc		
16. perc		



Megbeszélés

1. Hasonlítsátok össze a két lombik eredményeit. Egyeznek az eredmények a feltevéseitekkel?

2. Magyarázzátok meg az eredményeiteket!

3. Az eredményeitek alapján próbáljatok meg válaszolni a bevezető kérdésre:

Hogyan befolyásolja a légköri szén-dioxid a Föld hőmérsékletét?

4. A szén-dioxid természetes folyamatok és emberi tevékenység révén felszabaduló üvegházhatású gáz. Magyarázzátok el saját szavaitokkal, mi az üvegházhatás.

Tudtad?

Más bolygók légkörének tanulmányozása segíthet megérteni a Földet érintő éghajlatváltozást. A Mars légköre például elsősorban szén-dioxidból áll, de olyan vékony, hogy nem képes nagyobb mennyiséget megtartani a Nap energiájából. Ennek következtében szélsőséges hőmérsékleti különbségek alakulnak ki nappal és éjszaka, illetve a napos és árnyékos részek között. A legtöbb tudós azonban egyetért abban, hogy a Mars a múltban sokkal melegebb volt, ami azt jelenti, hogy a légkör valószínűleg más volt, mint most. Az Európai Űrügynökség és a Roszkoszmosz ExoMars küldetésében



részt vevő ExoMars Trace Gas Orbiter nevű űrszonda a bolygó légkörének kevesebb mint 1%-át kitevő nyomgázok összetételét fogja vizsgálni. Az űrszonda különösen a metán és más olyan gázok jelenlétére keres bizonyítékot, amelyek aktív biológiai vagy geológiai tevékenységet jelezhetnek.

Kiegészítő feladat - CO₂-megfigyelés az űrből

- Most műholdas adatokat fogtok elemezni a globális szén-dioxid-koncentrációra vonatkozóan. Mielőtt ezt elkezdenétek, kis csoportokban vitassátok meg a feltevéseiteket:

a) Évszakonkénti változások – Várható-e változás a légköri CO₂-koncentrációban ugyanazon év különböző hónapjaiban? Indokoljátok a választotokat!

b) Várhatóak-e jelentős változások a légköri CO₂-koncentrációban különböző évek azonos hónapjait összehasonlítva? Indokoljátok a választotokat!

c) Helyi és globális változások – Várhatóak-e különbségek a légköri a CO₂ eloszlásában a Föld különböző pontjait összehasonlítva? Indokoljátok a választotokat!

- Hasonlítsátok össze a feltevéseiteket a műholdas adatokkal. Mennyiben térnek el a valós eredmények a feltevéseitektől? Mi lehet az eltérések magyarázata?

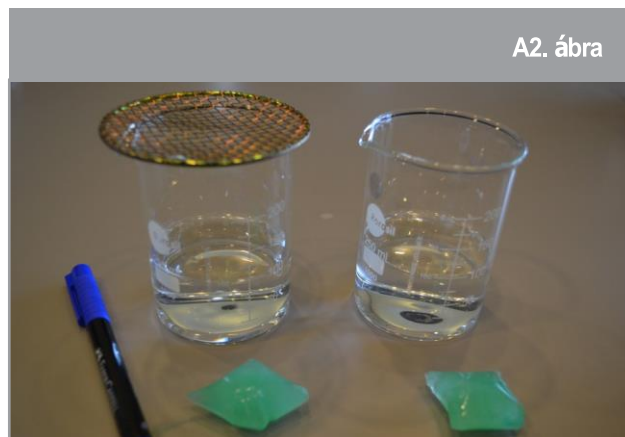
- Milyen hatással lehet a légköri CO₂-koncentráció változása a Föld éghajlatára?

→ 2. tevékenység: A globális felmelegedés mutatója, a tengerszint

A tengerszint emelkedése a globális éghajlatváltozás egyik elsődleges mutatója. A tevékenység során arra a kérdésre keresitek a választ, hogy milyen hatással van a tengerszintre a tengeri és szárazföldi jég (például a gleccserek) olvadása.

Eszközök

- 4 db üveg főzőedény (250 ml)
- A főzőedények átmérőjénél kicsit nagyobb fémháló
- Színezett jégkockák
- Asztali só (NaCl)
- Teáskanál vagy spatula a keveréshez
- Filctoll
- Időzítő



↑ A kísérlet szemléltetése.

Gyakorlat

1. Öntsetek 150 ml hideg csapvizet az 1. és a 2. főzőpohárba. Tegyétek a fémhálót az egyik főzőpohár tetejére (1. főzőpohár). Jelöljétek meg a víz szintjét a főzőpoharakon.
2. Vegyetek két egyforma színezett jégkockát.
3. Az egyik jégkockát helyezzétek a fémhálóra a főzőpohár fölé, a másik jégkockát pedig óvatosan dobjátok a másik főzőpohárban (2. főzőpohár) lévő vízbe. Azonosítsátok, hogy szerintetek milyen fajta jeget szemléltet az 1. és a 2. főzőpohár.

1. főzőpohár: _____ 2. főzőpohár: _____

4. Ismét jelöljétek meg a víz szintjét mindkét főzőpoháron. Ez a „kiindulási szint.”
 5. Indítsátok el az időzítőt.
 6. Figyeljétek meg, mi történik a jégkockák olvadásakor. Hogyan viselkedik az olvadékvíz a vízben?
-
7. A 2. táblázatba írátok be, mennyi idő alatt olvadnak el teljesen a jégkockák.
 8. Várakozás közben fogalmazzatok meg, hogy szerintetek mi fog történni a két főzőpohárban a víz szintjével?
-
-

9. Ismételjétek meg a kísérletet, de ezúttal a 3. és 4. főzőpohárban lévő „tengervízzel”. A tengervíz átlagos sótartalma 3,3% NaCl. Itt is nagyon fontos, hogy megjelöljétek a kiindulási vízszintet, és gondosan megfigyeljétek, mi történik a vízben a jégkockák olvadása során.

Eredmények

2. táblázat – Kísérleti eredmények						
	Vízmennyi ség (ml)	Fémrács	NaCl %	Kezdési idő	Olvadá si idő	Megfigyelések
1. főzőpohár	150	Van	0			
2. főzőpohár	150	Nincs	0			
3. főzőpohár	150	Van	3,3			
4. főzőpohár	150	Nincs	3,3			

Megbeszélés

1. Ugyanannyi idő alatt olvadt el az 1. és a 2. főzőpohárban lévő jégkocka? Magyarázzátok meg az eredményeiteket!

2. Mi történt a víz szintjével az 1. és a 2. főzőpohárban? Megfelelnek ezek az eredmények a várakozásaitoknak?

3. Hasonlítsátok össze az 1. és 2. főzőpohárhoz kapcsolódó megfigyeléseiteket a 3. és 4. főzőpohár eredményeivel. Magyarázzátok meg az esetleges különbségeket!

4. Az eredményeitek alapján próbáljátok megválaszolni a bevezető kérdést: milyen hatással van a tengerszintre a tengeri és szárazföldi jég (például a gleccserek) olvadása?

Tudtad?

A tengerszint mérése a 18. században kezdődött meg az árapályok megfigyelésével. A tengerszintet több mint 100 éven át árapálymérő műszerek segítségével tartották nyilván. Napjainkban a műholdas radaros magasságmérés közel teljes lefedettséget biztosít a Föld óceánjairól. Az árapálymérők továbbra is fontos helyszíni megfigyeléseket végeznek, de az 1990-es évek eleje óta a radaros magasságmérés vált a globális tengerszintmérés fő eszközévé. A radaros magasságmérő (altiméter) pontosan méri azt az időt, amely alatt a radarimpulzus eljut a műhold

antennájától a felszínig, majd vissza a műholdvevőig. A műholdas helymeghatározási adatokat a radaros magasságmérő adataival kombinálva meghatározható a tengerszint magassága. Az Európai Űrügynökség Sentinel-3A nevű műholdjának radaros magasságmérője a világ olyan pontjain is képes mérni a tengerszintet, amelyekről korábban csak szórványos adatok álltak rendelkezésre.



→ 3. tevékenység: Hogyan befolyásolják az albedó változásai az éghajlatot?

A különböző felületek fényvisszaverő képességét albedónak nevezzük. Az albedó fontos szerepet tölt be a Föld éghajlatában. Ebben a kísérletben az alábbi kérdésekre keresitek a választ:

1. Hogyan befolyásolja a felületek színe a hőmérsékletüket? (1. gyakorlat)
2. Hogyan befolyásolja a szél és a páratartalom az albedót és ezáltal a felületek hőmérsékletét? (2. gyakorlat)

Eszközök

- Infravörös hőmérő
- Különböző szürkeárnyalatú és különböző színű kartonlapok

1. gyakorlat

1. Helyezzétek a különféle szürkeárnyalatú kartont napos helyre (vagy egy hősugárzó lámpa alá).
2. Várjatok 4–5 percet.
3. Az infravörös hőmérővel mérjétek meg minden szürkeárnyalatú felületrész hőmérsékletét, és írájatok be az eredményeiteket a 3. táblázatba. A mérést mindig azonos távolságból végezzétek.
4. További öt perc elteltével ismételjétek meg a méréseket. Ügyeljete rá, hogy mérés közben ne árnyékoljátok be a kartonlapot.

3. táblázat – Különböző szürkeárnyalatú felületrészek hőmérséklete

Szürkeárnyalat százalék	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%
1. mérés (°C)								
2. mérés (°C)								

3. gyakorlat

Ezúttal különböző felületek, például fű, fa, járda, levelek stb. hőmérsékletét fogjátok megmérni. A szél és a páratartalom hatásának vizsgálatához ezt a kísérletet a szabadban kell elvégezni.

1. Mérjétek meg a különböző felületek hőmérsékletét az infravörös hőmérővel.
2. Írjátok be az eredményeiteket a 4. táblázatba. Jegyezzétek fel továbbá a napszakot, a levegő hőmérsékletét és azt is, hogy szeles-e a helyszín vagy sem.

4. táblázat – Különböző felületek hőmérséklete

Felület	Hőmérséklet	Szín	Árnyékos	Nedves	Egyéb megfigyelések
Fű (egyenletes talajon)					
Fű (kisebb dombon)					
Fa					
Járda					
Levél					
Víz					
Egyéb					

Megjegyzés: az „Árnyékos” oszlopba írtok igen vagy nem választ. A „Nedves” oszlopba írtok igen vagy nem választ aszerint, hogy a felületet megérintve mennyire érzitek nedvesnek. Ha rendelkezésre áll, használhattok nedvességmérőt.

Megbeszélés

1. Az 1. gyakorlat eredményei alapján milyen összefüggésre következtek egy anyag színe, hőmérséklete és albedója között?

2. Mely felületek albedója magasabb (4. táblázat)? A felületekről összegyűjtött információitok alapján fejtsetek ki az okokat is.

3. Hogyan befolyásolja az óceán albedóját, ha a globális hőmérséklet 1 Celsius-fokos növekedése miatt a Jeges-tenger minden évben két héttel tovább marad jégmentes? Miért?

4. Hogyan befolyásolja az óceán hőmérsékletét és a téli jégképződést, ha az óceán albedója megváltozik? Indokoljátok a választ!

5. Vitassátok meg, hogy a tengeri jég, a gleccserek és a jégtakarók olvadása milyen hatással lesz az albedóra és ezáltal a globális felmelegedésre.

Tudtad?

Az Európai Űrügynökség EarthCARE (Earth Cloud Aerosol and Radiation Explorer) nevű programjának célja, hogy jobban megértsük, milyen szerepet játszanak a felhők és az aeroszolok a napsugárzásnak az űrbe történő visszaverésében és a Föld felszínéről kibocsátott infravörös sugárzás befogásában. Az Európai Űrügynökség és a Japán Űrkutatási Ügynökség (JAXA) együttműködésében megvalósuló EarthCARE globális megfigyeléseket fog gyűjteni felhőkkel és aeroszolokkal, valamint a nap- és hősugárzással kapcsolatban, hogy ezeket az adatokat be lehessen építeni a numerikus időjárási és éghajlati modellekbe. Az EarthCARE aeroszoldatai emellett a levegőminőség megfigyeléséhez is hasznosak lesznek.



→ **Linkek**

Az Európai Űrügynökség segédanyagai

Oktatási segédanyagok

esa.int/Education/Classroom_resources

Az Európai Űrügynökség űrprogramjai

Az Európai Űrügynökség Éghajlatváltozási Kezdeményezése (Climate Change Initiative, CCI)

<http://cci.esa.int>

Európai Űrügynökség-CCI – Üvegházhatású gázok

www.esa-ghg-cci.org

A Sentinel-3 műhold

esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-3

Az EarthCARE-program

esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/The_Living_Planet_Programme/Earth_Explorers/EarthCARE/ESA_s_cloud_aerosol_and_radiation_mission

További információk

Az Európai Űrügynökség „Climate from Space” alkalmazása

esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Space_for_our_climate/Climate_at_your_fingertips

Videó: „Contributors to sea-level rise” (A tengerszint emelkedéséhez hozzájáruló tényezők)

esa.int/spaceinvideos/Videos/2017/06/Contributors_to_sea-level_rise

Videó a szén ciklusról és annak az éghajlatváltozásban betöltött szerepéről

esa.int/spaceinvideos/Videos/2018/02/Carbon_Cycle

Videó a légköri összetevők változásáról és arról, hogy ezek a változások hogyan befolyásolják az éghajlatunkat

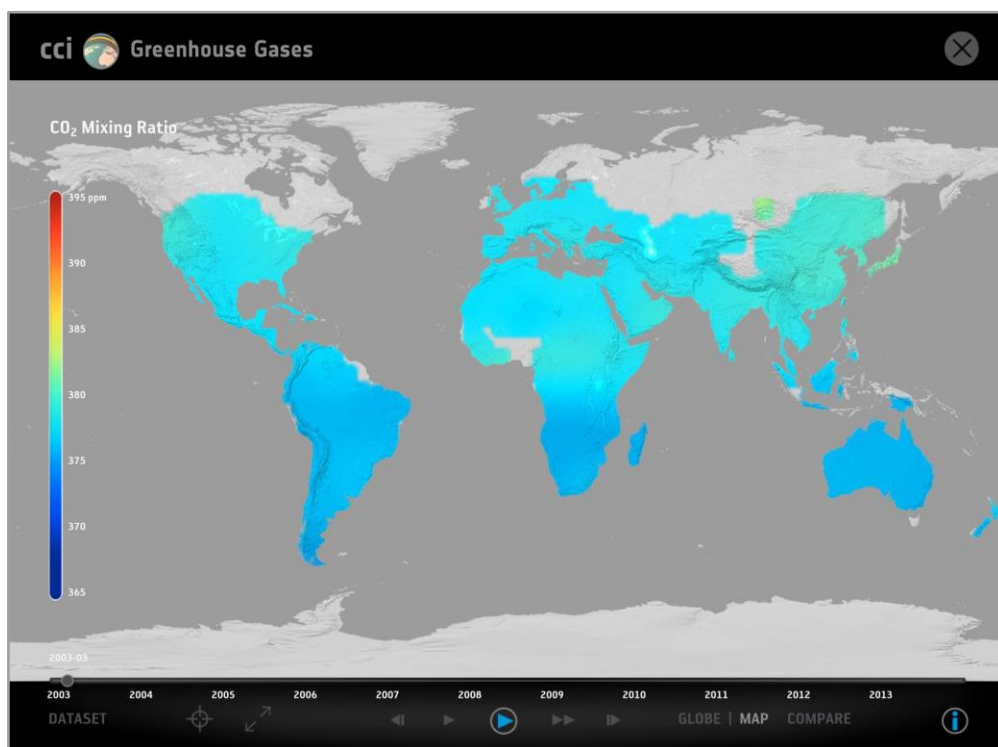
esa.int/spaceinvideos/Videos/2018/01/Change_in_atmosphere

Tudnivalók a tengerszintről és a tengerszintmérésről

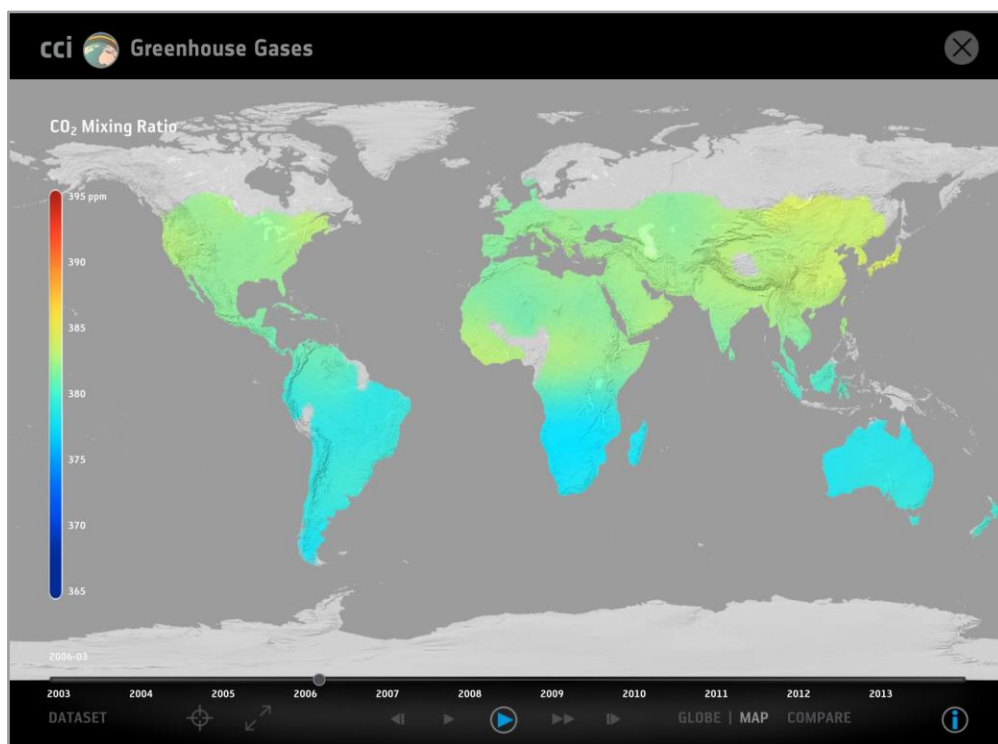
www.esa-sealevel-cci.org/Sea%20Level%20information

→ 1. melléklet

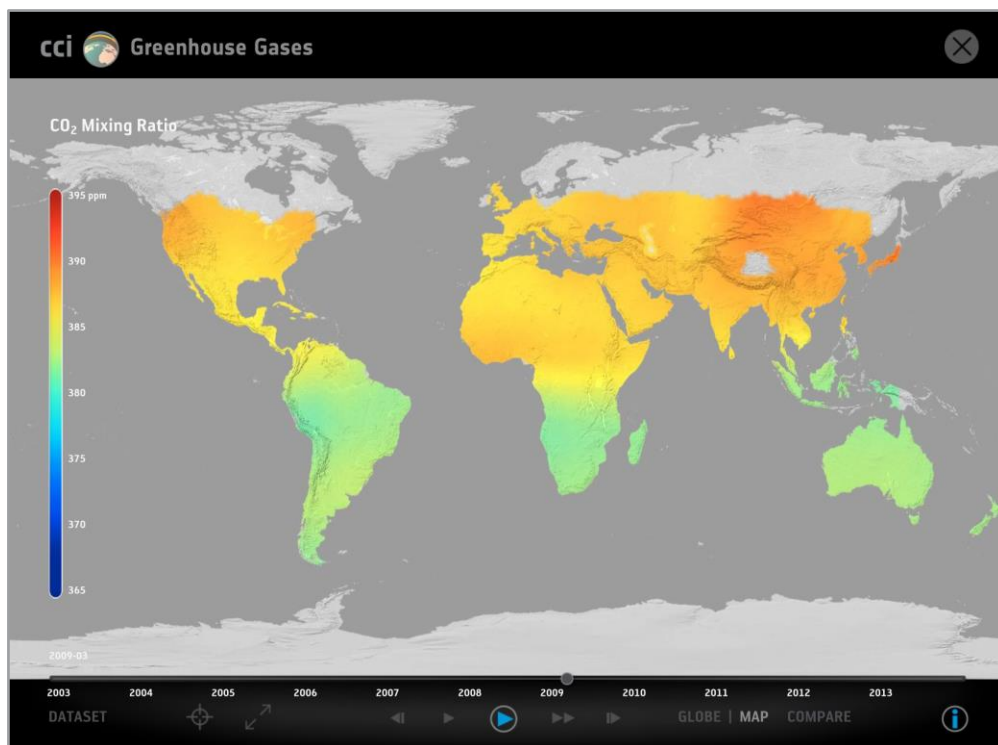
Az alábbi térképek műholdas adatok alapján mutatják be a légköri szén-dioxid eloszlását milliommód térfogatrészben (CO₂-keveredési arány) különböző évekre vonatkozóan. Az adatokat az Európai Űrügynökség-CCI üvegházhatású gázokkal foglalkozó csoportja szolgáltatta.



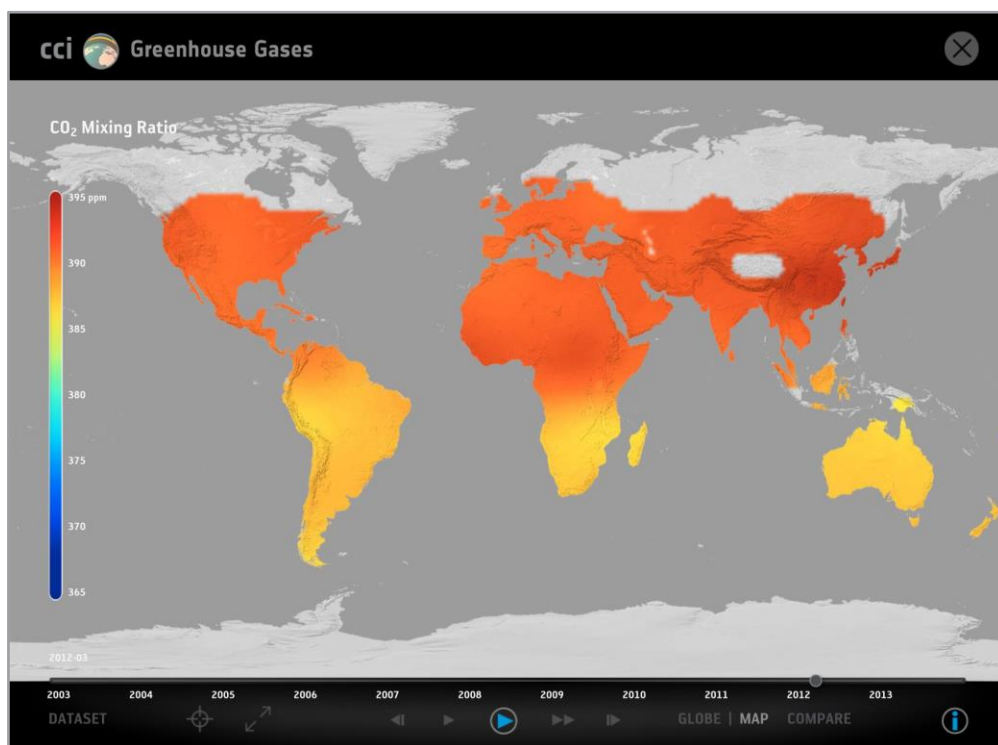
↑ 2003. március



↑ 2006. március

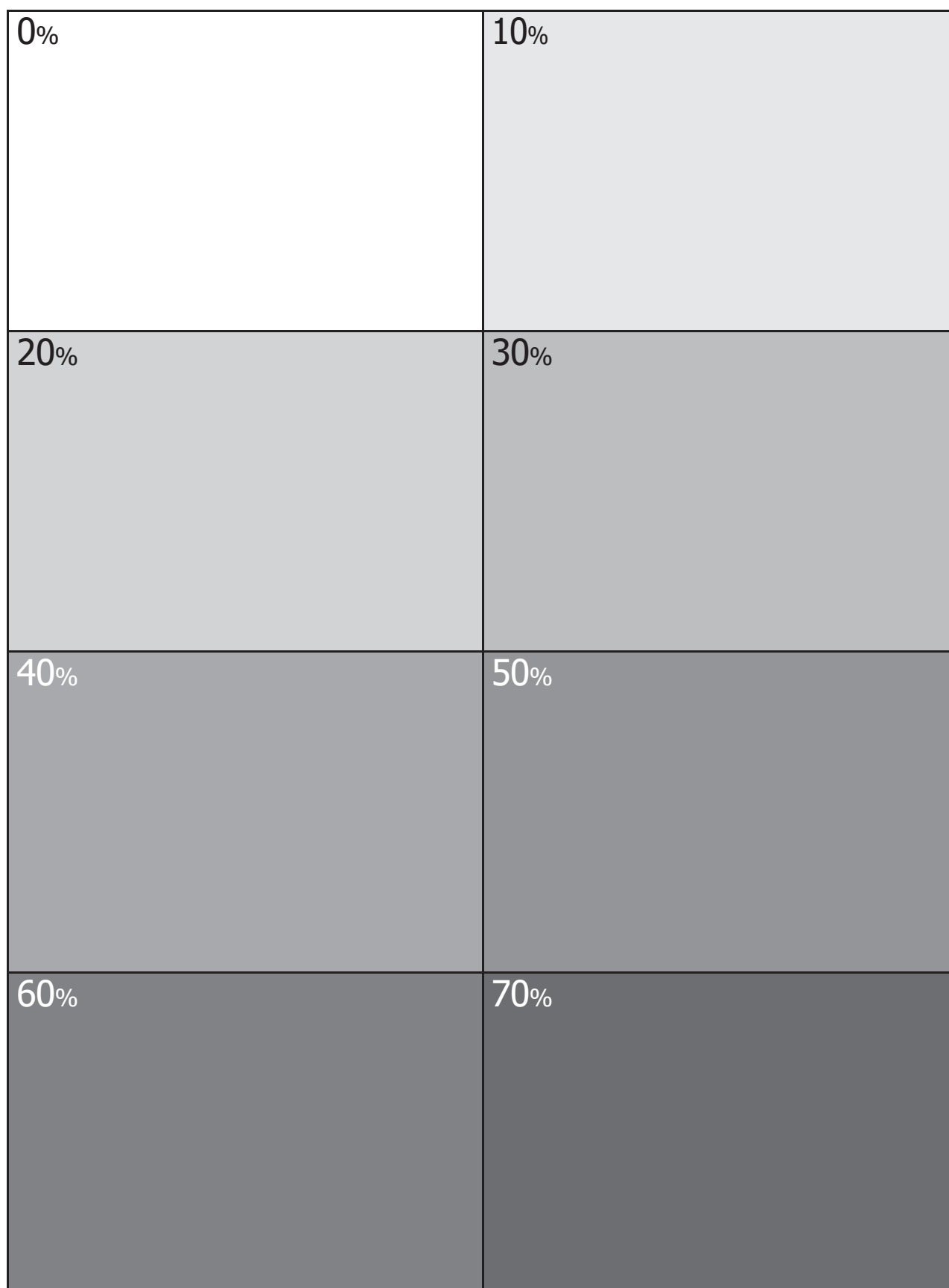


↑ 2009. március



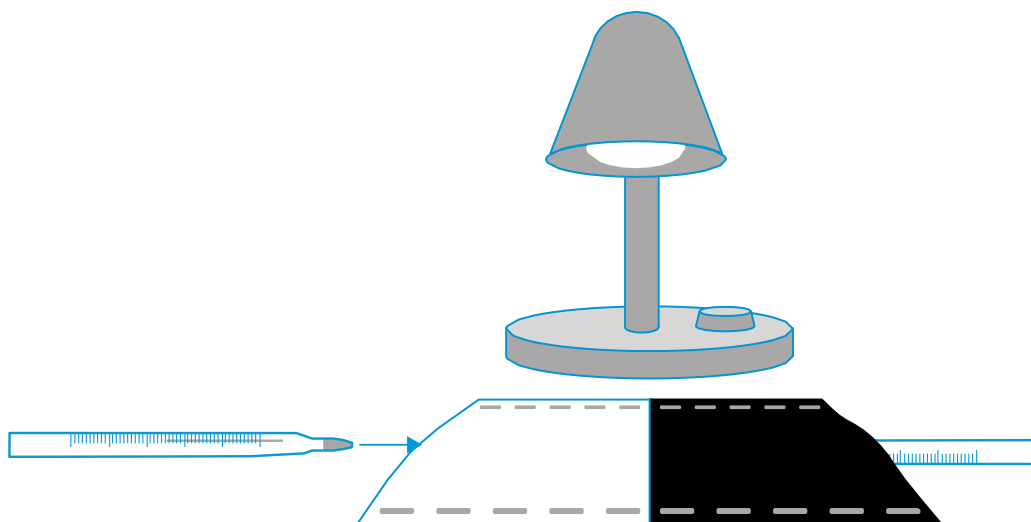
↑ 2012. március

→ 2. melléklet



→ 3. melléklet

Hogyan befolyásolja a felületek színe a hőmérsékletüket?



1. Vágjatok ki fekete és fehér színespapírból egy-egy 15 x 15 cm-es négyzetet.
2. Mindkét négyzetet hajtsátok félbe kétszer.
3. Tűzzétek össze mindkét négyzet oldalsó széleit, hogy zsebeket formázzanak.
4. Helyeztetek mindkét zsebbe egy-egy hőmérőt az üvegtartályos végükkel befelé.
5. Helyeztetek a papírzsebeket a hőmérőkkel együtt közvetlenül a lámpa alá (vagy napos helyre) úgy, hogy egyenlő mennyiségű fényt kapjanak. A lámpa fénye egyenesen lefelé irányuljon (lásd a fenti ábrát).
6. Várjatok két percig, amíg a hőmérők átveszik a környező levegő hőmérsékletét. Ez lesz a kiindulási hőmérséklet. Ez idő alatt a hőmérőket ne érje napfény.
7. Kapcsoljátok be a lámpát. A következő 20 percen kétpercenként jegyezzétek fel a két hőmérő által mutatott értékeket.

A fehér és fekete lapok közötti hőmérsékletkülönbség jellemzően 2–3 Celsius-fok lesz a lámpa alatt, a napon mérve akár 5–6 Celsius-fok is lehet.