



Időjárási ismeretek 9. osztály



Buránszkiné Sallai Márta
OMSZ, EKF-NTDI

1. óra

1. RÉSZ

A LÉGKÖR ANYAGA ÉS SZERKEZETE

A Föld légköre

A Földet több tízezer méter vastagságú levegőburok veszi körül.
Ez a burok a világűrben is megfigyelhető.

A légkör a földi élet legfontosabb alapeleme.

- A légköri oxigén tartja életben az élővilág nagy részét.
- Véd a nap káros sugárzásától.
- A légköri hőmérséklet- és nyomásviszonyok állandó változása az időjárási folyamatok mozgatórugója.
- Az éghajlat változásának is légköri okai vannak.
- A súrlódás révén elégeti a Föld felé tartó meteoritokat.



A kép forrása:

<http://rewrite.origos.hu/s/img/i/1006/20100628folddisco1.jpg>

A léghő összetétele

A léghő anyaga a levegő. A levegő különböző gázok keveréke, de tartalmaz folyékony és szilárd halmazállapotú anyagokat is.

A levegő átlátszó, szagtalan volta ellenére anyag, melynek mérhető tulajdonságai vannak.

Emlékszel még az ezt igazoló kísérletekre?

1. kísérlet: A levegőnek térfogata van.

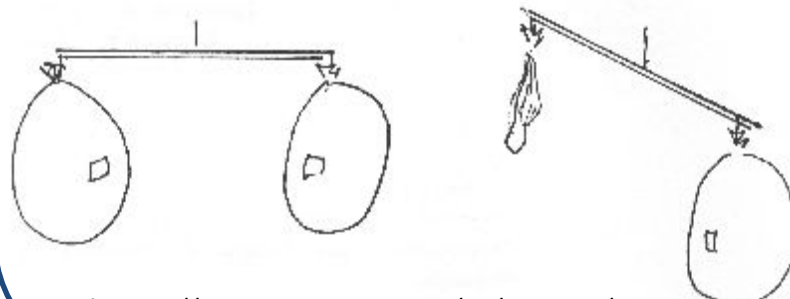
Vegyünk egy üres palackot, s merítsük bele egy vízzel teli tálba. A víz beáramlik az üresnek hitt palackba, s kiszorítja a benne lévő levegőt. A levegő kis buborékok formájában távozik.

A palack tehát mégsem volt üres!



2. kísérlet: A levegőnek mérhető tömege van.

Ezt egy pálcikából készített kétkaros mérleg és két lufi segítségével kimutathatjuk az alábbi ábra szerint. A lufik oldalára ragasszunk egy darabka szigetelőszalagot, hogy a kiszúrásakor ne hasadjon fel!



Forrás: <http://www.ovegesegylet.hu/Cd/5.osztaly/anyag.html>

A légköri gázok

A légköri gázokat mennyiségük tartóssága alapján osztályozzuk.

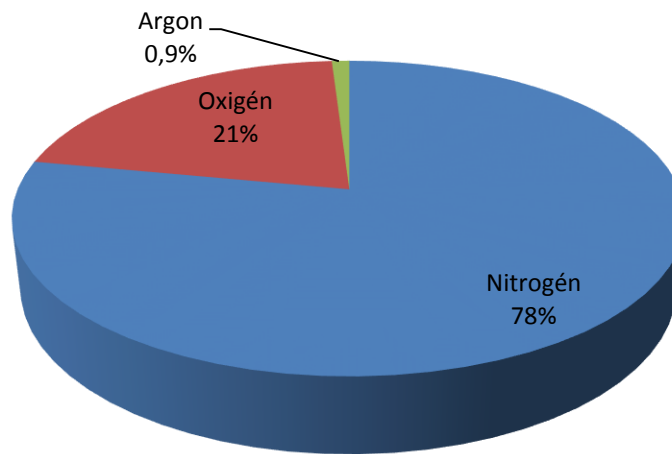
Ez a koncentrációval és a tartózkodási idővel jellemezhető.

A tartózkodási idő azt mutatja, hogy egy molekula átlagosan mennyi időt tölt a légkörben az oda való bekerülése és kikerülése között.

Állandó gázok

A légkör fő alkotórészei

•Nitrogén (N_2)	78%
•Oxigén (O_2)	21%
•Argon (Ar) és egyéb nemesgázok	0,9%



Ezek koncentrációja térben (kb. 80 km-es magasságig) és időben lényegében egyáltalán nem változik, ezért állandó gázoknak hívjuk őket.

Tartózkodási idejük ezer években mérhető.

A légköri gázok

Változó gázok:

Azok a légköri gázok, amelyeknek a koncentrációja néhány éven, vagy évtizeden belül észrevehetően módosul.

Ezek a gázok már nagyon csekély arányban vannak jelen a légkörben. Ezért a koncentrációt ppm egységben adjuk meg, mely azt mutatja meg, hogy a térfogatrészben egymillió molekulából hány darab például a CO₂ molekula.

A legfontosabb változó gázok az alábbiak:

	Koncentráció (ppm)	Tartózkodási idő (év)
szén-dioxid (CO ₂)	380	20–150
metán (CH ₄)	1,77	10
hidrogén (H ₂)	0,50	2
dinitrogén-oxid (N ₂ O)	0,32	150

A légköri gázok

Erősen változó gázok:

Ide azokat a gázokat soroljuk, amelyeknek mennyisége néhány nap, vagy hét alatt megváltozik.

A vízgőz kivételével ezek a gázok nagyon csekély (maximum néhány század ppm) mennyiségben vannak jelen a légkörben.

Koncentrációjukat nem is lehet egyetlen számmal jellemezni, mivel rövid tartózkodási idejüknek köszönhetően mennyiségük térben és időben tág határok között változhat.

	Tartózkodási idő (nap)
vízgőz (H ₂ O)	10
ózon (O ₃)	10
nitrogén-dioxid (NO ₂)	3
szén-monoxid (CO)	30
ammónia (NH ₃)	5
kén-dioxid (SO ₂)	2
kén-hidrogén (H ₂ S)	2

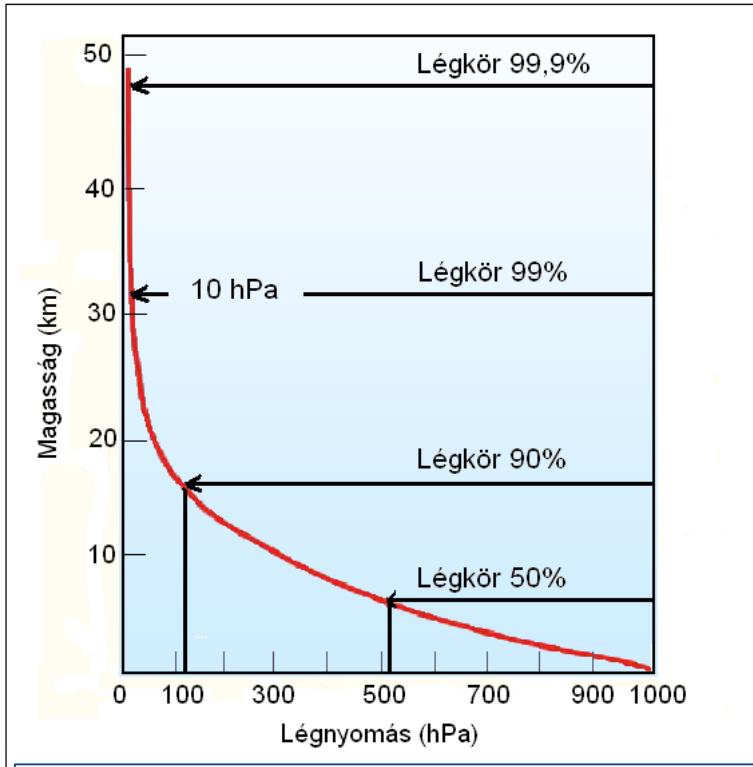
Amit a légköri gázokról még tudni kell:

- **Az oxigén** tartja életben az élővilág túlnyomó részét. A növények életműködése során fotoszintézis révén jut a légkörbe. A légkörből szerves anyagok bomlásakor, továbbá egyéb oxidációs folyamatokkal vonódik el.
- **A nitrogén** elsősorban növényi és állati anyagok bomlásával kerül be a légkörbe. Kikerülése biológiai folyamatok útján történik, melyben fontos szerepet játszanak a talajban található baktériumok.
- **Az ózon** (az oxigén háromatomos molekulája) viszonylag kis mennyiségben található a légkörben. Azáltal azonban, hogy az ózon az élő szervezetekre káros ultraibolya sugárzás nagy részét képes elnyelni, valamint a magasabb légrétegek sugárzásmérlegére döntő hatást gyakorol, ez a csekély mennyiség is nagy fontossággal bír.

Amit a légköri gázokról még tudni kell:

- **A szén-dioxid** koncentrációja csekély az állandó gázokéhoz képest, de amint azt később tanulni fogjuk, az ún. üvegházhatás révén igen fontos szerepet játszik a Föld éghajlatának alakításában. A légkörbe szerves anyagok bomlásával, élőlények lélegzésével, vulkáni kitörésekkel, továbbá a tüzelőanyagok (ezek között is elsősorban a fosszilis tüzelőanyagok, mint pl. szén, kőolaj, földgáz) elégetésével kerül. Ezzel szemben a növények a fotoszintézis révén szén-dioxidot vonnak ki a légkörből.
- Korunk nagy problémája a CO_2 koncentráció folyamatos növekedése. Ennek okai között elsősorban az iparosodással együtt járó fokozódó fosszilis tüzelőanyag felhasználást és a nagymérvű erdőirtást kell megemlíteni. Ez az üvegházhatás erősödése miatt a globális átlaghőmérséklet emelkedését, az éghajlat megváltozását vonja maga után.

A légkör szerkezete



Az ábrán az látható, hogy a légkör tömege és a nyomása hogyan változik a magassággal

A légkör felső határát nem lehet pontosan meghatározni.

A Föld felszínétől távolodva a légkör egyre inkább ritkul.

A légkör túlnyomó része, tömegének 95%-a az alsó 20 km-es rétegben sűrűsödik össze. 80 km fölött már csupán tömegének 0,001%-a található.

A légkör anyaga tehát nem hirtelen, hanem fokozatosan megy át a bolygóközi térbe.

A különböző gázok és részecskék tömegének azon összességét tekinthetjük a Föld légkörének, melyet bolygónk saját tengelye körüli forgása, vagy tágabb értelemben a Nap körüli keringése során magával visz



A légkör szerkezete

A légkört mintegy 1000 km-es magasságig hőmérsékleti tulajdonságuk alapján négy szintre osztjuk.

Az egyes rétegeket **szféráknak** hívjuk.

- Troposzféra
- Sztratoszféra
- Mezoszféra
- Termoszféra

A szférákat ott határoljuk el egymástól, ahol a hőmérséklet csökkenése, vagy növekedése ellenkező irányú folyamatba vált át.

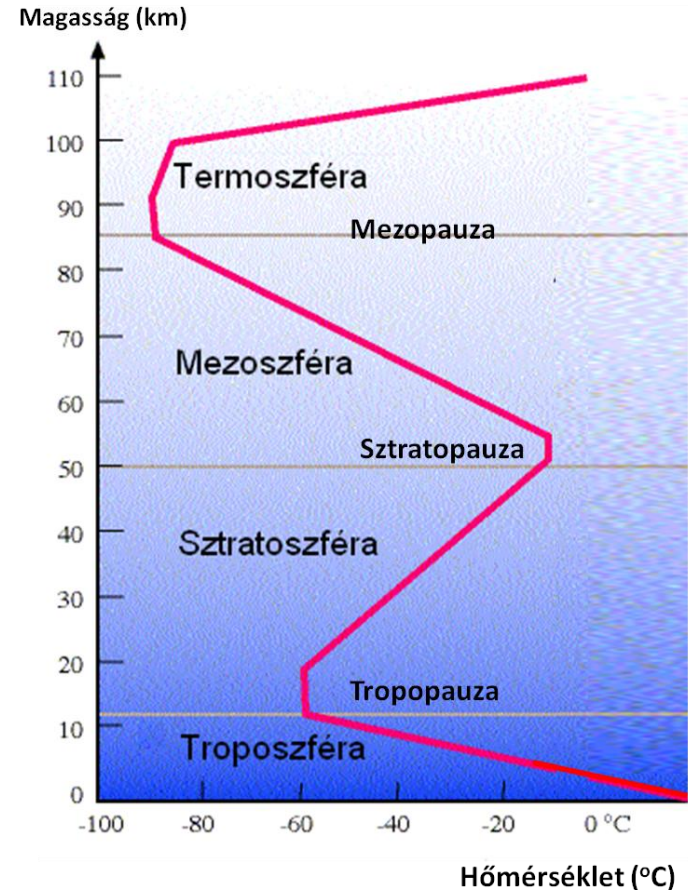
Az egyes szférák közötti átmeneti rétegeket **pauzáknak** hívjuk.

- Tropopauza
- Sztratopauza
- Mezopauza

A légkör szerkezete

A troposféra

- Vastagsága átlagosan 10-12 km.
(Az Egyenlítő fölött 17-18, a sarkokon 7-8 km.)
- A légkör tömegének 80 - 90%-a, valamint a légkör csaknem teljes vízmennyisége a troposzférában található.
- Itt játszódik le az időjárási folyamatok túlnyomó többsége.
- **A hőmérséklet a magassággal általában csökkenést mutat**, átlagosan 6.0-6.5 °C-ot csökken km-enként.
- A troposféra tetején ez a csökkenés megáll, a hőmérséklet értéke nem változik, kb. -56 °C.
- Ez a tropopauza, ami elválasztja a troposzférát a fölötte következő rétegtől, a sztratoszférától.

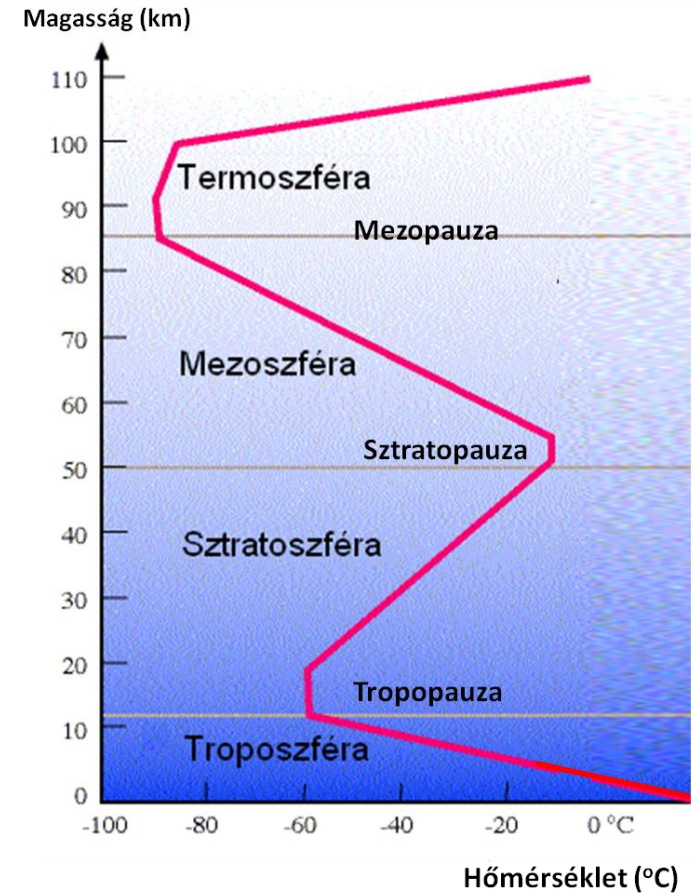


További információt a troposzféráról a fejezet végén találhatsz!

A légkör szerkezete

A sztratoszféra

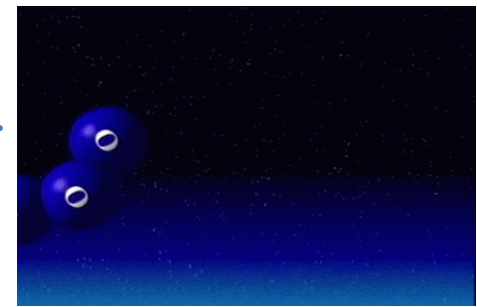
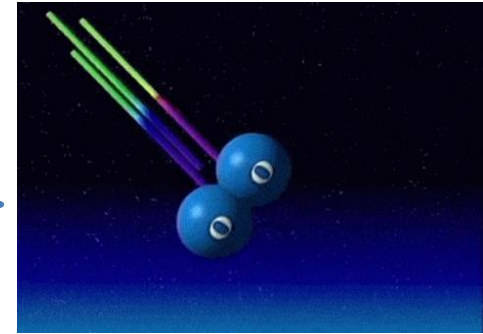
- A troposzféra fölött, kb. 11-50 km magasságban helyezkedik el.
- Ebben a tartományban **a hőmérséklet jelentősen emelkedik**: $-56\text{ }^{\circ}\text{C}$ fokról $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ fokra.
- A hőmérséklet emelkedésének oka az ózonréteg jelenléte. Ennek okát a következő dián láthatjátok.
- A sztratoszférában kb. 20 km-es magasságban található egy lebegő vulkáni kén-dioxid és aeroszol réteg (Junge-féle öv), amely gyengíti a napsugárzást.
- A sztratoszférát a mezoszférától a sztratopauza választja el.



A légkör szerkezete

Hogyan melegíti az ózonréteg a sztratoszférát?

- A Nap ibolyántúli (UV) sugárzása a kétatomos oxigénmolekulákat (O_2) atomokká bontják (O-O).
- Az oxigénatomok kétatomos oxigénmolekulákkal egyesülve hozzák létre az ózont (O_3).
- Hasonló módon az ózon szétbomlik, ha az ózon molekula O-O kötését felbontja a napfény.
- Ebben az esetben az oxigén atom másik ózon molekulával lép reakcióba, és két oxigén molekulát hoz létre.
- Az ózon tehát folyton keletkezik és bomlik.
- Ugyanaz az UV sugárzás, ami szükséges az ózonkeletkezéshez, elnyelődik az ózonréteg molekulái révén.
- Ez a káros UV sugárzás nem éri el a légkör alacsonyabb részeit, és így a Föld felszíne védve van.
- Az UV sugárzásnak energiája van. Az energia hősugárzássá alakul, és a sztratoszféra melegedéséhez vezet.



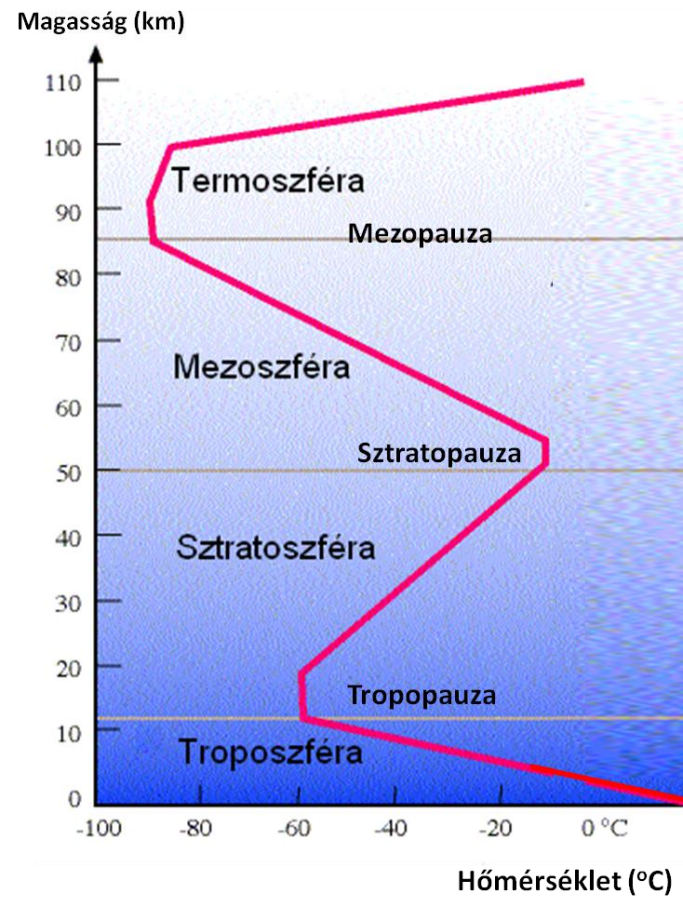
animáció forrása:

http://www.youtube.com/watch?v=k2kpz_8ntJY

A légkör szerkezete

A mezoszféra

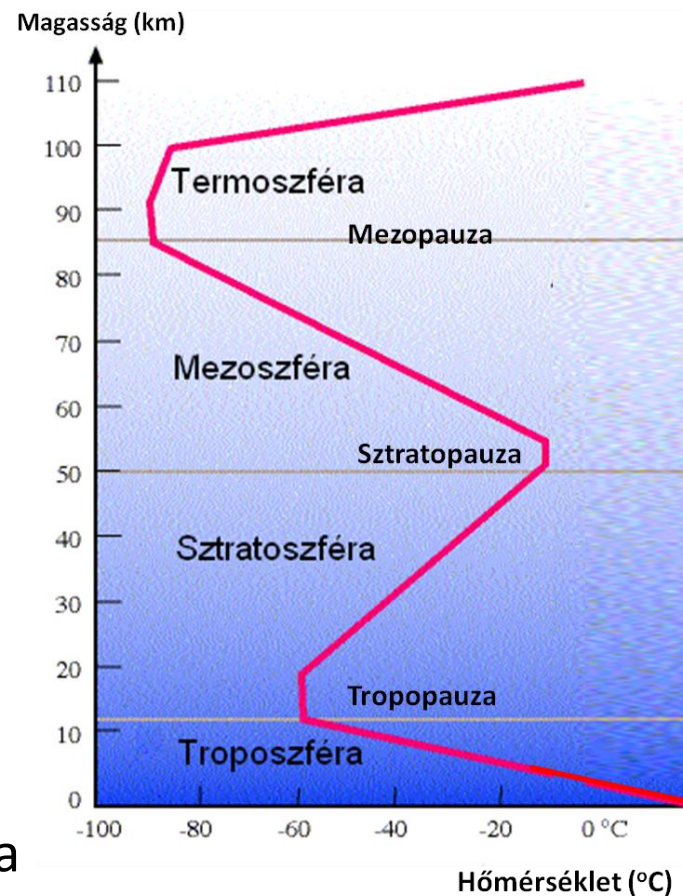
- A sztratoszféra fölött kb. 85 km magasságig a mezoszféra található.
- Ebben a tartományban a **hőmérséklet újra csökken** a negatív csúcsot ($-120\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$) jelentő mezopauzáig.
- A Föld felé tartó meteoroidok jórészt a mezoszférában égnek el.



A légkör szerkezete

A termoszféra

- A mezoszféra fölött lévő termoszférában a **hőmérséklet gyorsan emelkedik** a direkt napsugárzás elnyelődése révén
- A termoszféra (gázainak) hőmérséklete 500-1750 °C közötti, a levegő rendkívüli ritkasága miatt azonban a hőtartalom nagyon kicsi.
- A termoszféra ritka anyaga ionokból, vagyis elektromos töltésű részecskékből áll.
- Ezért ezt az elektromosság vezetésére alkalmas réteget ionoszférának is nevezik.
- A szférának ez az elektromos tulajdonsága fontos az emberiség számára, mert visszaveri a rádióhullámokat.



1. óra

2. RÉSZ

A NAPSUGÁRZÁS ÉS AZ AZT MÓDOSÍTÓ TÉNYEZŐK

A nap sugárzása

- Tudjuk, hogy a nap sugárzó energiájának nélkülözhetetlen szerepe van a földi élet szempontjából.
- A nap a levegő felmelegedésének forrása. A felmelegedés mértékét azonban sok tényező befolyásolja.

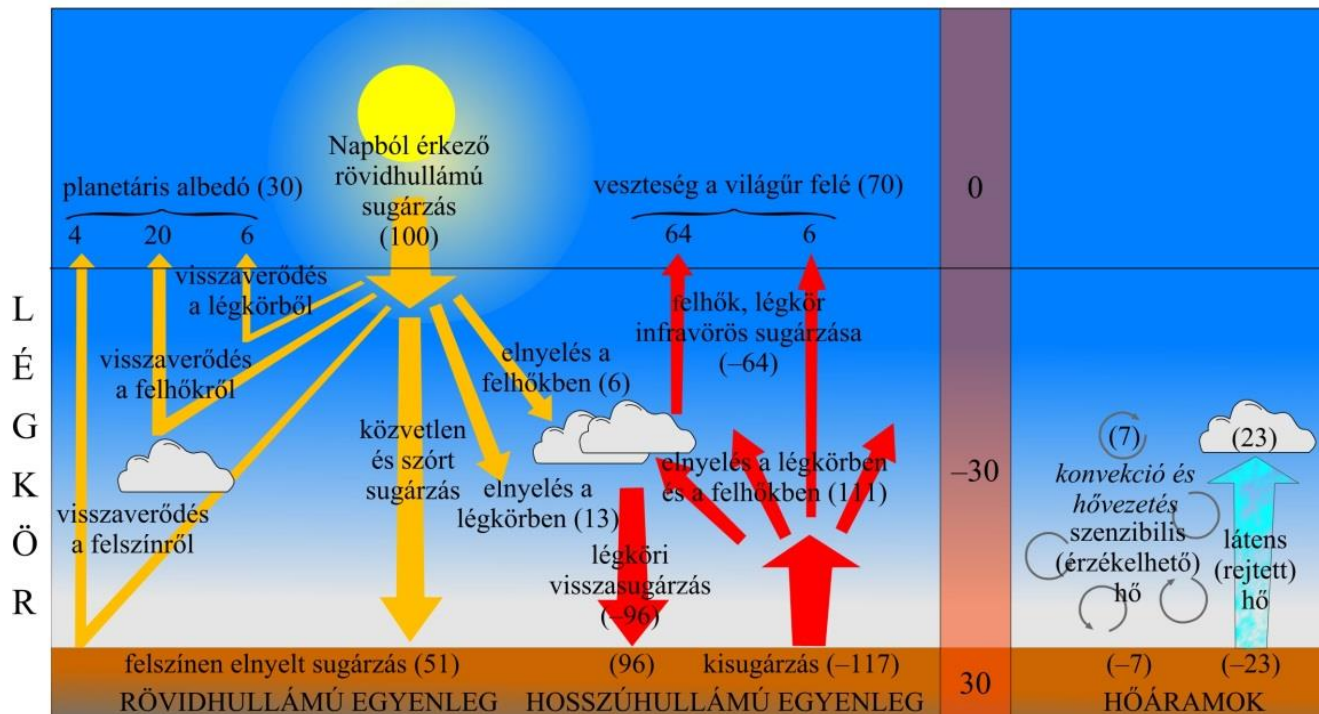
A következőkben azt vizsgáljuk meg, hogy miként melegíti fel a Nap sugárzása a légkört.

- Földünk a Nap körül keringő bolygó, amelynek átlagos hőmérséklete 15 °C körüli.
- Az, hogy a Föld hőmérséklete a Napból jövő 5700 °C körüli hőmérsékletű sugárzás ellenére állandó, azt jelenti, hogy a Föld a Napból érkező energiát nem tárolja, hanem visszajuttatja az űrbe.
- A következőkben ezzel a folyamattal ismerkedünk meg.

Vizsgáljuk meg, hogy mi lesz a sorsa a Napból a légkör határára érkező 1370 W/m^2 sugárzási energiának.

(Ez az érték a napállandó, ami a nevével ellentétben változik, a napfoltokkal összhangban ingadozik és függ a Nap - Föld távolságtól is.)

- A Napból érkező sugárzás rövidhullámú sugárzás.
- Tudjuk, hogy a sugárzási energia és a hullámhossz fordítottan arányos, így a rövidhullámú sugárzás nagy energiát, ezzel nagy hőt hordoz.
- A nap sugárzása mégsem közvetlenül melegíti fel a légkört.

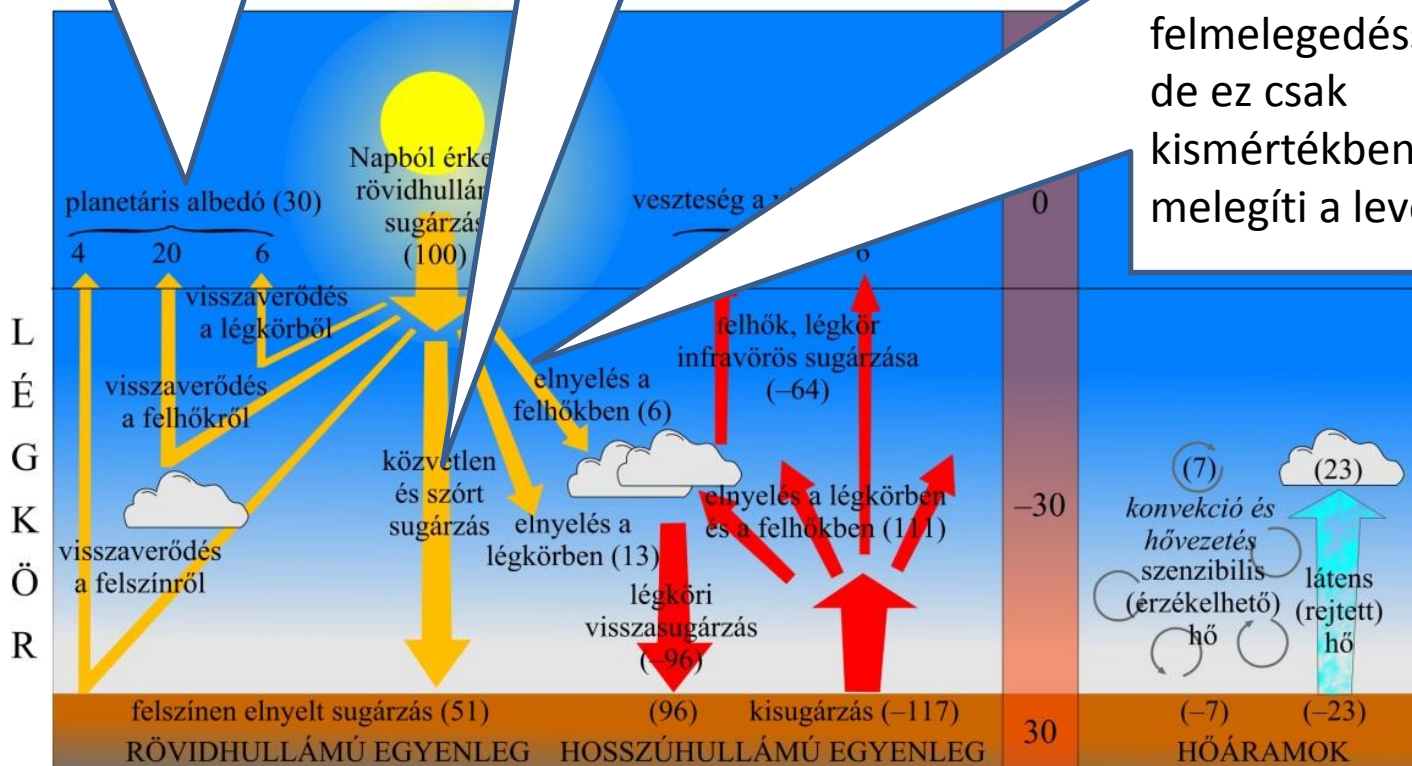


Hogyan melegszik fel a légkör?

2. A sugárzás kb. 30%-a visszaverődik
-a felszínről,
-a felhőkről,
-a légkör egyes elemeiről.

1. A Napból érkező rövidhullámú sugárzásnak csak kb. fele éri el a földfelszínt.

3. A sugárzás kb. 15-20%-át elnyelik
-a felhők és
-egyes légköri összetevők (pl. ózon)
Az elnyelés hőtermel és felmelegedéssel jár, de ez csak kismértékben melegíti a levegőt.



A levegőt a Nap sugárzásától felmelegedett földfelszín alulról felfelé melegíti fel.

3. A felszíni hosszuhullámú kisugárzás egy részét a légkörben lévő gázok és aeroszol részecskék részben elnyelik, illetve visszasugározzák.

A légkör e hővisszatartó képességét

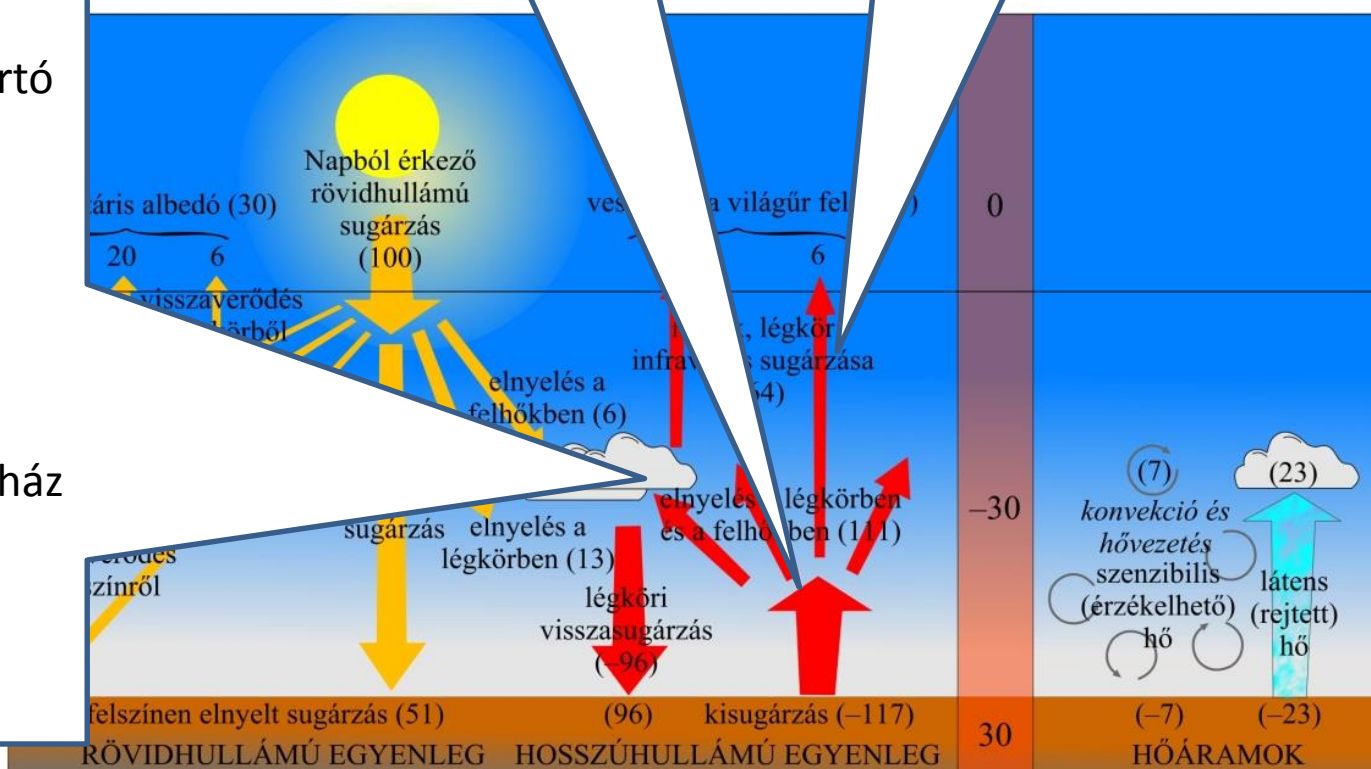
üvegházhatásnak

nevezzük.

- A két legfontosabb üvegház hatású gáz a vízgőz és a CO₂
- Ha nem lenne üvegház hatás, a légkör hőmérséklete -35 °C lenne.

1. A felmelegített földfelszín hosszuhullámú (infravörös) tartományban sugároz.

2. Ennek a sugárzásnak egy részét a légkör akadálytalanul átengedi a világűr felé. Ezt légköri ablaknak hívják.



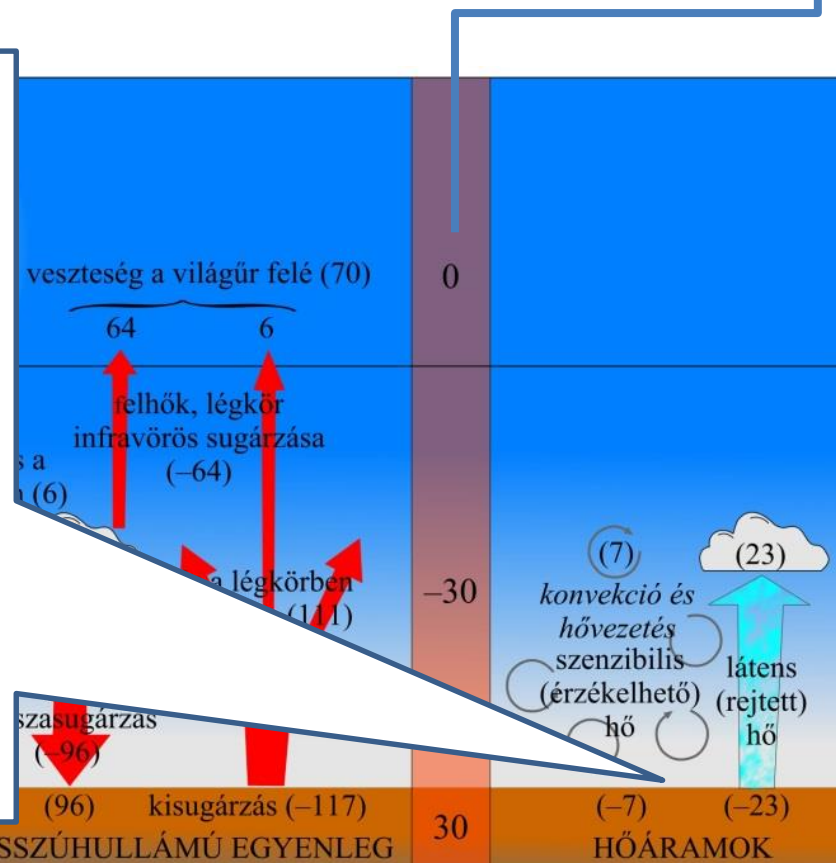
Ahhoz, hogy a Föld hőmérséklete ne melegedjen állandóan, az kell, hogy Föld felé érkező besugárzás ugyanannyi legyen, mint a világűr felé távozó kisugárzás.

Az ábrán látható, hogy ez nagyjából* teljesül, a különbség 0.

(* Valójában pozitív sugárzási kényszer van az üvegház hatású gázok mennyiségének növekedése miatt, azaz kicsit több a besugárzás, mint a kisugárzás. Ez vezet a globális felmelegedéshez.)

- A sugárzási egyenleg a teljes rendszert tekintve 0, de a felszín és a légkör között nettó sugárzási energiakülönbség áll fenn (rendre -30 , illetve $+30$ egység).
- Ezt a különbséget viszont már nem a sugárzási folyamatok egyenlítik ki, hanem a
 - meleg levegő feláramlása (konvekció), és
 - a látens (rejtett) hő*

(* A látens hő az a hőmennyiség, amely a párolgás során elnyelődik, és ha a felhőben a vízgőz kicsapódik, azaz ismét cseppfolyós halmazállapotú lesz, akkor ez a hő felszabadul.

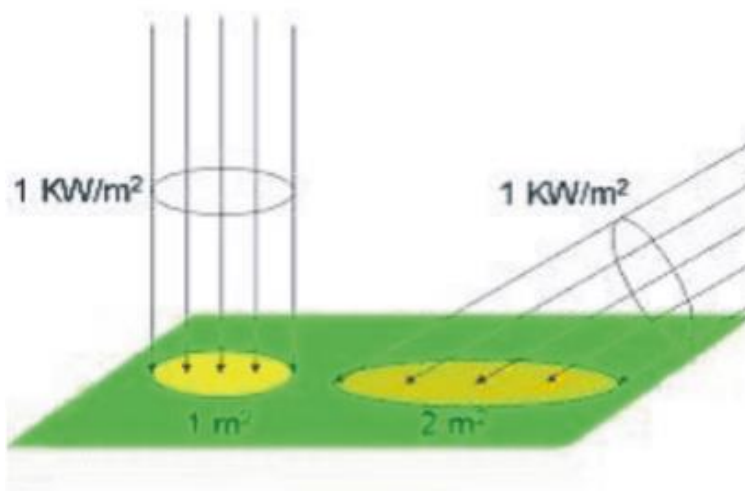


A levegő felmelegedését módosító tényezők

I. tényező:

A levegő felmelegedésének mértéke elsősorban a napsugarak hajlásszögétől függ.

Minél nagyobb a napsugarak felszínnel bezárt hajlásszöge, annál több energia jut a földfelszín ugyanakkora területére.



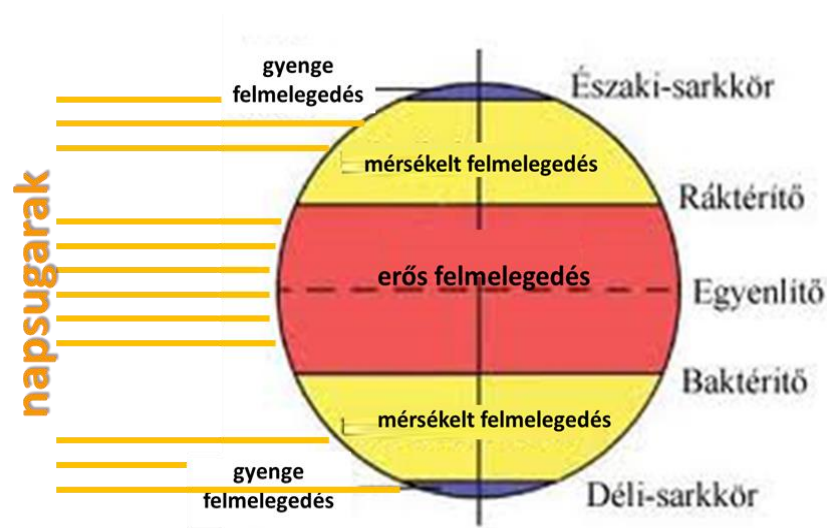
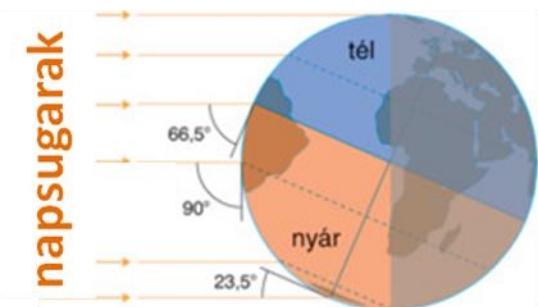
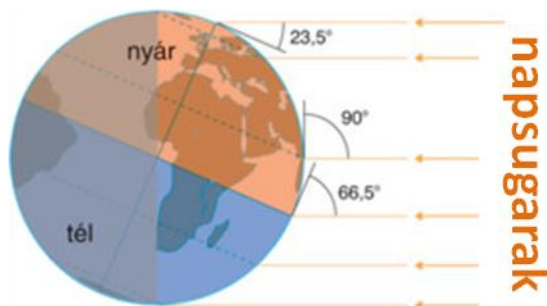
Vegyük sorra ezeket!

A napsugarak hajlásszöge három ok miatt változik:

- 1. A Föld gömb alakja miatt.**
- 2. Egy adott földrajzi szélesség mentén a Nap látszólagos járásának megfelelően, ami a Föld forgásának a következménye.**
- 3. A domborzat miatt.**

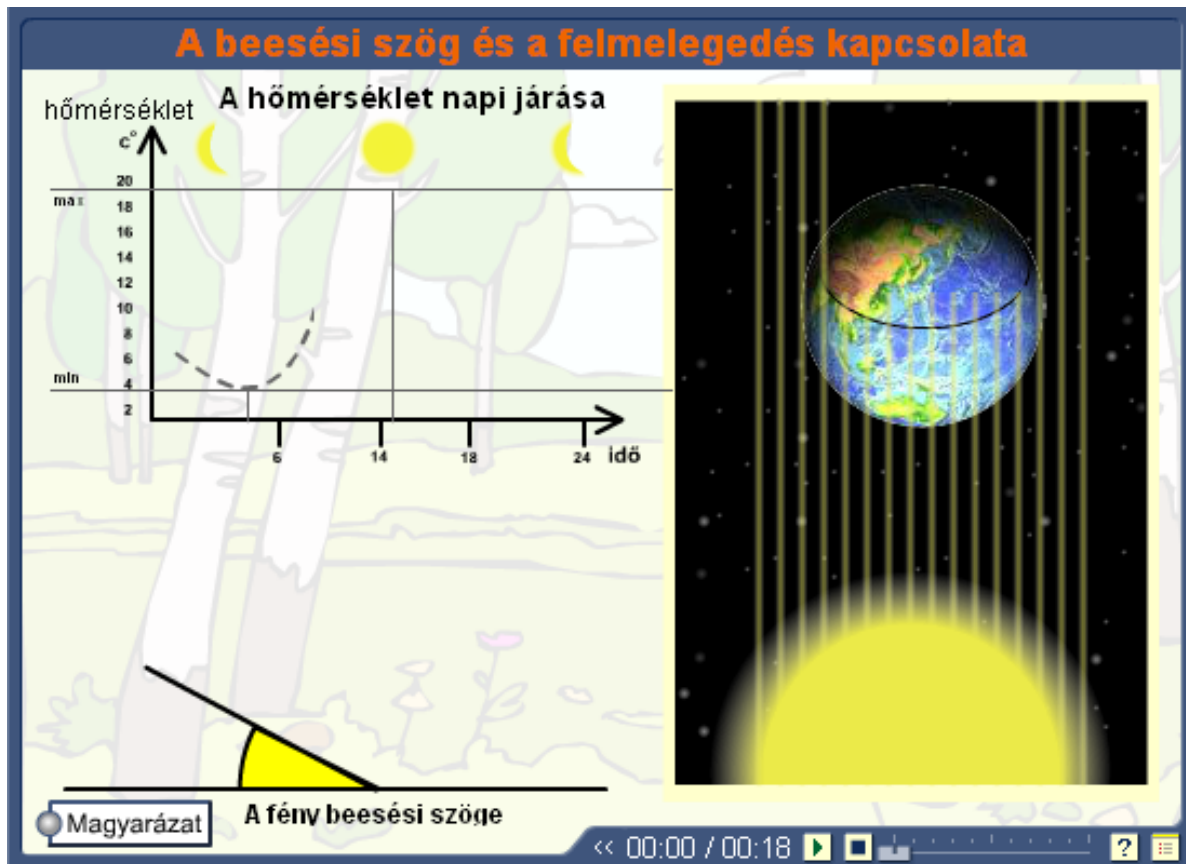
1. A gömb alakú Földön a napsugarak hajlásszöge az Egyenlítőtől a sarkok felé csökken.

A Föld tengelyferdesége miatt ráadásul a napsugarak nem ugyanabban a szögben érik a földfelszínt télen és nyáron.



2. A hajlásszög napszakonként is változik

Minél magasabban jár a Nap, annál erősebben melegít, mert a napsugarak hajlásszöge nagyobb.



Ez alakítja a hőmérséklet napi járását.



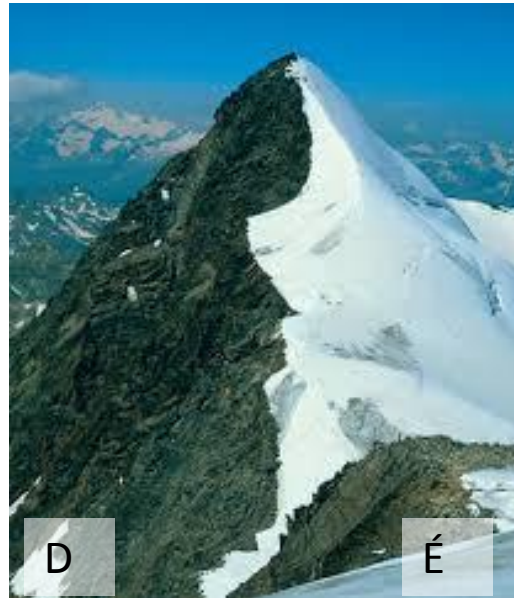
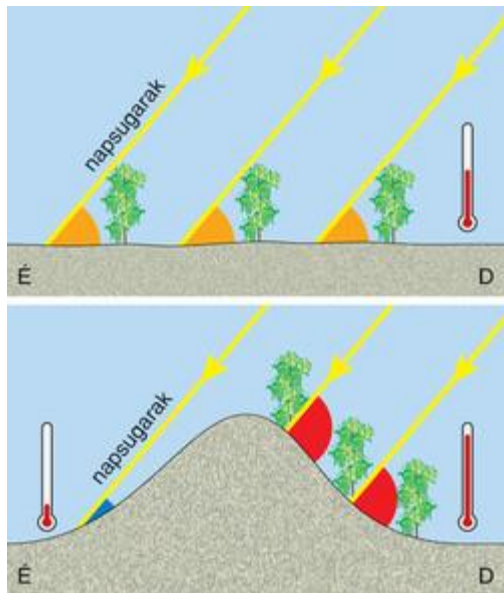
Animáció forrása:

http://cms.sulinet.hu/get/d/33015564-0f17-4fbc-9dfa-b74214357908/1/8/b/Large/o5-anim_1-06.swf

3. A napsugarak hajlásszöge függ a domborzattól is. Ez a tényező lejtőkiettség

Másképpen melegszenek fel a hegyek északi és déli lejtői.

Hazánkban a déli lejtőket nagyobb szögben érik a napsugarak, ezért jobban felmelegednek.



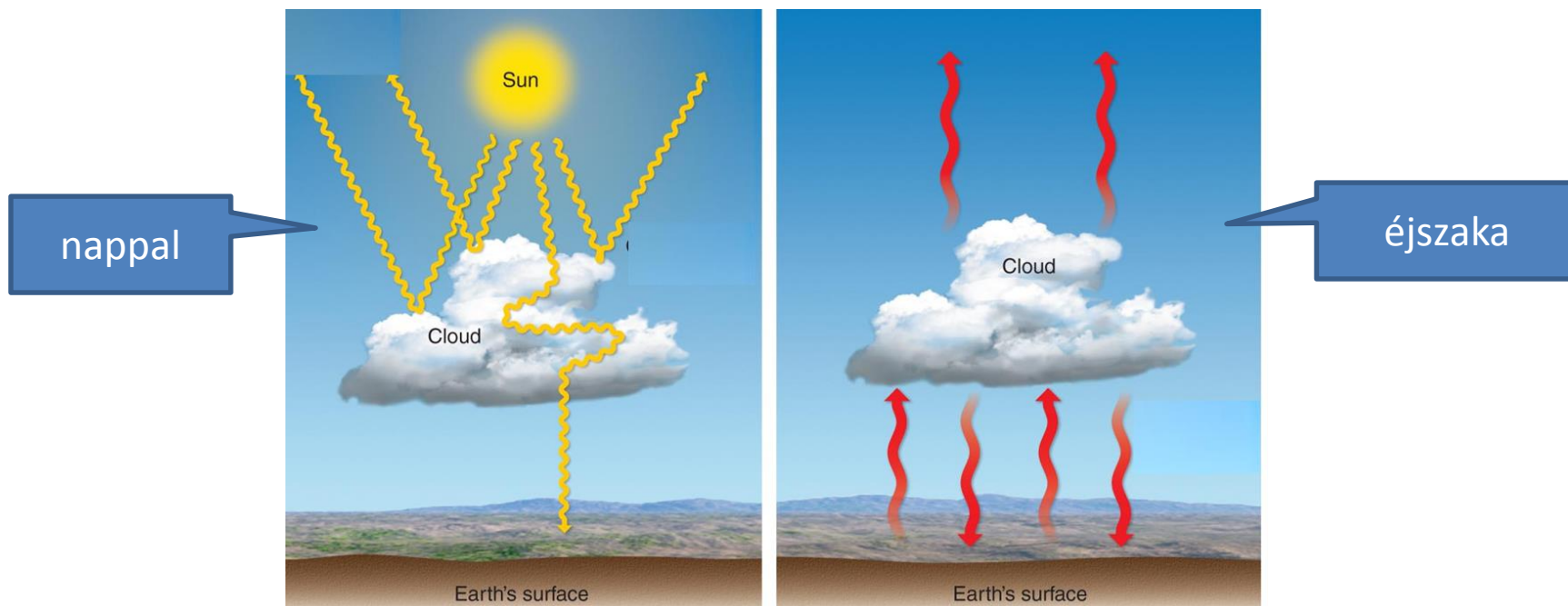
Milyen különbséget figyelhatsz meg a növényzetben?

A levegő felmelegedését módosító tényezők

II. tényező

A felmelegedés mértéke függ a felhőzettől is.

- Minél több a felhő, annál kevesebb napsugárzást enged át nappal. Ezzel mérsékli a felmelegedést.
- Éjszaka viszont besugárzás nincs, csak kisugárzás. A felhőzet ilyenkor a kisugárzott hőt elnyeli, illetve visszasugározza, ezzel mérsékli a lehűlést. Ezért van az, hogy derült éjszakákon jobban lehűl a levegő.



A levegő felmelegedését módosító tényezők

II. tényező

A felmelegedés mértéke függ a felszín anyagától, színétől és növényzettel való borítottságától is.

- Azonos sugárzási viszonyok között a szárazföld felszíne gyorsabban és jobban melegszik fel, illetve hűl le, mint a vízé. Ezt az anyagok eltérő fajhőjével magyarázzuk.
- A felszínre érkező sugarak egy részét a felszín nem nyeli el, hanem visszaveri, ezáltal a felszín nem, vagy csak kevésbé melegszik fel.
- A felszínnek ez a fényvisszaverő képessége az **albedó**.

Különböző felszínek albedója



friss hófelszín
80-90%



Művelt szántó
20-32%



erdő
10-15%

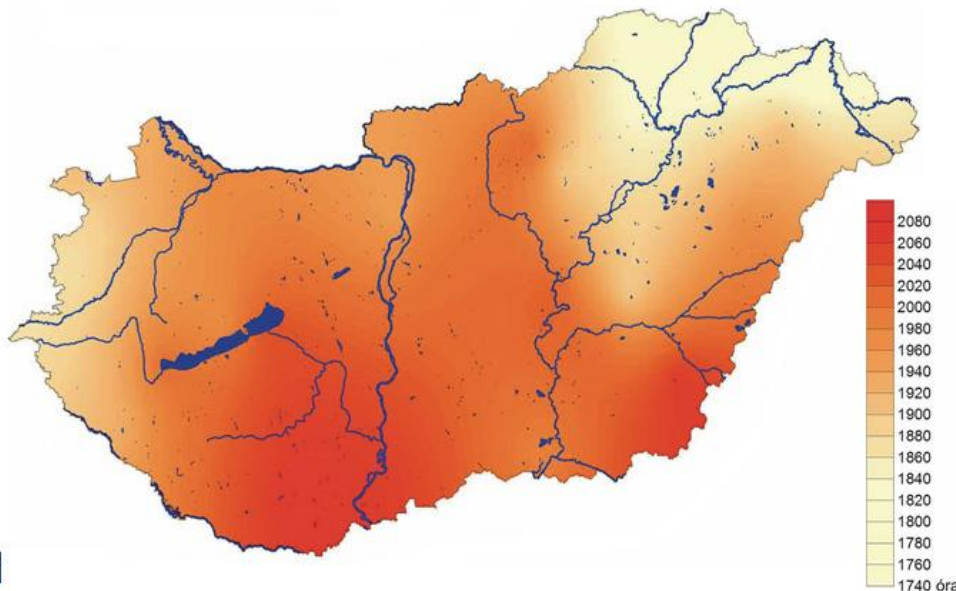


Homokfelszín
10-25%

A levegő felmelegedését módosító tényezők

A felmelegedés szempontjából a napsütéses órák száma, vagyis a napfénytartam szintén meghatározó szerepet játszik.

- Az évi napsütéses órák száma a Földön nagy különbségeket mutat. Míg a térítők mentén fekvő sivatagokban 4000 óra körüli, az óceáni területeken néha az 1000 órát sem éri el.
- Magyarországon a napsütéses órák száma évente 1800-2100, de az átlagos területi eloszlás még országon belül is változó.



Az évi átlagos napfénytartam (óra) Magyarországon az 1971-2000 közötti időszak alapján

Forrás: OMSZ

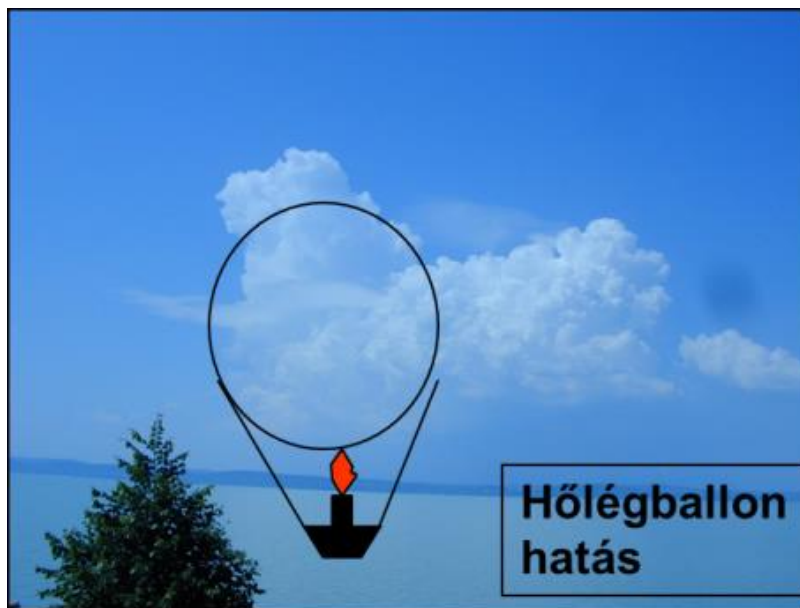
**A TÉMÁHOZ KAPCSOLÓDÓ EGYÉB
TUDNIVALÓK, ÉRDEKESSEGEK,
FELADATOK**

Miért a troposzférában játszódik le az időjárási folyamatok többsége?

Tudjuk, hogy a troposzférában a hőmérséklet csökken a magasság növekedésével. Ez a tendencia a tropopauzánál megváltozik. Sok tudós hideg csapdának nevezi, mert ez az a pont, ahol a felemelkedő levegő már nem megy magasabbra.

Ennek oka az, hogy amikor a reggeli meleg napsugárzás révén a földfelszín felmelegszik, a levegő a földfelszín közelében melegebb és könnyebb lesz, mint a felszíntől távolabb lévő.

A talajközeli levegő elkezd emelkedni, mint egy könnyű léggömb. Mindaddig, míg a környező levegő hidegebb (= nehezebb), képes emelkedni.



A tropopauzánál ez az emelkedés megáll, mert a fenti levegő melegebb és könnyebb. Ez az oka annak, hogy meglehetősen nehéz a víznek (felhőknek) áthatolnia ezen a láthatatlan hőmérsékleti határon a tropopauzánál.

Ennek következtében a legtöbb levegőkémiai és időjárási folyamat a troposzférában játszódik le. Ha a víz nem képes magasabbra jutni a troposzféránál, felhők nem alakulhatnak ki magasabb szinteken, mivel a felhők vízcseppecskéket tartalmaznak. A valóságban azért heves zivatarok esetében a zivatarfelhő áttörheti a tropopauzát.



A termoszféra a színtere a sarki fény (északi fény) jelenségének.

A sarki fény a Föld északi és déli sarkánál a légkörbe behatoló töltött részecskék által keltett időleges fényjelenség.

A töltött részecskék túlnyomóan a Napból származnak (napszél), kisebb hányadukat a Naprendszeren kívülről érkezett részecskék teszik ki.

Csak a sarkkörökön túl látható, Magyarországról nem figyelhető meg.



Gondolkozz és válaszolj!

Ha repülővel utazva elérjük a 10-11 km-es magasságot, a felhők felett mindig csak kék eget látunk, függetlenül a felhők alatt lévő helyi időjárástól. Mi ennek az oka?



Kísérletek leírása és bemutatása

Az alábbi kísérletek bemutatását az Eötvös Program keretében készítették különböző középiskolák természettudományos laboratóriumai.

Érdemes megtekinteni, vagy sokkal inkább, saját kivitelezésben elvégezni ezeket.

- A napsugárzás melegítő hatása és a hajlásszög vizsgálata:
<https://www.youtube.com/watch?v=1ptixJSjJNw>
(Eötvös Károly Gyakorló Szakközépiskola, Eger)
- A levegő felmelegedését befolyásoló tényezők szerepe:
<https://www.youtube.com/watch?v=15slRG dg5Y>
(Eötvös Károly Gyakorló Szakközépiskola, Eger)
- Lejtőszög hatásának bemutatása: <http://munkafuzet.tancsics.hu/9-efolyam/foldrajz/videok/18-lejtoszog-hatasanak-bemutatasa>
(Táncsics Gimnázium Természettudományos labor, Kaposvár)
- A domborzat éghajlat módosító hatása:
<http://munkafuzet.tancsics.hu/9-efolyam/foldrajz/videok/9-a-domborzat-eghajlat-modosito-hatasa>
(Táncsics Gimnázium Természettudományos Labor, Kaposvár)

Ellenőrző kérdések

- Igaz vagy hamis a következő állítás?: A levegőnek nincsenek mérhető tulajdonságai, mivel nem látjuk és nem érzékeljük.
- Az alábbi légköri gázok közül melyik nem állandó gáz?
 1. oxigén
 2. argon
 3. széndioxid
- Miért nevezzük a metánt változó gáznak?
- Igaz, vagy hamis a következő állítás?: Felfelé haladva a légkör sűrűsége egyre csökken.
- Hol zajlik le az időjárási jelenségek túlnyomó többsége?
 1. a sztratoszférában
 2. a troposzférában
 3. a termoszférában

Ellenőrző kérdések

- Melyik állítás igaz? A sztratoszférában a hőmérséklet a magassággal
 1. növekszik
 2. csökken
 3. nem változik
- Mi történik, amikor a Nap sugárzása eléri a Föld légkörét?
 1. A légkör alkotórészei különböző hullámhosszokon elnyelik, illetve az eredeti haladási iránytól eltérítik a Nap sugárzását.
 2. Napszél keletkezik
 3. Sarki fény keletkezik.
 4. Összekeverednek a légkör és a napsugárzás részecskéi
- Miért nem emelkedik a Föld hőmérséklete a Napból jövő $5700\text{ }^{\circ}\text{C}$ körüli hőmérsékletű sugárzás ellenére?
- Milyen tényezők módosítják a levegő felmelegedését?