OKTATÁSI HIVATAL

NAT 2020

7

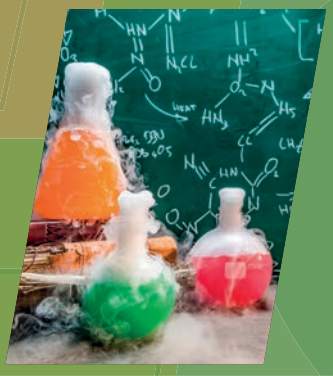












Természettudomány



A kiadvány 2022. 03. 24-től 2027. 08. 31-ig tankönyvi engedélyt kapott a TKV/384-8/2022 számú határozattal. A tankönyv megfelel a Kormány 5/2020. (I. 31.) Korm. rendelete a Nemzeti alaptanterv kiadásáról, bevezetéséről és alkalmazásáról szóló 110/2012. (VI. 4.) Korm. rendelet módosításáról megnevezésű jogszabály alapján készült Kerettanterv az általános iskolák 5–8. évfolyamára (Biológia 7–8., Fizika 7–8., Kémia 7–8.) megnevezésű kerettanterv előírásainak.

A tankönyvvé nyilvánítási eljárásban közreműködő szakértő: Botka Lajosné, Szegediné Gonda Zsófia

Tananyagfejlesztők: Ádám Péter, Bárány Zsolt, Egri Sándor, Horányi Gábor, Koncz Gábor
Lektorok: Marchis Valér, Varga Balázs, Veres Gábor
Kerettantervi szakértő: Ádám Péter
Szerkesztő: Takács Ádám
Fedél: Pétery Anna Patrícia terve alapján
Látvány- és tipográfiai terv: Pétery Anna Patrícia
Szakábra: Cseszneg Gyöngyi, Morvay Zsófia
Fotók: Shutterstock
A könyvben felhasználtuk a Dégen Csaba, Kartaly István, Sztanó Péterné, Urbán János: Fizika 7 című művet.
Raktári szám: FI-505040701/1

© Oktatási Hivatal, 2022
ISBN 978-963-436-262-3
Oktatási Hivatal • 1055 Budapest, Szalay utca 10–14.
Telefon: (+36-1) 374-2100 • E-mail: tankonyv@oh.gov.hu

A kiadásért felel: Brassói Sándor mb. elnök
Raktári szám: OH-TER07TA
Tankönyvkiadási osztályvezető: Horváth Zoltán Ákos
Műszaki szerkesztő: Görög Istvánné
Grafikai szerkesztő: Pétery Anna Patrícia
Nyomdai előkészítés: Vidosa László
Terjedelem: 36,05 (A/5) ív, tömeg: 746 gramm
1. kiadás, 2022
Gyártás: Könyvtárellátó Nonprofit Kft.

Nyomtatta:
Felelős vezető:
Munkaszám:

magyar nyomdatermék
NYOMDA- ÉS PAPÍRIPARI SZÖVETSÉG

A nyersanyagként felhasznált tankönyv az Új Széchenyi Terv Társadalmi Megújulás Operatív Program 3.1.2-B/13-2013-0001. számú, „A Nemzeti Alaptantervhez illeszkedő tankönyv, taneszköz és Nemzeti Köznevelési Portál fejlesztése” című projektje keretében készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális Alap

BEFEKTETÉS A JÖVŐBE



TARTALOM

Előszó 4

I. Alapvető mennyiségek és mérésük

1. Mivel foglalkoznak a természettudományok? 8
2. A hosszúság és a térfogat 16
3. A tömeg és a sűrűség 20
4. Az idő mérése 25
5. A sebesség 30
6. Az eszközök és vegyszerek biztonságos használata 35
7. Test és működése számokban 40
8. Összefoglalás 42

II. Környezetünk anyagai, részecskék

1. Szilárd anyagok: rugalmasság és erő 46
2. Szilárd anyagok és folyadékok melegítése 52
3. Folyadékok tulajdonságai, hidrosztatikai nyomás 57
4. Közlekedőedények, hajszálcsövesség 62
5. A levegő nyomása, gázok 66
6. Úszás, lebegés, elmerülés 71
7. Olvadás, fagyás 75
8. Párolgás, forrás, lecsapódás 79
9. Csapadékok 84
10. Részösszefoglalás 88
11. Az anyagi halmazok: elemek, vegyületek, keverékek 90
12. A halmazállapotok és halmazállapot-változások értelmezése részecskemodellel 94
13. Az oldatok és összetételük 98
14. Az oldódás 103
15. Egyszerű kolloidok 107
16. Elválasztási műveletek 111
17. Az atom felépítése és fontosabb jellemzői 1. 115
18. Az atom felépítése és fontosabb jellemzői 2. 120
19. A periódusos rendszer 123
20. A molekulák felépítése és fontosabb jellemzői 127
21. Az ionok és az ionvegyületek 130
22. Keszonbetegség 134
23. Részösszefoglalás 2. 132

III. Változások, folyamatok, energia

1. Az energia fajtái 140
2. Az elektromos áram 144
3. Egyszerű áramkörök 149
4. Az elektromos energia 154
5. Elektromosság a háztartásban 158
6. A fizikai és a kémiai változások 162
7. A reakciók típusai, a reakcióegyenlet 164
8. A sav-bázis reakciók 168
9. A reakciók energiaviszonyai 172
10. A hétköznapi életben jelentős reakciók 174
11. Miért napoznak a gyíkok? 176
12. Összefoglalás 178

IV. Az élet kialakulása és fejlődése

1. Az élet kialakulása és szerveződése 182
2. Az élet kibontakozása 185
3. Az élet története – korszakok, életképek 190
4. Elődeink nyomában 195
5. Az evolúció műhelyében, a változékonyság alapjai 198
6. Élet a Földön és a Földön kívül 202
7. Összefoglalás 204

V. Sokszínű élővilág

1. Egy világ, több ország – az egysejtűektől a többsejtűekig 208
2. A szárazföld meghódítása, a növényi szervek megjelenése 214
3. Az ezerarcú gombák 219
4. Az állatok változatossága – Gerinctelen állatok 223
5. Az állatok változatossága – Gerinces állatok 228
6. Környezet és tűrőképesség 233
7. Élettelen környezeti tényezők 236
8. Élőlények, életközösségek 243
9. A forró övezet biomjai – az egyenlítői öv 248
10. A forró övezet biomjai – az átmeneti és térítői öv 253
11. A mérsékelt övezet élővilága – a meleg mérsékelt öv 259
12. A hideg övezet és a magashegységek élővilága 266
13. A tengerek életközösségei 271
14. Az élőlények alkalmazkodása 276
15. Összefoglalás 278

Periodusos rendszerek 280

„EGY A VALÓSÁG, S EZER A RUHÁJA.”

A természet, a minket körülvevő világ egységes, de nagyon összetett. Ezért a történelem során a természettudományok egyes területeit külön-külön vizsgálták, majd ezt követően rendszerezték az így összegyűlt tudást. Amikor a világgal ismerkedünk, az számunkra nem bomlik tantárgyakra. Nem kell feltétlenül biológiát, fizikát vagy kémiát tanulni, ha érteni szeretnénk például, hogy légzésünk során kerül az oxigén a vérünkbe. Pedig a kérdéshez mindhárom felsorolt tantárgynak köze van. A természettudomány tantárgy tanulása során összehangolt módon szerezheted meg azt a tudást, amely segít a környezetünkben tapasztalt jelenségek és a természet megértésében, és amelyet hasznosan alkalmazhatsz majd a mindennapokban.



A hetedikes természettudomány tankönyv célja, hogy megismerkedj a környezetedben lévő legfontosabb anyagokkal, azok tulajdonságaival, szerkezetével, és azzal, hogy a felépítés hogyan magyarázza a tulajdonságokat. Fontos, hogy értsd és értelmezni tudd a háztartásban megtalálható eszközök működését, a környezetedben előforduló jelenségeket, legyen szó az időjárásról vagy más természeti folyamatról. A tankönyvből megismerheted az élővilág rendszerét, az élőlények tulajdonságainak és az élőhelyük sajátságainak kapcsolatát is. A tantárgy tanulása során elsajátíthatod a természettudományos gondolkodás alapjait, és azt, hogy ezt a készséget hogyan alkalmazhatod a mindennapokban.



A tankönyv leckéi olyan egységekből állnak, amelyek egyszerre segítenek a természettudományokkal való ismerkedésben és az önálló tanulásban. Ezek a következők:



KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Légy kíváncsi! A világ érdekes, izgalmas hely. Ha érteni akarod, kérdezz! Figyeld meg a körülötted zajló jelenségeket, gyűjts adatokat, kísérletezz, keress magyarázatot. Ebben a folyamatban segítségedre van a könyv, de ezt a tevékenységedet segíthetik a tanáraid és társaid is.



JÓ, HA TUDOD!

Ebben a rovatban a legfontosabb tudnivalók rövid, szöveges összefoglalása található. Bár minden megtalálható a világhálón, de mégis az emlékezés a megismerés kiindulópontja, sőt, még a világhálón való keresésé is. Ebben a rovatban találod azokat a biztos pontokat, ahonnan elindulhatsz az összetettebb kérdések megoldása felé.



ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

Próbálj meg válaszolni az itt található, néha könnyebb, néha nehezebb kérdésekre! A válaszaid alapján eldöntheted, mennyire értetted meg a lecke anyagát.



ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Minden ismeret annyiban érdekes, amennyiben használható valamire, vagy megérthető valami általa. Ez a rovat a tanult ismertek mindennapi gyakorlatban való megjelenésére, használatára ad példákat.



KITEKINTÉS

Minden új tudás megalapoz valami még újabbnak. A megismerés lánca sosem szakad meg. Merre vezetnek, milyen új irányba vihetnek a leckében megszerzett ismeretek? Erről szól ez a rovat.


DNS
E=mc²



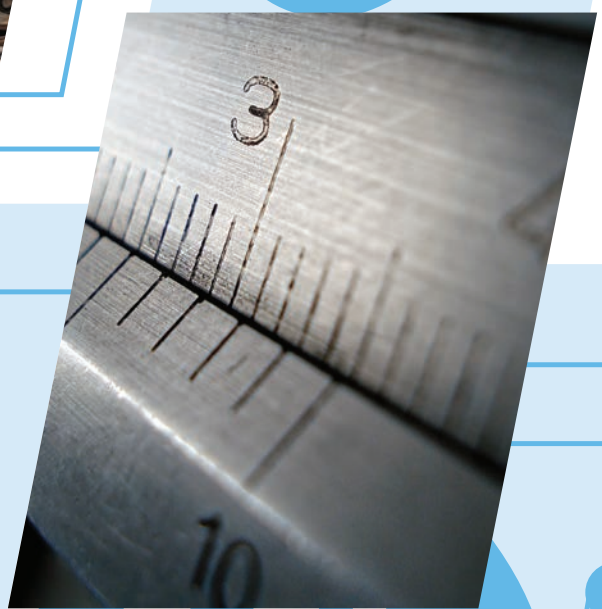




I. FEJEZET

ALAPVETŐ MENNYISÉGEK ÉS MÉRÉSÜK







1. Mivel foglalkoznak a természettudományok?

Az ember alapvető célja, hogy megértse az őt körülvevő világot, ismerje működését, törvényeit. De vajon miért olyan fontos ez? Azért, mert az ember megtervezi az életét, tudatosan cselekszik, célokat tűz ki maga elé, és ezt akkor tudja megtenni, ha a közeli és távolabbi jövőre vonatkozó jóslatokat, sikeres előrejelzést tud készíteni. Gyülekeznek a felhők az égen, ezért magammal viszem az esőkabátomat. A felhők megjelenése közeledő esőre utalhat, és én nem akarok megázni. A **természettudomány** lényegét tekintve nem más, mint a természetben uralkodó törvények felismerése. Mivel ezekből sok van, a természet leírásának különböző területeit felosztották egymás között az ezzel foglalkozó emberek. Így aztán a kémikus egy kicsit mással foglalkozik, mint a fizikus vagy a biológus, de ugyanannak a nagy és összetett valóságnak különböző részleteit vizsgálják, lényegében azonos módszerekkel. Ebben a fejezetben a természettudományok általános, valamint egyes területeinek egyedi sajátosságairól esik szó.



Mit árul el számunkra az éjszakai égbolt látványa?

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Miből indulnak ki a természettudományok?

Gondold végig! Elültetsz egy magot, és megfigyeled a belőle kikelő növény életének egyes szakaszait. Ha legközelebb egy másik magot ültetsz el, abból egy kicsit más növény fog kikelni, de a növekedésének szakaszai ugyanolyanok lesznek. Bár a természetben nincs két tökéletesen egyforma dolog, de vannak szabályok és törvényszerűségek, melyek változatlanok és felismerhetők. Ez a **tapasztalatunk**, ebből indulnak ki a természettudósok.



Miért vannak természeti törvények?

Az univerzum folyamatainak sajátossága, hogy okok és következmények kapcsolatából tevődnek össze. A természeti törvények felismerése lényegében az okok és következmények láncaiban lévő szabályok felismerését jelenti. Esik az eső – ez a felhőképződés következménye, de egyben annak oka, hogy a ruhánk vizes lesz. Az ok következményre vezet, a következmény okká válik. Egyszerűbb, mint amilyennek elsőre hangzik. Magad is könnyen kitalálhatsz ilyen láncokat. Egy biztos: az ok mindig előbb van, mint a következmény. Akár úgy is mondhatjuk, hogy az okok és következmények láncolata kijelöli az idő irányát. Milyen érdekes lenne, ha előbb hullámzana a víz, majd kirepülne belőle egy kavics. Mintha az idő megfordulna.



Az okok és következmények milyen láncolatát mutatja a kép?

Mit feltételeznek a természettudósok a természeti törvényekkel kapcsolatban?

Bíznunk kell abban, hogy a természet törvényei nem változnak az időben, tehát milliárd és milliárd évvel ezelőtt ugyanazok voltak, mint amilyenek most, és milliárd és milliárd év múlva ugyanazok lesznek, mint amilyenek most. A másik, amit feltételeznek tudósaink, hogy bár az univerzum iszonyatosan nagy, hiszen a szomszédos galaxistestvérünk, az Androméda-köd is olyan messze esik tőlünk, hogy még a fénynek is két és fél millió évet kell utaznia, hogy odaérjen, de ennek ellenére a természet törvényei az univerzum bármely csücskében ugyanolyanok. A természeti törvények térbeli és időbeli állandóságáról a tudósok erősen meg vannak győződve.

Képzeld el, mi lenne, ha a természet törvényei folyamatosan változnának! Készíts gondolatkísérletet egy ilyen világról!



A tiszta, sötét éjszakán az égbolton szabad szemmel éppen megpillantható Androméda-köd

Hogyan „faggatják" a természetet a természettudományok?

A természettudományok a világról, a természetről szerzett tapasztalatainkra építenek. Ezeket a tapasztalatokat a körülöttünk lévő világ megfigyelésével szerezzük meg. A természettudósok gyakran olyan változásokat is megfigyelnek, melyeket ők maguk váltottak ki. A természettel folytatott kérdezz-felelek játék a **kísérletezés**.

Kíváncsiak vagyunk arra, milyen módon terjednek a hullámok egy tó tükörsima felszínén? Beledobunk egy kavicsot a tóba, és megfigyeljük. Ha kell, a kísérletet többször is megismételjük. Dobhatjuk a kavicsot nagyobb erővel, vagy választhatunk egy nagyobb kavicsot. A természetet nemcsak külső szemlélőként figyelhetjük meg, hanem kísérletezhetünk, azaz vizsgálhatunk általunk kiváltott hatásokat.

Te milyen kísérleteket végeztél már életedben?



Milyen irányba mozoghat a felső folyadékcsepp?

Hogyan összegezzük tapasztalatainkat?

A természet megfigyelése során számos tapasztalatra teszünk szert. A régi korok természettudósai a Föld ismeretlen tájainak bejárása során minden tapasztalatukat rögzítették, aprólékos jegyzeteket, útinaplót készítettek. A számukra érdekes tárgyakat összegyűjtötték, és magukkal vitték lakóhelyeik tudományos intézeteibe. Egy-egy expedíció megvalósításához rengeteg pénzre volt szükség, és csak kevesek vállalkozhattak rá. A mai világban a Föld bármely pontja könnyebben elérhető. A tudós kutatók már nem jegyzetelnek papírra, hanem egymással könnyen és gyorsan megosztható számítógépes dokumentumokat készítenek. Az érdekes dolgokat gyakran nem elhozzák, hanem lefényképezik. A képek, ahogy a jegyzetek is, gyorsan és kényelmesen megoszthatók egymással. A mai kor tudósát jobban áthatja a természet védelmének gondolatata, mint pár száz évvel korábban élt elődeit. Talán mert látja, hogy az emberiség mekkora pusztítást végzett a Földön, így – amennyire lehet – kerüli a károkozást a természetben.

Milyen példákat ismersz nagy tudományos expedíciókra a múltból?



A középkori kutató eszközei

Melyek a tapasztalatszerzés eszközei?

Tapasztalatainkat elsődlegesen érzékszerveink útján szerezzük a világról. A tudományok fejlődése lehetővé tette, hogy érzékelésünk határait kitágítsuk. Egy távcső segítségével növelni tudjuk a szemünkbe jutó fény mennyiségét, így halvány, távoli objektumokat, például egy távoli bolygót vagy galaxist is részletgazdagon megfigyelhetünk. A mikroszkóp szemünk felbontását javítja, ami annyit jelent, hogy a mikroszkóp segítségével olyan apró részleteket figyelhetünk meg, melyeket szabad szemmel összefolyó pontnak látnánk. Vannak eszközeink, melyek olyan hullámokat tudnak érzékelni, amilyeneket az emberi szem nem képes. Egy Föld-méretű rádiótávcső-rendszer segítségével fényképeztük le egy fekete lyuk környezetét. Képesek vagyunk az emberi fülnél érzékenyebb eszközökkel ultra- és infrahangot érzékelni, és olyan eszközöket is létrehoztunk, amelyek néhány molekulát is ki tudnak mutatni. A bor ízét, a parfümök illatát a gyártók még modern korunkban is emberekkel, tehát az emberi érzékszervekkel tesztelik.



A rovarok szeme más felépítésű mint a miénk. Jobban vagy rosszabbul látnak?

Keress példákat a látásunkat tökéletesítő és hatékonyságát javító eszközökre a felsoroltakon kívül!

Hogyan vezetnek a tudományos tapasztalatok a természeti törvények feltárására?

A természettudományok egyes csoportjai inkább rendszerező jellegűek. Ilyen például a **biológia**. A biológusok számtalan élőlényt figyeltek meg, s ezek hasonlóságai és különbségei alapján rendszerbe sorolták azokat. A rendszerezés során megfigyelték az élőlények tulajdonságait, az élettevékenysé-



A tudósok sokoldalú, érdekes munkáját jeleníti meg ez a grafika

güket leíró szabályokat. A **kémikusok** az élettelen természet tárgyaival, kövekkel, ásványokkal, vegyületekkel, elemekkel kapcsolatban végeztek el hasonló munkát, míg a **fizikusok** alapvetően a jelenségek értelmezésére, magyarázatára fókuszáltak. Ma már nem könnyen választhatók el egymástól a természettudományok egyes területei, ami nem meglepő, hiszen a természet mindig is egységes volt, és csak gyakorlati okokból osztották fel a tudósok kémiára, biológiára, fizikára, geológiára, ásványtanra stb. Ahogy gyarapodnak az ismeretek, a tudományterületek határai összeérnek. Egy a valóság, ezer a ruhája – fogalmazták meg egy ősi indiai eposzban.

Mutass olyan példákat a természetben, amikor többféle tudományterület szakembereinek együttműködése tudja elősegíteni a megismerést!

Mi a szerepe a számoknak a természet leírásában?

Galilei annak idején azt írta, hogy Isten a természet törvényeit a matematika nyelvén fogalmazta meg. A természetre vonatkozó, sokszínű tapasztalatainkhoz mennyiségek, számok rendelhetők. Fontos, hogy essen az eső, de nem mindegy, hogy mennyi. A túl sok eső ugyanúgy gondot okoz, mint a túl kevés. A minket körülvevő világ jellemzésére minden esetben szükség van számokra.

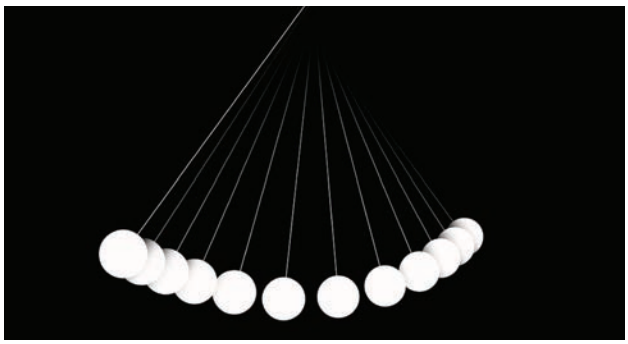
Adj meg példákat a testedet jellemző számokra, melyek segítségével összehasonlítható vagy másokkal, s növekedésedet is nyomon lehet követni!



A gyermek fejlődését jól mutatja, hogy milyen ütemben nő a tömege.

Hogyan segítenek a számok egy kísérlet leírásában?

Vizsgáljuk meg a következő jelenséget! Egy apró tárgyat hosszú, vékony zsinórra kötünk, és a zsinór különböző hosszúságú darabját lefogva vizsgáljuk,



Ha mindig ugyanannyi idő telik el két fénykép elkészítése között, láthatjuk, milyen gyorsan mozog az inga

mennyi idő alatt végez az apró tárgy tíz lengést. Keressük tehát az apró tárgyak lengésének törvényét különböző hosszúságú, vékony zsinórokon. Rögzítjük tapasztalatainkat: milyen hosszú volt a zsinór, mennyi ideig tartott a tíz lengés, milyen nehéz volt az apró tárgy, mennyire lendítettük ki a lengő tárgyat. Rengeteg számadatot kapunk, melyeket csoportokba rendezhetünk, hiszen a kísérletet akárhány kiinduló feltétellel el lehet végezni. A zsinór lehet hosszabb vagy rövidebb, a lengő test lehet kisebb vagy nagyobb súlyú, a test kitérítése lehet kisebb vagy nagyobb. Minél több esetet vizsgálunk, annál vaskosabbak lesznek a táblázataink, melyek a kísérlet feltételeit és eredményét rögzítik. A táblázat adatai között fennálló kapcsolat egy természet törvény megnyilvánulása. Ha felismerjük a kapcsolatot, az segít megérteni a természeti törvényt.

Tervezz kísérletet, melyben sok tényező változtatható!

Hogyan írjuk le a természeti törvényekből következő összefüggéseket számokkal?

A megfigyeléseinket rögzítő kiterjedt táblázatok – ha felismerjük az adatok közötti összefüggést – egyszerű matematikai szimbólumokkal leírható „függvényekkel" helyettesíthetők. Egy függvény a kísérletünk feltételeinek és eredményének kapcsolatát oly módon tömöríti, hogy megadja általánosságban, milyen feltételek esetén milyen eredményt várhatunk. Tehát nem a konkrét eredményeket rögzíti, hanem a kapcsolatot a kiindulási körülmények és az eredmény között. Éppen ez segít minket a természeti törvény felismerésében. Kényelmes sétával az ember egy perc alatt körülbelül 750 métert tesz meg. Ez a mondat egy függvényt rejt, hiszen ha megadom, hogy hány percig sétáltunk, te meg tudod mondani, mennyi utat tettünk meg. Ha terve-



Ha hosszabb ideg sétálsz, messzebbre juthatsz!

zel egy kényelmes sétát, akkor meg tudod jósolni, hogy mennyi ideig fog tartani, vagy ha az időtartamot választod meg előre, akkor, hogy mennyi utat fogsz megtenni.

Hogyan képzeljük el a természetben lezajló folyamatokat?

Az emberi faj sikerességét többek között annak is köszönheti, hogy felismerte a természet törvényeit. Ugyanakkor a természet törvényei nem függenek attól, hogy felismerjük-e azokat, mint ahogy attól sem, hogy megértjük-e, tudjuk-e, miért igazak. Ugyanakkor a miértek keresése segít a természet jobb megértésében, újabb törvények felismerésében. A dolgok, jelenségek legtöbbször rendkívül összetettek, s ezért részleteik nem figyelhetők meg közvetlenül. Ilyenkor valamilyen **modellt**, szemléletes képet, elképzelést alakítunk ki róluk. Ezek a modellek leginkább az általunk megismert világ tárgyainak formáin, mindennapi fogalmainkon, hétköznapi tapasztalatainkon alapulnak. Régen úgy gondolták, hogy a szelet valamilyen hatalmas istenség kelti, ugyanúgy fújva a levegőt, mint ahogy mi is tudunk szelet kelteni, amikor szétfújjuk a pitypang apró, fehér ejtőernyőit. Ma már sokkal összetettebbek a modelljeink, de a modellezés lényege nem változott. Modellezünk, amikor egy atomot képzelünk el, vagy akár az egész naprendszert, modellezünk, amikor egy ásvány kristályszerkezetét írjuk le, vagy egy növény táplálékfelvételét mutatjuk be. Akkor is modellezünk, amikor megpróbáljuk megjósolni egy jelenség, egy kísérlet kezdeti feltételei és eredménye közötti matematikai kapcsolatot. Ez utóbbi esetben matematikai modellt állítunk fel. A matematikai modellek a modern kor leghatékonyabb modellezési eljárásának bizonyultak. A valóságot vizsgálataink során mindig csak közelítjük, azaz egy-egy részletének egyre pontosabb modelljét adjuk meg.

Mutass példákat természettudományos modellekre!

Tudományos, tudománytalan

A tudomány a természet törvényeit kutatja. A természet törvényei örök igazságok, tehát állandó érvényességűek. A tudományos igazságok bárki számára és bármikor ellenőrizhetők. Ez az ellenőrizhetőség különbözteti meg a tudományt a hittől. Számos tudományosnak tűnő elképzelés van, melyet nem lehet ellenőrizni, igazolni. Ezek az elképzelések mindaddig tudománytalanok, ameddig igazolást nem nyernek. Sokan hisznek olyan jelenségekben, melyekről a tudományos vizsgálódás megállapította, hogy nem helytállók. Ezekben a nézetekben lehet hinni, de tudománytalanok, valóságtartalmuk nem igazolt, vagy rosszabb esetben igazoltan hamisnak bizonyultak. A modern társadalmak erősen támaszkodnak a tudományra, azért, hogy a közösség tagjait megvédjék az őket károsító tudománytalan nézetektől.

Keress példákat divatos, elterjedt, de tudománytalan elméletekre!





Vannak, akik a képen látható eszközzel (varázsvessző) kutatják,hol érdemes kutat ásni, hogy sok vizet találjunk

JÓ, HA TUDOD!

A természetben lezajló folyamatok rendszert alkotnak, **természeti törvények** ismerhetők fel bennük. Ha felismerjük ezeket a természeti törvényeket, akkor kiszámíthatóvá válik általuk az egyes történések eredménye, tehát bizonyos mértékig a jövő. Az emberi faj fejlődésének kulcsa, hogy képesek vagyunk helyesen megjósolni jövőbeli eseményeket a természeti törvények felismerése révén.

A természeti törvények felismeréséhez vezető út a következő fontos állomásokból áll:

- **Tapasztalataink** összegyűjtése érzékszerveink, illetve érzékszerveink határát kitágító észlelőeszközeink révén.
- A tapasztalatok közötti összefüggés felismerése.
- Valamilyen elképzelés, **modell** kialakítása, mely értelmezi az összefüggéseket.

A tudományosan megalapozott állítások megkülönböztethetők a tudománytalan nézetektől. Ez utóbbiak sokszor a tudományos kutatás szóhasználatát, eszközrendszerét, módszertanát próbálják követni, hogy tudományosnak, és ezáltal hitelesnek tűnjenek. Így nem mindig könnyű felismerni a tudománytalan elképzeléseket.



Sok használati eszközünk a természettől ellesett ötlet alapján működik

Hogyan ismerhetjük fel a tudománytalan állításokat?

- Kísérletek, mérések nem támasztják alá.
- A megállapítások hitre, bizalomra épülnek.
- A jelenségek, mérések nem ismételhetők meg mindenki számára.
- Nincsenek összhangban az ismert természeti törvényekkel.

A tudománytalan nézetek különösen veszélyesek az egészségügyben, ugyanis egy-egy betegség helytelen kezelése súlyos következményekkel járhat a betegre nézve.

A **tudomány** folyamatosan fejlődik, tudásunk gyarapodik. Tudományos eredményeinket sikerrel alkalmazzuk olyan eljárások kidolgozása, eszközök készítése során, melyek révén életünk hosszabb, tartalmasabb, biztonságosabb, kényelmesebb lesz.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Nevezz meg néhány tudományterületet, és vizsgáld meg, mivel foglalkozik!
2. Figyelj meg legalább három napon keresztül egy jelenséget!
   a) Rögzítsd rendszeres időközönként tapasztalataidat!
   b) Írd le a megfigyelt jelenséget saját szavaiddal!
   c) Adj magyarázatot a jelenségre!
3. Mutass olyan természettudományos elképzeléseket, modelleket, melyek később tévesnek bizonyultak!
4. Egy hónapon keresztül minden reggel, közvetlenül a felkelés után, és este, közvetlenül a lefekvés előtt mérd meg magasságodat, és az eredményt rögzítsd! Mutasd be az adataidat! Értelmezd az eredményt!
5. A babonák, hiedelmek a legismertebb áltudományos nézetek. Gyűjts ilyeneket, és mutasd be, miért nem felelnek meg a tudományosság feltételeinek!
6. A csillagok és bolygók állásának születésünkre gyakorolt hatásával foglalkozik az asztrológia. A legtöbb ember tudja, milyen csillagjegyben született, az újságok és online felületek tömegével ontják a horoszkópokat. Hogyan igazolható tudományosan az asztrológia tudománytalan volta?
7. Mivel a tudomány nem képes a világ teljességének egyidejű leírására, az emberek életében szerepe van a hitnek is. Mondj példákat olyan kérdésekre, melyekre a tudomány nem tudja a választ, ezért a válasz hit kérdése!

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Homeopátia

Sokan hisznek a homeopátia mint gyógyászati eljárás hatásosságában. A homeopátia lényege, hogy az az anyag, amely a betegség egyes tüneteit okozza egészséges emberekben, megfelelő hígításban képes meggyógyítani a beteg embereket is. A homeopátia alapelvét a természettudományos törvények nem igazolják, mi több, cáfoljak. A kémia tudományának álláspontja például ebben a kérdésben, hogy egy anyag hatása a higítással csökken, nem nő. A vizsgálandó kérdés, hogy a homeopátia elvén alapuló anyagok fejtenek-e ki valós, gyógyító hatást a páciensekre, azon túl, hogy a gyógyulásba vetett hitnek (placebohatás) jelentős szerepe lehet egy betegség leküzdésében. A homeopátia akkor válhatna tudományos elméletté, ha az ilyen anyagok közvetlen gyógyító hatása bizonyítást nyerne, és a bizonyítékokat a tudományos közvélemény elfogadná.



Homeopatikus készítmények

A számok másik haszna, az információk tömörítése

Darwin, a nagy természettudós naplóját a számok segítségével tömöríteni lehet, és digitális kódként villámgyorsan elküldhető bárhová. Olvashatjuk úgy, hogy nem foglal el helyet a polcunkon. A jegyzetek, könyvek szerepét mindinkább átveszik a digitális, vagyis számokkal kódolt és számítógépen tárolt adatok, melyek könnyebben és gyorsabban kezelhetők, mint a papíron rögzített információ.

Felfedezők az aggteleki Baradla-barlangban

A természet tanulmányozásának bevett formája volt, hogy a kutatók igyekeztek mindent begyűjteni a terepről, és nem gondoltak arra, hogy károkat okoznak a természetben. Ezt mutatja az alábbi idézet egy 1818-as Baradla-barlang-expedícióról:



A magasból lelógó, különleges formájú cseppkövek

„Ezen csepegőkővel nagymértékben bíró üregekben által tördeltük itt és ott a lefüggő kőcsapokat, melyek közönségesen töredékenyek. A vékonyabbakat szabadon lehet kézzel tördelni, sőt a vastagabbakat is, egy kis megszorított erővel. Más darab kő segedelmével még a legvastagabbakat is meg lehet csonkítani. Minél nemesebb, tisztább azonban a csepegő kő, annál keményebb összveállású."

Forrás: Tudományos Gyűjtemény Pesten, 1820/1. (76. oldal)

Te is lehetsz természettudós!

Manapság minden eszköz rendelkezésre áll ahhoz, hogy tudományos megfigyeléseket végezz. Válassz ki bármilyen területet, figyeld meg egy növény növekedését, egy általad növesztett kristály fejlődését, a Hold lenyugvásának időpontját és helyét, egy bogár felépítését, egy fa kérgét. Tapasztalataidat könnyen rögzítheted, akár egy mobiltelefon segítségével, ami mindenki számára elérhető eszköz, és bizonyos szempontból jóval többre képes, mint egy egykor élt természettudós teljes expedíciós eszköztára. Ha megkeresed a tapasztalataid között az időbeli kapcsolatot, és megpróbálsz magyarázatot adni a kapcsolatra, már kész természettudósnak érezheted magad.



Ismerd meg a környező világot!

KITEKINTÉS



Carl von Linné

Adatgyűjtés és rendszerezés

Carl von Linné, svéd orvos, természettudós, botanikus azáltal tett szert világhírre, hogy az élőlényekre, azaz a növényekre és az állatokra egy osztályozási rendszert dolgozott ki. A rendszerezés révén lehetőség nyílt arra, hogy ne csak leírjuk a sokszínű élővilágot, hanem válaszokat keressünk az élőlények hasonlóságainak és különbségeinek okaira, azaz a miértekre.

A 18. század az enciklopédisták ideje volt. A kutatók mindent begyűjtöttek, múzeumokba szállítottak, rendszereztek, és részletesen leírtak. London, Párizs és más nagyvárosok természettudományi gyűjteményei ebben az időszakban születtek.



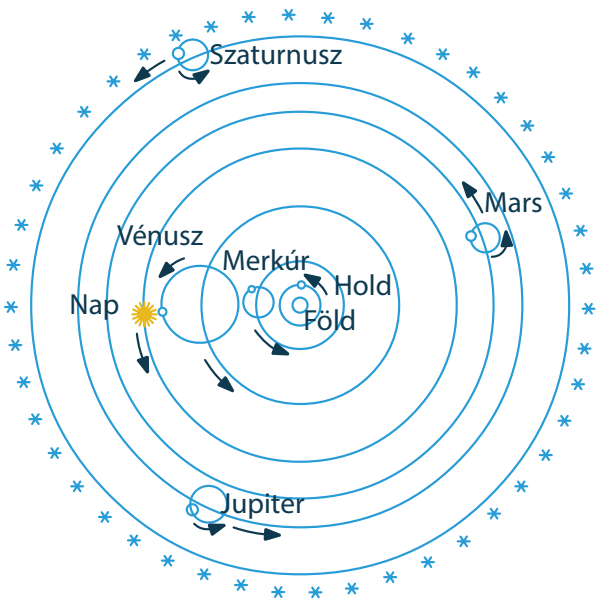
Mi a természeti törvények oka?

Egészen a 16. századig jellegzetes elképzelés volt, hogy a dolgok viselkedését leíró szabályokat, tehát a természet törvényeit nem kell indokolni. Azok egyszerűen vannak. Íme néhány példa:

A Holdon túli világ a szabályos mozgások világa, a bolygók ezért körpályán mozognak. Miért? Mert a körmozgás szabályos!

Lehetetlen egy zárt edényből eltávolítani a levegőt! Miért? Mert a természet irtózik a légüres tértől!

A nehéz dolgok lefelé esnek, a könnyűek felfelé mozdulnak. Miért? Mert ott van a helyük!



A ptolemaioszi modell ábrázolása

A 17. századtól kezdődően, a természetet értelmező gondolkodásban megjelent az okok keresése. A Föld-középpontú, úgynevezett ptolemaioszi modell szerint a bolygók egy-egy körön mozognak, és ezen körök közepe egy-egy másik körön jár körbe, melyeknek középpontjában van a Föld. Tehát a bolygókat szállító körök közepén nem volt semmi. De akkor miért maradnak a körpályán a bolygók? Mitől kanyarodnak? Mi az ok? – tette fel a kérdést a 17. század tudósa. A napközéppontú világképben a Nap vonzó hatásával magyarázhatjuk a bolygók pályájának alakját. A Nap vonzása téríti el a bolygókat egyenes pályájukról.

2. A hosszúság és a térfogat

– Milyen magas volt a betörő? – kérdezi a detektív a szemtanút.
– Hát, elég magas. – hangzik a válasz.
– Pontosabban?
– Nálam egy kicsit magasabb.
– Maga milyen magas?
– 160 cm.



Mindennapjainkban gyakran kérdezzük meg, hogy milyen messze van valami, milyen távol van egy helység, vagy hogy egy tárgy milyen hosszú, magas vagy széles. A kérdések megválaszolásához **hosszúságot** kell mérnünk. Ehhez mérőszalagot vagy vonalzót használhatunk. A **mérés** segítségével sokkal pontosabban megadhatjuk a méreteket, mint ha csak annyit mondunk, hogy valami nagy vagy kicsi. A szabályos és szabálytalan tárgyak fontos jellemzője a **térfogatuk**, amit a méreteik határoznak meg. A hosszúság mérésével kapott adatokat összesze lehet hasonlítani egymással. Lényeges azonban, hogy az eredmény megadásakor utaljunk arra is, milyen pontos volt a mérés, mennyire megbízható a kapott adat.

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Használnak-e más hosszúság-mértékegységet a világban a méteren kívül?

A történelem során a különböző területeken, országokban más-más mértékegységeket használtak a hosszúság mérésére. Az ebből adódó problémák kiküszöbölésére a franciák 1799-ben elkészítették az ősmétert, amelynek hossza a Föld Párizson átmenő délkörének 40 milliomod része. A méter a nemzetközi mértékegységrendszerben a hosszúság alapegysége. Ezt a rendszert SI-rendszernek nevezik, a Système International d'Unités francia kifejezés rövidítése alapján.

Vannak országok, ahol ma is használnak régi mértékegységeket. Az Amerikai Egyesült Államokban például az útjelzőtáblákon mérföldben (mile) adják meg a helységek távolságát. Magyarországon is találkozhatsz a col (″) mértékegységgel. Nálunk csővezetékek, vízcsapok csatlakozásának átmérőjét, vagy például a kijelzők, monitorok méretét adják meg ilyen módon. Tehát a válasz a feltett kérdésre az, hogy igen, használnak a méteren kívül más mértékegységeket is.

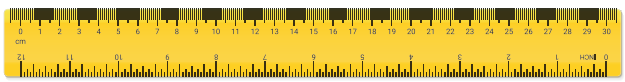


Mire figyelmeztet a tábla?

Nézz utána, hogy mekkora mértékegység a mile (mérföld) és a col (″)! Hallottál-e még más hosszúság-mértékegységről?

A csillagászatban használják például a fényév mértékegységet a távolságok megadásához. Ez az a távolság, amelyet a fény egy év alatt megtesz. Ez méterben kifejezve hatalmas szám.

Milyen pontosan mérhetjük a hosszúságot?



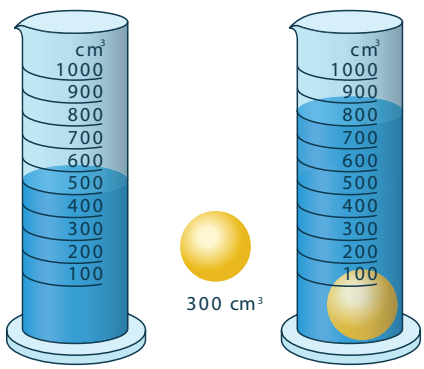
A vonalzó felső szélén cm-ben, az alsó szélén inchben (a col angol neve) adják meg a vonalak távolságát

A kereskedelemben kapható mérőszalagokkal, vonalzókkal általában milliméteres pontossággal mérhetünk. Figyelni érdemes arra, hogy a különböző eszközök kismértékben különbözhetnek egymástól. Különböző eredményt adhat az is, ha ugyanazt a mérőszalagot két mérést végző személy máshogy illeszti oda a mérendő hosszúsághoz. Ezért van az, hogy a mesteremberek általában a saját mérőszalagjukkal, mérik le a szükséges hosszúságokat, és nem fogadják el a más által mért mennyiségeket.

Mérjetek hosszúságot! Az osztályban mérjétek meg ugyanannak a tárgynak, például egy padnak a hosszúságát vagy a terem hosszát különböző mérőszalagokkal. Hasonlítsátok össze a mérések eredményét!

Hogyan mérjük meg egy nem szabályos test térfogatát?

Nem szabályos testek térfogatának mérésekor először vizet töltünk mérőhengerbe, majd leolvassuk annak térfogatát. Azután a mérendő testet beleteszszük a vízbe, majd leolvassuk a test és a víz együttes térfogatát. A test térfogatát úgy kapjuk meg, hogy az együttes térfogatból kivonjuk a víz térfogatát. Ha a test úszik a vízen, valamilyen eszközzel, például hurkapálcákkal nyomjuk le a víz alá, vigyázva, hogy a pálcikák minél kevésbé érjenek bele a vízbe.



JÓ, HA TUDOD!

A **hosszúság** mérése során összehasonlítjuk a mérendő hosszúságot az egységnyinek választott mennyiséggel. A hosszúság mértékegysége az SI-rendszerben a méter (m). Nagyobb távolságok esetén használjuk a kilométert (km), rövidebb hosszúságok estén a decimétert (dm), a centimétert (cm) és a millimétert (mm).

1 km = 1000 m, 1 m = 10 dm, 1 dm = 10 cm, 1 cm = 10 mm

A mérési eredmény megadásakor a mérőszám mellett mindig feltüntetjük a használt mértékegységet is.

mérőszám

mennyiség: l = 17 m

mértékegység

A testek térbeli kiterjedésének mennyiségi jellemzője a **térfogat**. Ennek jele V, és mértékegysége a köbméter (m³). Szabályos testek térfogatát a matematikaórákon tanultak szerint számítással is meghatározhatjuk, ha ismerjük az ehhez szükséges hosszúságadataikat. Szabálytalan testek térfogatának mérését az általuk kiszorított víz térfogatának mérésére vezethetjük vissza.

A térfogat mérésére használatos, széles körben elterjedt mértékegység a liter, illetve törtrészei, a deciliter vagy milliliter. 1 liter = 1 dm³, 1 ml = 1 cm³.

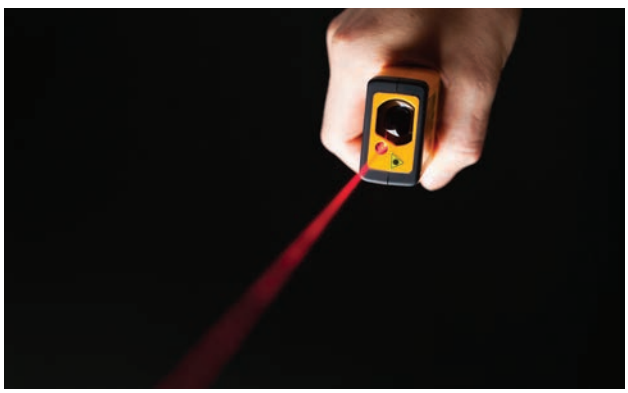


Milliliteres beosztású mérőedény. 1 l éppen 1000 ml.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Keresd meg az interneten a magyar akó és magyar icce mértékegységek értelmezését!
2. Mátyás király egyik szőlősgazdája 14 magyar akó bort szállíttatott a pincébe. Hány liter bor volt ez?
3. Hogyan tudod megállapítani egy orvosságos üveg térfogatát?
4. Budapest és Győr távolsága hány mérföld?
5. Egy informatikai eszköz kijelzője a katalógus szerint 55"-os. Milyen eszköz lehet ez? A kijelző melyik adatát (szélesség, magasság vagy más) adják meg általában a gyártók?
6. A zsebünkben 50 darab egyforma, kicsi szög lapul. Hogyan tudnánk meghatározni 1 darab térfogatát?
7. Milyen hosszúak az óriáskígyók?

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK



Lézeres távolságmérő

A távolságok mérésére a mérőszalagokon kívül napjainkban különböző elveken működő elektronikus eszközöket is használhatunk. Ilyenek például az elektrooptikai, a radarhullámú és a lézeres távolságmérők. Ez utóbbiak a kereskedelemben is könnyen beszerezhetők. Segítségükkel például könnyen megmérhető a lakásban a szobák mérete.

Hogyan leplezte le Arkhimédész a koronahamisítást?

Hierón király megbízást adott az aranyművesnek, hogy egy aranytömbből készítsen számára koronát. Elkészült a korona, de a király attól tartott, hogy az aranyműves az arany egy részét ezüsttel pótolta. Megkérte Arkhimédészt, hogy döntse el a kérdést. Arkhimédész vett egy, a korona súlyával megegyező súlyú aranytömböt, és megmérte a térfogatát. Mivel a korona térfogatát ennél nagyobbnak mérte, kiderült, hogy az aranyműves ezüstöt kevert az



Heurékát kiáltó Arkhimédész

aranyba. A feladatban az igazi nehézséget a szabálytalan test térfogatának pontos megmérése jelentette. Arkhimédész a vízkiszorításos módszert használta, melyről fentebb esett szó. A módszerre akkor jött rá, amikor otthon belemerült egy vízzel teli kádba, és észrevette, hogy a teste kiszorítja a vizet. A legenda szerint Arkhimédész annyira megörült a felismerésének, hogy kiugrott a kádból, és azonmód, ruhátlanul kezdett rohangászni Szirakúza utcáin, azt kiabálva: „Rájöttem, rájöttem!"

A lekicsinyített világ

Képzeld el, hogy egy varázsló az egész világot lekicsinyíti. Mindent és mindenkit, aki ennek a világnak a része. Lekicsinyíti a távolságokat, a testek minden jellegzetes mérőszámát és még a mérőeszközöket is. Vajon észrevehetik-e a változást a lekicsinyített világ lakói?

Brachiosaurus

Minden idők legnagyobb szárazföldi állatai közé tartoztak a növényevő Brachiosaurusok. Ezeknek az óriásoknak a testhossza elérte a 23 m-t, magassága a 12 m-t, tömege pedig a 80 tonnát!



Közel és messze

A közel és messze szavak jelentése nem egyértelmű. A nehezen járó idős ember számára a szomszédos falu messze van, az ifjú számára közel. Ha viszont a falu távolságát adjuk meg: $d = 4$ km, az mindenki számára ugyanolyan jelentéssel bír.



Párizsban, az igazságügyi minisztérium épületén látható méteretalon

Etalon

Mivel fontos, hogy minden ember azonos távolságot értsen 1 méteren, ezért sokáig Párizsban őriztek egy méterrudat, mely a hivatalos 1 méternek számított. Ha valaki ellenőrizni akarta az 1 métert, akkor ezt a rudat kellett összehasonlítania a saját méterrúdjával. Ha a rúd kitágult volna valamiért, akkor az 1 méter is megváltozott volna. Ezért igyekeztek a fizikai körülményeket a rúd környezetében változatlanul tartani. Az ilyen mértékeket rögzítő tárgyakat etalonnak nevezik. Ma a mértékegységeket valamilyen természeti jelenséghez kötik. A métert például a fény légüres térben mérhető sebességével hozzák kapcsolatba.

Könyök, hüvelyk, láb

A korai mértékegységek az emberi test arányaihoz kötődtek, így mindenki könnyen alkotott elképzelést ezek nagyságáról. Na, de az emberek sokfélék! Megoldás lehetett egy fontos ember, mondjuk egy király testméreteihez kötni az egységeket az adott országban.

KITEKINTÉS

A távolság nem csak a fizikában fontos mennyiség. A hosszúság és térfogat mérése segít eligazodni a méretek világában a Földön. De vajon mekkorák a legnagyobb és a legkisebb távolságok? Milyen messze van tőlünk a legtávolabbi galaxis, mekkora lehet egy hidrogénatom? Milyen nagyságrendek jellemzik a természetet, és hogyan tudjuk ezeket a nagyon nagy és nagyon kicsi számokat leírni? Ezekre a kérdésekre a válaszokat későbbi tanulmányaitok során találhatjátok meg.



Két ember távolsága a munka közben elárulja, hogy jó vagy rossz kapcsolatban vannak-e?

3. A tömeg és a sűrűség

Amikor piacra indulunk vásárolni, elhatározzuk, miből mennyit fogunk venni. Az egyik fizikai mennyiség, amit ilyenkor megadhatunk, az áru tömege, amit kilogrammokban fejezünk ki. Ha fel kell emelnünk egy tárgyat, vagy arrébb kell tolnunk egy bútort, ismét lényegessé válik, mekkora a **tömege**. Tapasztalatból tudjuk, hogy egy-két kilogramm tömegű tárgyakat könnyen tudunk mozgatni, emelni, mert ezek nem nehezek. Általában igaz az, hogy ha egy bizonyos anyagból készült tárgy térfogata nagyobb, akkor a tömege is. Ezért ha 12 kg paradicsomot kell a boltból hazavinnünk, egyrészt nagyobb szatyorral indulunk, másrészt tudjuk, hogy jóval nehezebb lesz, mint ha csak 3 kg-ot kellene cipelnünk. Ha összehasonlítjuk ugyanolyan térfogatú anyagok tömegét, jelentős eltéréseket tapasztalunk. Sokkal nehezebb pl. a vasgolyót megtartani, mint a közel ugyanolyan méretű almát.



Vásárlás során fontos, hogy ismerjük az áru tömegét

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Hogyan mérheted meg egy tárgy tömegét?

Egy test tömege megmondja, hogy mennyi anyag van benne. A digitális konyhai mérlegek általában 1 grammos pontossággal mérik meg a rájuk helyezett test tömegét. A méréshatár, azaz a legnagyobb tömeg, amit még meg tudnak mérni, jellemzően 2–5 kg. Figyelni kell a kijelzőn használt mértékegység helyes beállítására és arra, hogy a megfelelő gomb megnyomásával kalibrálni kell az eszközt. A kalibráció akkor jó, ha olyankor, amikor nem mérünk semmit, a kijelző nullát mutat.



Digitális konyhai mérleg

A saját tömegünket fürdőszobai mérleggel tudjuk mérni, ami 100 kg fölött is mér.



Fürdőszobai mérleg a testünk tömegének ellenőrzésére

Kétkarú mérleggel is meg lehet mérni egy test tömegét. A mérleg egyik tányérjába a mérendő tömegű testet kell elhelyezni, a másikba pedig az ismert tömegű súlyokból annyit, hogy a mérleg nyelve egyensúlyba kerüljön.



Kétkarú mérleg

Mérd meg a környezetedben lévő kisebb és nagyobb tárgyak tömegét, állapítsd meg, hogy melyik tömege a legnagyobb.

Becsüld meg különböző tárgyak tömegét az alapján, hogy milyen nehéznek érzed azokat, és a becsült értékeket hasonlítsd össze a mért értékekkel!



Tömegsorozat (a hétköznapi nyelvben súlysorozatként ismerhetjük)

Mikor mondjuk, hogy egy test tömege nagyobb, mint egy másik testé?

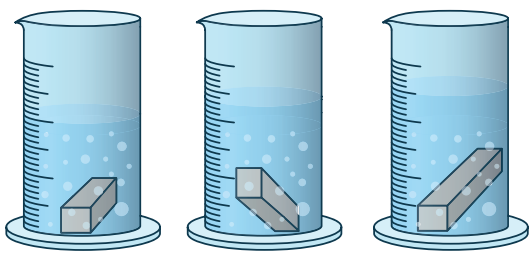
Ha egy egyfajta anyagból álló testet két nem egyenlő részre osztunk, akkor annak a darabnak lesz nagyobb a tömege, amelyiknek nagyobb a térfogata.

Lehet-e két azonos méretű anyagdarab tömege különböző?

Feltevésünk szerint (lásd a 11. leckében) minden anyagot, így minden tárgyat apró részecskék, atomok alkotnak. Egy anyagdarab tömegét a méretén kívül az is befolyásolja, hogy az őt felépítő atomok egyedi tömege mekkora, illetve milyen sűrűn helyezkednek el ezek a részecskék. Ha nagyobb tömegűek az adott anyag atomjai, vagy sűrűbben helyezkednek el az anyagban, akkor az anyagdarab nagyobb tömegű.

Van-e kapcsolat a testek tömege és térfogata között?

Ha egyszerű megfigyeléssel nem tudunk egy kérdést megválaszolni, akkor kísérletezéssel megtalálhatjuk a választ.



A tanulókísérleti készletben találsz különböző nagyságú alumíniumhasábokat. Mérd meg a tömegüket grammos pontossággal, majd mérőhengerrel a térfogatukat köbcentiméteres pontossággal. A mérést párban is elvégezhetitek, így ellenőrizni tudjátok egymás méréseit. A mérési eredményeidből készíts táblázatot! Mit tapasztalsz?

Az alábbi táblázat mutatja az egyik tanuló által végzett mérés során kapott adatokat:

Alumínium-hasáb	Legkisebb	Közepes	Legnagyobb
Tömeg	27 g	54 g	81 g
Térfogat	10 cm^3	20 cm^3	30 cm^3

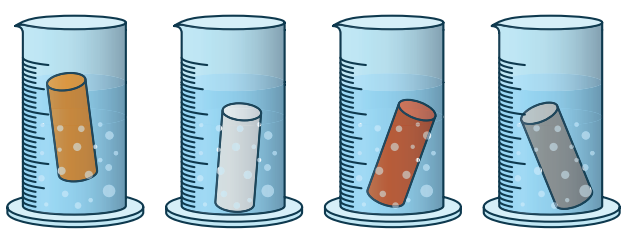
A mérési eredmények azt mutatják, hogy az azonos anyagból készült testek közül annak nagyobb a tömege, amelyiknek nagyobb a térfogata. Az elvégzett kísérletben, ha a vizsgált hasábok tömegét elosztod a térfogatukkal, ugyanazt az értéket kapod.

$$\frac{m_1}{V_1} = \frac{27\ \text{g}}{10\ \text{cm}^3} = 2{,}7\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\frac{m_2}{V_2} = \frac{54\ \text{g}}{20\ \text{cm}^3} = 2{,}7\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

$$\frac{m_3}{V_3} = \frac{81\ \text{g}}{30\ \text{cm}^3} = 2{,}7\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

A kapott mennyiséget, azaz egy test tömegének és térfogatának hányadosát **sűrűségnek** nevezzük, amely a test anyagára jellemző érték.



Végezd el ezt a kísérletet a készletben található azonos nagyságú, de különböző anyagú hasábokkal is! Számold ki mindegyik test anyagának a sűrűségét! Mit tapasztalsz?

A különböző anyagú és azonos térfogatú testek tömege különböző, így sűrűségük is más.

Mennyi a sűrűsége az általatok ismert anyagoknak?

Az interneten könnyen megtalálhatjátok bármely anyag sűrűségét. Néhány ismert anyag sűrűségét az alábbi táblázatban is megtalálhatjátok. Ebben a táblázatban legnagyobb az arany sűrűsége (19,3 $\frac{g}{cm^3}$). Ez közel százszorosa a parafa sűrűségének (0,2 $\frac{g}{cm^3}$).

A víz sűrűsége 1 $\frac{g}{cm^3}$. Ebből kiszámolható, hogy egy liter víz tömege éppen egy kilogramm. Gondold végig, hogyan juthatunk erre a következtetésre!

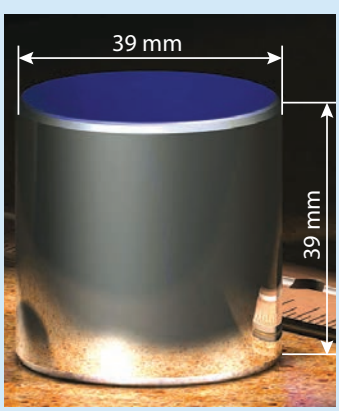
Szilárd anyag neve	$\frac{g}{cm^3}$	$\frac{kg}{m^3}$
Acél	7,8	7800
Alumínium	2,7	2700
Arany	19,3	19300
Cement	1,4	1400
Cukor	1,6	1600
Emberi test	1,07	1070
Ezüst	10,5	10500
Fenyőfa	0,5	500
Grafit	2,1	2100
Gyémánt	3,5	3500
Hungarocell	0,015	15
Folyékony és légnemű anyag neve	$\frac{g}{cm^3}$	$\frac{kg}{m^3}$
Alkohol	0,8	800
Benzin	0,7	700
Denaturált szesz	0,78	780
Higany	13,6	13600
Levegő	0,0013	1,3

Szilárd anyag neve	$\frac{g}{cm^3}$	$\frac{kg}{m^3}$
Jég 0 °C	0,9	900
Kavics	2,4	2400
Konyhasó	2,1	2100
Kőszén	1,3	1300
Ólom	11,3	11300
Parafa	0,2	200
Porcelán	2,3	2300
Tölgyfa	0,8	800
Üveg	2,6	2600
Vas	7,8	7800
Vörösréz	8,9	8900
Folyékony anyag neve	$\frac{g}{cm^3}$	$\frac{kg}{m^3}$
Olaj	0,9	900
Petróleum	0,8	800
Tej	1,03	1030
Tengervíz	1,026	1026
Víz 4 °C	1	1000

Természetesen olyan testek sűrűségét is meghatározhatjuk tömegük és térfogatuk megmérésével, amelyek többféle anyagból állnak. Ekkor az adott test átlagsűrűségéről beszélünk.

JÓ, HA TUDOD!

A testek, tárgyak fontos jellemzője a **tömegük**. A tömeg jele m, mértékegysége a kilogramm (kg). A pontos mérés és a mérlegek kalibrálása ismert tömegű testek segítségével történhet. A Párizsban őrzött platina-irídium-henger (az úgynevezett őskilogramm) tömege például nagyon pontosan 1 kg.



Az őskilogramm egy platina-irídium-henger

A tömeg további mértékegységei a gramm (g), a tonna (t). 1 kg = 1000 g és 1 t = 1000 kg. A testek tömegét különböző mérlegekkel mérhetjük. A korábban említett karos mérleggel történő méréskor a mérni kívánt test tömegét összehasonlítással mérjük. Ha a karos mérleg másik serpenyőjébe akkora tömeget teszünk a mérősorozatból, amekkora a mérendő test tömege, a mérleg egyensúlyba kerül. A nagyobb tömegű testek nehezebbek, mint a kisebb tömegű testek. A fürdőszobamérleg a testek súlya alapján méri meg a testek tömegét.

A test tömegének és a térfogatának hányadosa jellemző az anyagra. Az így meghatározott fizikai mennyiséget **sűrűségnek** nevezzük. Jele a görög ábécé ρ (ró) betűje. A sűrűség mértékegysége a kilogramm per köbméter ($\frac{kg}{m3}$) és a gramm per köbcentiméter ($\frac{g}{m3}$).

$$\text{Sűrűség} = \frac{\text{test tömege } (m)}{\text{test térfogata } (V)} \qquad \rho = \frac{m}{V}$$

Mértékegysége: $\frac{g}{cm^3}$, és $\frac{kg}{m^3}$

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Két, fából készült, ugyanolyan anyagú és méretű kockád van, az egyikben azonban egy üreg is rejtőzik. Milyen méréssel tudod eldönteni, hogy melyikben?
2. Milyen kapcsolat van a szilárd anyagok tömege és térfogata között?
3. A tudósok két anyagot vizsgálnak. Az egyikből kivágott, 10 cm élhosszúságú kocka tömege 1,2 kg. A másikból kivágott, 8 cm élhosszúságú kocka tömege 0,5 kg. Azonos-e a két vizsgált anyag sűrűsége? **(1200 $\frac{kg}{m^3}$, 977 $\frac{kg}{m^3}$, nem)**
4. Az Apollo–17 űrhajó 1972-ben landolt a Holdon, visszatérésekor 114,8 kg tömegű kőzetet hozott. Ez a mennyiség hány tonnával egyenlő? **(0,1148 tonna)**
5. Becsüld meg egy alma tömegét! Utána mérd is meg! Sikerült eltalálnod? Mekkora volt az eltérés a mért és becsült értéked között?
6. Ellenőrizd néhány termék tömegét konyhai mérlegen! Mennyi a tömege a csomagolás szerint 10 dkg-os vajnak vagy az 50 g-os élesztőnek?
7. Becsüld meg, hány kilogramm levegő lehet a tanteremben!

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

A legsűrűbb anyag a neutroncsillagokban és a fekete lyukakban található az univerzumban

Különleges körülmények között a gravitáció a kellően nagy tömegű csillagokat elképesztő mértékben össze tudja sűríteni. Ilyen összesűrített csillagok a neutroncsillagok és a fekete lyukak. Egy kávéskanálnyi neutroncsillag több száz millió tonna tömegű.

Sűrű és ritka – mit jelentenek a szavak?

A sűrű szó többféleképpen is értelmezhető. Jelenti egyrészt azt, hogy egy anyag tömege (súlya) egy adott térfogatban nagy. Ha összesűrítünk valamit, akkor kisebb helyre nyomjuk össze. Másrészt a sűrű szót használjuk az erdőre, ha benne a fák egymáshoz közel állnak. Ekkor a sűrű szó a gyakori szó szinonimája. Az arany azért értékes, mert ritka, de a sűrűsége nagy. Tehát a hétköznapi szóhasználat szerint egyszerre sűrű és ritka. Ha egy anyag sűrűségét vizsgáljuk, az függ attól, hogy az anyag atomjai milyen sűrűn helyezkednek el, de függ attól is, hogy mekkora az anyagot felépítő egyes atomok tömege. Ez a két tényező együttesen határozza meg egy anyag sűrűségét.



Az arany sűrűsége

Az arany nagy sűrűségű fém. 1 köbdeciméter arany tömege 19,3 kg. Az aranytömbök cipelése meglehetősen komoly munka. Az inkább csak a filmekben látható, úgynevezett 400 unciás aranytéglák egyenként 12,5 kg tömegűek.



Mekkora a térfogata a képen látható egy-egy aranytömbnek?

Sűríthetők-e az anyagok?

Különleges fizikai viszonyok között minden anyag sűríthető. Ugyanakkor a normál, földi körülmények között a szilárd anyagok kevéssé sűríthetők (az anyag szerkezetétől függ), a folyadékok egyáltalán nem nyomhatók össze, míg a gázok könnyen sűríthetők.

Sűrűség szerinti rétegződés

Az egymással nem keveredő folyadékok könnyen egymásra rétegezhetők sűrűségük szerint. Az olaj a víz felszínét borítja, mert a víznél kisebb a sűrűsége. A képen látható, egymásra rétegzett folyadékok egyes rétegeinek nemcsak a színe más és más, hanem a sűrűsége is.



A kisebb sűrűségű olívaolaj úszik a víz felszínén

Ami a vízben elmerül, az sűrűbb a víznél

Hétköznapi körülmények között könnyen képet kaphatunk a szilárd testek és a folyadékok sűrűségéről. Ha egy szilárd test a vízben elmerül, akkor sűrűsége nagyobb a víz sűrűségénél. Ha egy szilárd test egy folyadékban elmerül, akkor a folyadék sűrűsége kisebb a test sűrűségénél.

Homogén test

Amikor egy tárgy sűrűségéről beszélünk, legtöbbször ez átlagsűrűséget jelent, hiszen egy tárgy készülhet többféle anyagból, lehetnek benne zárt üregek. A vashajó anyagát alkotó vas sűrűsége nagy, a vas elmerül a vízben (lásd egy hajóroncs elmerülését), ugyanakkor a hajó nem merül el a vízben, mert átlagsűrűsége a víznél kisebb. Ha egy test egynemű anyagból készül, nincsenek benne zárt üregek, akkor azt mondjuk, a test homogén. A hajó nem homogén test, mert a belsejében például rengeteg levegő van.

KITEKINTÉS

Ahogy példáinkban láttuk, az anyagok kölcsönös viselkedését alapvetően befolyásolja sűrűségük. A továbbiakban foglalkozni fogunk azzal a kérdéssel, hogy mi a magyarázata annak, hogy egy test elmerül egy folyadékban vagy úszik benne, hogy egy léggömb felemelkedik-e a nagyobb magasságokba vagy a föld felszínén marad.



A meleg levegővel töltött léggömb a magasba emelkedik, mert kisebb az átlagsűrűsége a levegőénél

4. Az idő mérése

Mindennapi életünkben a leggyakrabban használt fizikai mennyiség az **idő**. A „mikor?” kérdésre az időpont megadásával válaszolunk. Például „Holnap délután 5 órakor találkozunk.” A történelmi eseményekről is tudjuk, hogy mikor történtek. A mohácsi csata 1526. augusztus 29-én zajlott. A „mennyi ideig?” vagy a „meddig?” kérdésre válaszul megadjuk az adott esemény időtartamát, azaz az esemény kezdete és vége között eltelt időt ilyenformán: az iskolában a tanórák 45 percig tartanak.

Napjainkban a pontos időt az órák mellett megnézhetjük mobiltelefonjainkon, számítógépeinken, más okoseszközünkön és az ezt a szolgáltatást nyújtó számos elektromos berendezésen. Egy okostelefonon futó stopperalkalmazás használatával pedig kényelmesen mérhetünk rövidebb időtartamokat is.



Rugókkal és fogaskerekekkel működő óraszerkezet

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Milyen jelenségen alapul a naptár? Hogy hívják az általunk használt naptárt?

Az idő múlását legközvetlenebbül a Földünkhöz és az égitestek mozgásához kapcsolódó, ismétlődő csillagászati jelenségek mutatják. A Föld Nap körüli útja egy évig tart, a Hold közel egy hónap alatt kerüli meg a Földet, és a Föld egy nap alatt fordul meg a tengelye körül. A természetben leginkább a Nap égi helyzete jelzi, mennyi idő telt el a napból.

Az általunk használt naptárat Gergely pápa vezette be 1582-ben, ezért a neve Gergely-naptár. Ez a naptár Jézus feltételezett születésének évétől indul, és figyelembe veszi, hogy a Föld Nap körüli keringési ideje hosszabb 365 egész napnál. Ezért négyévenként egy szökőnapot iktattak be, amely február 24-én van, így szökőévben a február 29 napos.



XIII. Gergely pápa

Nézz utána az interneten vagy más elektronikus és nyomtatott anyagban, hogy használnak-e még más naptárakat is a világ különböző szegleteiben? És vajon maradt-e még eltérés a tökéletes csillagászati naptártól a Gergely-naptárban?

A Gergely-naptáron kívül több más rendszerű naptár is elterjedt a Földön. Ilyenek például a kínai, iszlám, zsidó, perzsa naptárak. A Gergely-naptár eltérése a csillagászati naptártól tízezer év alatt három nap.

Hogyan mérhetjük az időt? Mi az idő mértékegysége?

Az időt másodpercben, percben, órában, napban, évben mérjük. 1 nap = 24 óra, 1 óra = 60 perc, 1 perc = 60 másodperc. Az időtartam mérésére bármely ismétlődő (periodikus) vagy megismételhető, ismert ideig tartó jelenség felhasználható.

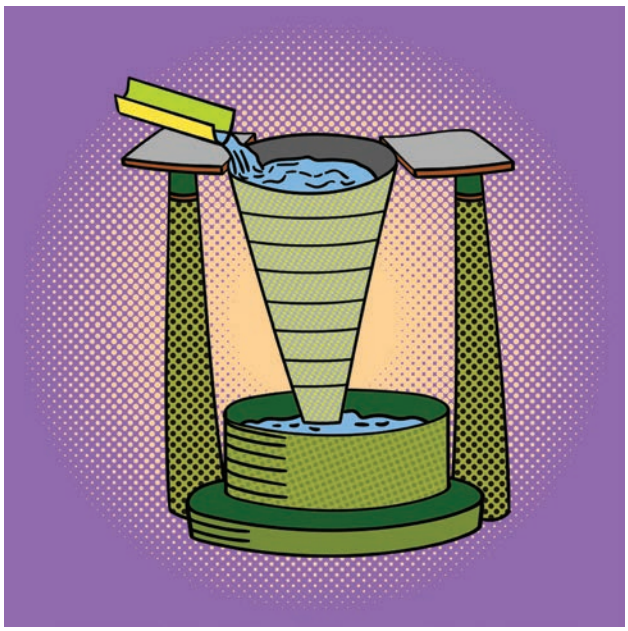
Nézz utána, hogy milyen időmérő eszközöket használtunk a történelem során!
Eredményeid birtokában vitassátok meg, milyen jelenségekre épülnek a régmúlt időmérésére szolgáló eljárások.

A legősibb időmérő eszköz, a napóra működése azon alapszik, hogy egy tárgy árnyékának iránya és hossza függ a Nap helyzetétől.



Napóra

A vízóra vagy *klepszüdra* egy ókori időmérő eszköz. Ez egy edény, amelyből az alján fúrt lyukon keresztül víz folyik ki. A kúp alakú edényt úgy tervezték, hogy az edényben a víz szintje egyenletesen csökkenjen, így vált könnyen mérhetővé az eltelt idő.



Vízóra

A homokórában a homok lepergése jelzi, hogy eltelt egy adott időtartam.



Homokóra

Az ingaórákban egy inga végez meghatározott ideig tartó lengéseket.

Az ingaórában és a mechanikus órákban egy felhúzott, megfeszített rugó biztosítja, hogy a periodikus mozgás sokáig tartson. A kvarcórákban egy apró kvarckristály rezgése adja az időmérés pontos alapját.



Ingaóra

Mennyire pontosan mérhetjük az időt? Honnan tudjuk a pontos időt?

A különböző időmérő eszközök fontos sajátsága, hogy milyen pontosan jelzik az időt. Egy hagyományos stopperóra például a másodperc századrészét is képes mérni. Természetesen ha kézzel működtetjük a stoppert, mérési eredményeink pontatlanok lehetnek. Ezt a stopper kézi elindításából és megállításából fakadó eltérések okozhatják. Így ugyanannak az időtartamnak többszöri, egymás utáni mérése különböző eredményekre vezethet. Ezért a fizikában alkalmazott mérések során mindig többször mérünk a véletlenszerűen jelentkező hibák csökkentése érdekében. A mérések eredményeit összeadjuk, és osztjuk a mérések számával. Az így kapott **átlagértéket** tekintjük a mérés eredményének. A pontosabb mérés érdekében a fizikai kísérletekben, de a sportversenyeken is, az időmérést ma már automatikus rendszerek végzik.

Mérjétek meg az osztályban egymástól függetlenül egy jelenség időtartamát, például két hangjelzés között eltelt időt okostelefonok segítségével.

Vessétek össze méréseitek eredményét! A jelenleg legpontosabb időmérő eszközök az atomórák, amelyeket más órák kalibrálására (beállítására) használnak. Ezen órák működése az atomok rezgéseire épül. Olyan pontosak, hogy évmilliók alatt is csak másodperces nagyságrendű lehet a pontos időtől való eltérésük. A pontos időt az interneten is megtalálhatjátok.



Legkönnyebben mobiltelefonon futó alkalmazás segítségével mérhetsz időtartamot

Mennyi az idő a világ különböző részein?



Mivel a Föld forog a tengelye körül, elvileg a világon bármely hosszúsági körön más és más a csillagászati idő, hiszen máskor kel és delel a Nap. Hogy ez ne okozzon zavart, a Földet 24 időzónára osztottuk. Egy időzónában az idő azonos. Mennyiben okozna nehézséget, ha az egész világon egységes időt használnánk?

Nézz utána, hogy mi az az egyezményes koordinált világidő (UTC)! Mi ehhez képest melyik időzónában vagyunk?

Az egyezményes koordinált világidő (UTC) nagy pontossággal, a világ 50 különböző laborjában egyenletesen mért nemzetközi atomidőből (*International Atomic Time*) származik. Ez az idő az angliai Greenwich által meghatározott időzóna ideje, amelyhez a Föld időzónáit viszonyítják. Az attól



Greenwichi Királyi Obszervatórium London mellett

keletre eső időzónák pozitív, míg a nyugatra találhatók negatív értékű órákkal térnek el. Mivel a Föld gömbölyű, a keleti és nyugati időzónák találkozásánál egy napot ugrik az idő. Ezt vasárnap–hétfő vonalnak nevezik. A vonalat átlépve vasárnap délelőtt 10 órakor, hirtelen hétfő délelőtt 10 órában találod magad úgy, hogy közben egy perc sem telt el. Magyarország jelenleg télen az UTC+1-es, nyáron pedig az UTC+2-es időt használja.

JÓ, HA TUDOD!

Az általunk is használt Gergely-naptár a világon általánosan elterjedt naptárrendszer. Az időszámítás kezdete Jézus feltételezett születéséhez igazodik, és négyévente egy szökőnapot illesztenek be a 365 eredeti nap sorába, hogy a naptár figyelembe vegye a Föld 365 napnál hosszabb keringési idejét. Az időmérő eszközeink ismétlődő, ismert ideig tartó jelenségeken alapulnak. Az **idő** jele t, mértékegysége a másodperc (s). A jelenleg legpontosabb időmérő eszközök az atomórák, amelyeket más, olcsóbb, hagyományos órák beállítására használnak. Az atomórák által mért időből határozzák meg az egyezményes, koordinált világidőt, amelyből a Föld 24 időzónájának idejét származtatják.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Nevezz meg egy olyan természeti jelenséget, mely segítségével mérhetjük az időt!
2. Hány másodpercig tart egy nap? **(86400 s)**
3. Miért vannak időzónák?
4. Nézz utána, mennyire pontos a legpontosabb óra a Földön!
5. A különböző civilizációk időszámítása, naptárjai eltértek egymástól. Keress példát az európaitól eltérő időszámításra!
6. Hogyan lehet két, egymást követő napon szilveszteri mulatságon részt venni?

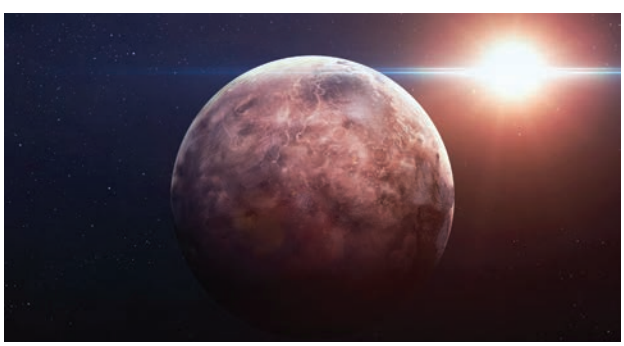
ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Volt-e 2000-ben szökőnap?

A szökőévek kiszámításának szabálya a Föld pontos keringési idejéhez igazodik. Így minden negyedik év szökőév, de minden századik nem az, viszont minden ezredik az, tehát szökőév. Így 2024 szökőév, de 2100 nem lesz az. Például a 2000 szökőév lenne, mert négygyel osztható az év sorszáma, de mégsem, mert százzal is osztható, de mégis, mert ezerrel is osztható. Így 2000-ben volt február 29-e.

Hány napig tart egy év a Merkúron?

A Merkúr 58,65 földi nap alatt fordul meg a tengelye körül, és 88 földi nap alatt járja körül a Napot. Így a Merkúron két Merkúr év három Merkúr napig tart.



A Merkúr bolygó a Földnél jóval közelebb kering a Naphoz

Volt-e az időnek kezdete?

Szent Ágoston azt írta, hogy Isten a világot nem az időben, hanem az idővel együtt teremtette. Ha a világ létrejött valamikor, akkor az idő is akkor jött létre. Mindezt azért nehéz elfogadni, mert nem tudjuk

elképzelni sem az idő kezdetét, sem a végét. Erre a kérdésre a választ egyelőre nem tudjuk.

A tér és idő elválaszthatatlansága

A fény terjedéséhez idő kell. Ezért ha messzire nézünk, akkor a dolgok korábbi állapotát látjuk. Aki a távolba néz, az a múltba néz! Tér és idő elválaszthatatlan. Nézz fel a csillagos égre, s amit látsz, az sosem volt olyan, mint amilyennek látod. Csillagokat látsz egymás mellett, az idő különböző pillanataiból.

Lehet-e visszafelé haladni az időben?

Az időben nem mehetünk visszafelé. Ha erre képesek lennénk, megváltoztathatnánk a múltat, s ezáltal a jelent. Semmi sem lenne biztos onnantól. A természettudományos gondolkodás alapvetően arra épül, hogy a múlt meghatározott, tehát megváltoztathatatlan, s a tudományos jóslataink a jövőre vonatkoznak.

Két pillanat között eltelt idő

A relativitáselmélet megenged egy furcsa dolgot az idővel kapcsolatban. Azt, hogy két ember különböző időpontban történő találkozása között ne ugyanannyi idő teljen el az egyik ember, illetve a másik ember számára. Ez képtelenségnek tűnik, de nem az. Az eltérés mértéke nagyon csekély, de kimérhető.



Az időlift, amivel tetszésünk szerint utazhatunk az időben. Megépülhet egyszer?

Van olyan ember, aki szerint más évet írunk?

Például a zsidó hagyomány szerinti időszámításnál 2021 szeptemberében kezdődött az 5782. év. Tehát nem ugyanakkor van újév, és nem ugyanakkor indul az időszámítás, mint a Jézus születéséhez kötött naptárban. Az év nagyobbik részében a zsidó naptár 3760 évvel előrébb jár. Az év vége felé a különbség már 3761 év.

KITEKINTÉS

Hogyan érzékeljük az idő múlását?

Míg az idő múlása egyenletes, azt gyakran a legkevésbé sem egyenletesnek érzékeljük. Ha valami unalmas dologban veszünk részt, az idő ólomlábakon vánszorog. Ha viszont valami érdekes esemény történik velünk, akkor repül az idő. Visszanézve az idő gyorsan elmúlik, előre nézve lassan jár.

Gondolatok az időről

A már idézett Szent Ágoston azt mondta az időről: ha nem kérdezed, tudom, mi az idő, de ha kérdezed, elmagyarázni nem tudom. Az idővel kapcsolatos képzeteink, gondolataink a természettudomány határait szétfeszítik, és emberi létünk legalapvetőbb kérdéseit érintik. Minél többet tudunk meg az idő természetéről, annál több és újabb kérdésbe fogunk botlani.



Az unalmas előadás alatt úgy érezzük, lassan múlik az idő

5. A sebesség

A környezetünkben lévő tárgyak egy része mozog, a másik része nyugalomban van. A mozgó testeket könnyű észrevenni, mert az álló testekhez viszonyítva változik a helyük. A mozgás egyik fontos ismérve, hogy milyen gyorsan történik, a másik pedig, hogy milyen irányban. A mozgások jellemzésére használt legfontosabb fizikai mennyiség a **sebesség**. Ha autóval utazunk valahova, a műszerfalon leolvashatjuk a jármű sebességét. Két autó közül az, amelyik gyorsabban, azaz nagyobb sebességgel halad, ugyanannyi idő alatt messzebbre jut, vagy ugyanazt az utat rövidebb idő alatt teszi meg. Egy futóversenyen a leggyorsabb, legnagyobb sebességű futó teszi meg a versenytávot a legrövidebb idő alatt, a leglassabb futónak pedig a leghosszabb idő kell a célba jutáshoz, ezért lesz utolsó.



Melyik futó ér hamarabb célba?

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Mikor mozog egy test egyenletesen?

A testek a hétköznapi körülmények között legtöbbször szabálytalanul mozognak. Egyszer lassabban, máskor gyorsabban. Gyakran bekanyarodnak, ritkán haladnak teljesen egyenesen.

Ha egy test tökéletes egyenes pályán mozog, s közben azonos idők alatt azonos utakat tesz meg folyamatosan, akkor azt mondjuk, **egyenes vonalú egyenletes mozgást** végez.

Mutass be példaként olyan mozgásokat a hétköznapokban, melyek legalább a mozgás egy szakaszán jól közelíthetők az egyenes vonalú, egyenletes mozgással!

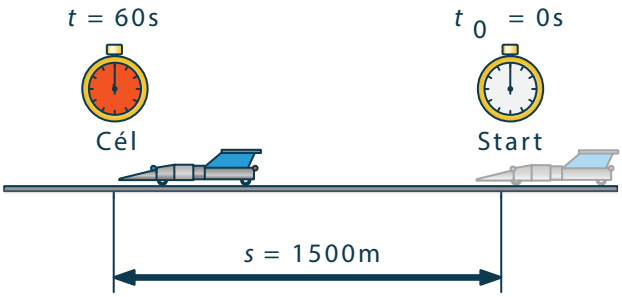


A mozgólépcsőn álló ember mozgása jó közelítéssel egyenes vonalú, egyenletes mozgás

Mit mondhatunk egy nem egyenletesen mozgó jármű sebességéről?

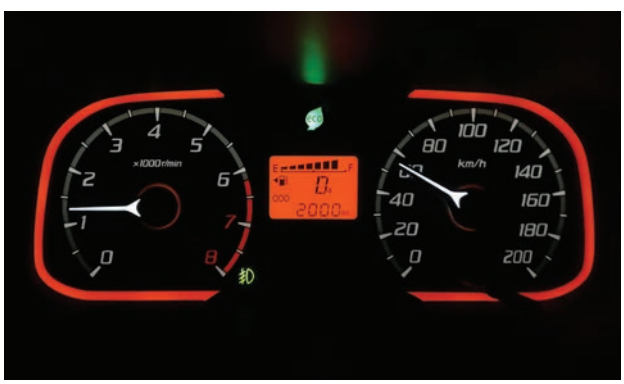
A sebességet úgy számoljuk ki, hogy a jármű által megtett utat osztjuk a megtételéhez szükséges idővel.

Képlettel: $v = \frac{s}{t}$



$$v = \frac{\text{megtett út}}{\text{eltelt idő}} = \frac{s}{t} = \frac{1500\ \text{m}}{60\ \text{s}} = 25\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Ha egy jármű egyenletesen mozog, akkor egyenlő idők alatt egyenlő utakat tesz meg. Ekkor bármekkora időtartamot választunk is, ha megmérjük az adott idő alatt megtett utat, és az imént tanult összefüggés segítségével kiszámoljuk a sebességet, mindig ugyanazt az értéket kapjuk. Az egyenletesen mozgó jármű sebességmérő órája mindig ugyanazt a sebességet mutatja. Azt az értéket, melyet bármely szakaszon kiszámíthatunk, a megtett út és az eltelt idő hányadosaként.



Egy korszerű autó sebességmérője a jármű pillanatnyi sebességét jelzi (a kép jobb oldalán)

Ha folyamatosan változik egy jármű sebessége, akkor az óra minden pillanatban azt a sebességet mutatja, mellyel a jármű menne, ha nem változna a sebessége tovább, azaz ha onnantól kezdve a jármű egyenletesen mozogna.

Egy hosszabb út során a jármű sebessége általában gyakran változik. Többször kell lassítani, gyorsítani, és néha szükség van megállásra is. Ekkor is számolhatunk sebességet a teljes útra vonatkozóan. Ez a jármű átlagsebessége. Ha a teljes utat elosztjuk a teljes út megtételéhez szükséges idővel, az **átlagsebességet** kapjuk meg.

Mekkora sebességgel mozognak a különböző tárgyak és élőlények?

Az interneten könnyen megtalálhatjátok az ismertebb állatok és a különböző járművek legnagyobb sebességét.

A következő táblázatból megtudhatjuk, hogy különböző állatok mekkora sebességgel képesek mozogni. Ezeket a sebességeket azonban csak rövid távon tudják tartani!

Állatok	Sebesség $\frac{\text{km}}{\text{h}}$-ban
Bálna	32
Csuka	5,3
Ezüstsirály	48
Gepárd	110
Nyúl	65
Strucc	70
Vadászsólyom zuhanórepülésben	320

De vajon mekkora sebességgel mozog a Föld a Nap körül? Hogyan kell kiszámolni?

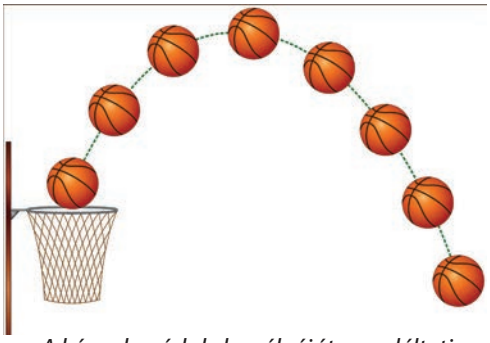
A Föld a Nap körül nagyjából 107 000 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel kering, ez jóval nagyobb sebesség, mint amire a leggyorsabb közlekedési eszköz jelenleg képes!

Hogyan állapíthatjuk meg átlagsebességünket?

Hogyan tervezhetjük meg az utunkat? Milyen alkalmazásokat ismersz, amelyek felhasználhatók erre a célra?

Az interneten több alkalmazást is elérhettek, amelyekkel megtervezhetitek az utat egy kiindulópont és egy célpont között. Ilyen például a Google Maps. Az útvonaltervezőkben beállíthatod, hogy gyalog vagy valamilyen közlekedési eszközzel szeretnél a célponthoz eljutni. A rendszer általában több lehetséges útvonalat is javasol. Ezek általában hosszabbak, mint a kiindulópont és a végpont távolsága légvonalban, azaz a két pontot összekötő egyenes

hossza. Ezt a távolságot a fizikában **elmozdulásnak** nevezik. A görbét, amelyen a mozgás során végigmegyünk, pedig **pályának**.



A kép a kosárlabda pályáját szemlélteti

Az útvonaltervezők megadják a különböző útvonalak hosszát és azt is, hogy a különböző útvonalakon haladva várhatóan mennyi idő alatt érhetjük el a célpontot. Ezen adatok segítségével kiszámíthatjuk, hogy mekkora az átlagsebességünk ezeken az útvonalakon.

Azt, hogy melyik útvonalat választjuk, több szempont is befolyásolhatja. Ha sietünk, választhatjuk azt, amelyen leghamarabb érjük el a célt, de választhatjuk a legrövidebb utat is. Mivel a különböző utakon általában különböző sebességgel haladhatunk, gyakran nem a legrövidebb úton tart legrövidebb ideig a cél elérése.

Mikor mondjuk, hogy egy test sebessége nem változik?

Egy test mozgására nemcsak a sebesség nagysága, hanem a sebesség iránya is jellemző. Egy test sebessége akkor is változik, ha a nagysága nem változik, hanem csak az iránya. Ha tehát körbe-körbe megyünk, ugyanakkora sebességgel, akkor változik a sebességünk, mivel változik a sebességünk iránya.

Mondj hétköznapi példákat olyan mozgásokra, melynek során a mozgó test sebességének csak az iránya változik, a nagysága nem!



Az óramutató hegye mindig ugyanannyi idő alatt tesz meg egy kört, átlagsebességének nagysága nem változik. Változik-e közben sebességének iránya?

JÓ, HA TUDOD!

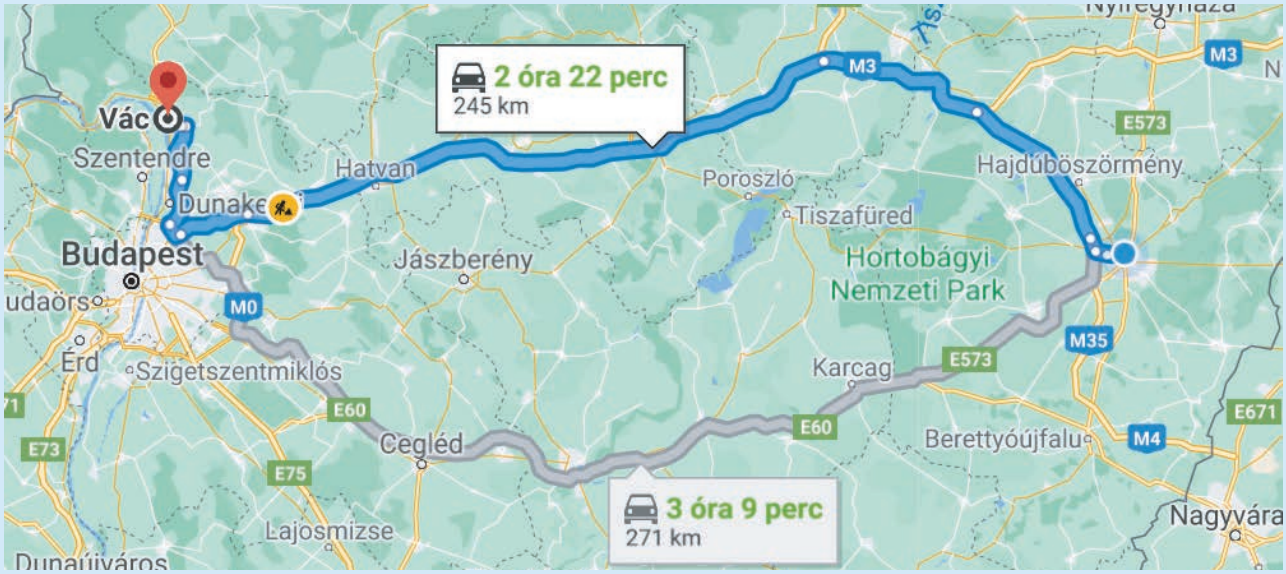
Sebességnek nevezzük a megtett út és az út megtételéhez szükséges idő hányadosát. A sebesség jele: *v*. A sebességet a következő képlettel számoljuk ki: $v = \frac{s}{t}$, ahol *s* jelöli a megtett utat, *t* pedig az eltelt időt. A sebesség mértékegysége a $\frac{m}{s}$ vagy $\frac{km}{h} \cdot \frac{m}{s} = 3{,}6\ \frac{km}{h}$.

Ha a mozgás során változik a sebesség, az összes megtett út és az összes eltelt idő hányadosát, az **átlagsebességet** használjuk a mozgás jellemzésére.

Egyenletes mozgásról akkor beszélünk, ha a mozgó test egyenlő idők alatt egyenlő utakat tesz meg, bármekkora időtartamokat is választunk. Ilyenkor tehát a test sebessége állandó.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Az A-jelű autó 20 m-t tesz meg 2 s alatt, a B-jelű autó 15 m-t tesz meg 1 s alatt, míg a C-jelű autó sebessége 36 $\frac{km}{h}$. Rendezd növekvő sorba az autókat a sebességük szerint!
2. Nézz utána, hogy egyes járművek mekkora sebességgel haladhatnak lakott területen, lakott területen kívül, autóúton, autópályán! Gyűjts minél több adatot!
3. 90 percig 4 $\frac{km}{h}$ sebességgel haladunk. Mekkora utat teszünk meg ezalatt? Az eredményt méterben add meg!
   (6000 m)
4. Mennyi idő szükséges 150 km megtételéhez, ha a sebességünk 10 $\frac{m}{s}$?
   (15 000 s, azaz 250 perc)



5. Debrecenből Vácra két útvonalat javasol a tervező. Számold ki az ábrán látható adatok alapján a két útvonalra vonatkozó átlagsebességet! **($28{,}4\ \frac{m}{s}$ a kék és $23{,}9\ \frac{m}{s}$ a szürke útvonalon)**

6. Mi a sebesség fogalmának meghatározása és mi a mértékegysége?

7. Mi a hasonlóság és a különbség egy egyenes vonalban, egyenletesen mozgó test sebessége és egy szabálytalanul mozgó test átlagsebessége között?

8. Egy változó sebességgel mozgó vonat Budapest Keleti pályaudvarról két óra alatt ér a 180 km-re található Miskolcra. Az indulása pillanatában a vonat fölé ér egy olyan drón, melynek sebessége 90 $\frac{km}{h}$, s az út során ez a sebesség végig állandó nagyságú maradt. Az út során a drón a sín felett repült, időnként lehagyta a vonatot, volt amikor megelőzte azt.

A vonat vagy a drón ér előbb Miskolcra?
A beérkezés pillanata előtt közvetlenül a vonat vagy a drón volt előrébb?



ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

GPS

A járművekben elhelyezett navigációs rendszerek működéséhez a GPS (Global Positioning System), azaz a Globális Helymeghatározó Rendszer nyújt segítséget. A GPS a Föld körül keringő műholdak segítségével méri be pillanatnyi helyzetünket, a navigációs eszköz pedig ennek ismeretében irányítja mozgásunkat. Bizonyos rendszerek valós idejű közlekedési információkat is szolgáltatnak, így segítenek például a közlekedési dugók elkerülésében. A mindennapokban a mobiltelefonunkban található különböző applikációk is aktívan használják a GPS helymeghatározást. Ennek segítségével a keresések, illetve a közlekedéshez használt programok azonnali segítséget adnak használatuk során. Például utazás tervezése, legközelebbi bolt, bankautomata, étterem stb.

Villámlás és mennydörgés

A hangnak is van sebessége, nagyjából 330 $\frac{m}{s}$. A hang tehát másodpercenként körülbelül 330 m-t tesz meg. Mivel a fény sebessége ennél sokkal nagyobb, így a vihar távolságának meghatározásához elég ismernünk a villámlás és mennydörgés között eltelt időt.



A villám fénye megelőzi a hangját

Milyen messze van tőlünk az a villám, melynek fényét 3 másodperccel előbb látjuk, mint ahogy a dörgést halljuk?

A fény sebessége

A fény az üres téren át is terjed, mégpedig nagyon nagy sebességgel. A fény terjedési sebessége az üres térben 300 000 $\frac{km}{s}$. A fény 1 másodperc alatt hét és félszer akkora utat tesz meg, mint a Föld Egyenlítője. A Napból a fény a Földre több mint 8 perc alatt érkezik. A Nap és Föld távolsága nagyjából 150 millió kilométer. A szomszédos galaxistestvérünk az Androméda-köd. Onnan a fény 2,5 millió év alatt ér a Földre. A legtöbb galaxistól a fény évmilliárdokat utazik a Földig.



Az Androméda-köd

Mi mozog igazából?

Amikor mozdulatlanul fekszünk ágyunkban, akkor is mozgunk, hiszen a Föld forog a tengelye körül, s kering a Nap körül. A Nap a Herkules csillagkép irányába mozog. A galaxisunk, a Tejútrendszer csillagai pedig a galaxis magja (közepe) körül keringenek. Mozogni és nyugalomban lenni mindig csak valamihez képest lehet. Amikor az ágyon fekszünk, az ágyhoz, illetve a Föld felszínéhez képest vagyunk nyugalomban.

Egymáshoz viszonyított sebesség

Ha a vonat 60 $\frac{km}{h}$ sebességgel halad, és közben 4 $\frac{km}{h}$ sebességgel megyünk előre a vonaton a büfékocsi felé, akkor a talajhoz képest 64 $\frac{km}{h}$a sebességünk. Ha két vonat egymással szemben száguld 120 $\frac{km}{h}$-s sebességgel, a sebességük egymáshoz képest 240 $\frac{km}{h}$. Ha egyirányban haladnak, párhuzamos síneken, akkor egymáshoz képest a sebességük nulla. Könnyen megfigyelhetjük, mi történik ilyenkor a szomszéd kocsiban, hiszen az hozzánk képest áll. Olyan, mintha egy ház ablakán keresztül néznék be a házba, a járdán állva.



Egymással szembe vagy egyirányba halad ez a két szerelvény?

KITEKINTÉS

Ha a testek egy egyenes mentén mozognak, akkor könnyen kiszámíthatjuk egymáshoz képesti sebességüket, akár egy irányba mennek, akár ellentétesen. De mi van akkor, ha két test mozgásiránya más és más egyenesbe esik, az egyik test északra megy, a másik keletre. Ilyenkor sokkal nehezebb megállapítani egymáshoz képesti sebességüket. A sebességnek ugyanis nemcsak a nagysága, hanem az iránya is lényeges. Ugyancsak izgalmas kérdés, hogy mitől mozognak a testek. Mitől van sebességük, és mitől változik meg a sebességük. Mitől lesz egy test gyorsabb vagy lassabb, s mi okozza a kanyarodást? Ezen kérdések megválaszolása még előttünk áll.

6. Az eszközök és vegyszerek biztonságos használata

A természettudományos ismeretek egyidősek az emberi kíváncsisággal. Minden, amit ma a természet működéséről tudunk, annak köszönhető, hogy a tudósok a feltevéseik ellenőrzésére nagyon sok kísérletet végeztek és végeznek.

A kísérleteket csak abban az esetben lehet biztonságosan kivitelezni, ha a vizsgálatot megtervezzük, a megfelelő eszközöket és vegyszereket használjuk, és betartjuk a balesetvédelmi előírásokat.

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

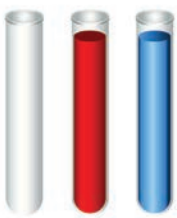
Milyen eszközök fordulnak elő egy természettudományos laboratóriumban?

A különböző laboratóriumi eszközök üvegből, fémből, fából, porcelánból, illetve műanyagból készülnek.

1. Milyen előnyös tulajdonságaik lehetnek az üvegeszközöknek?
2. Milyen hátrányos tulajdonságaik lehetnek az üvegből készült eszközöknek?


főzőpoharak


folyadéküvegek


kémcsövek


kémcsőállvány


állvány szűrőkarikával


mikroszkóp


mérőhengerek


gázégő

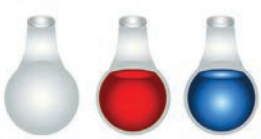

cseppentők



digitális mérleg


tölcsérek


állólombikok


gömblombikok


védőszemüveg


dörzsmozsár törővel


spatula

A különböző üvegeszközöket az anyagok tárolására, valamint a kísérletek végrehajtására használjuk. Ilyenek a kémcsövek, a különböző lombikok, a mérőhenger, a főzőpohár, a tölcsérek, a pipetták stb.

Előnyük, hogy a legtöbb vegyszernek ellenállnak, így tömény savakkal és lúgokkal, valamint mérgező anyagokkal is dolgozhatunk bennük. Átlátszók, így könnyen megfigyelhetjük a bennük végbemenő változásokat. Egyes képviselőik jól melegíthetők.

Az üvegeszközök legnagyobb hátránya, hogy törékenyek.

3. Milyen esetekben helyettesíthetjük az üvegeszközöket műanyagból készült eszközökkel?
4. Milyen vizsgálatok során nem használhatunk üvegeszközök helyett műanyag eszközöket?

A műanyag eszközök sokkal olcsóbban előállíthatók, mint az üvegeszközök. Nagyon sok vegyszernek ellenállnak, így ezekkel gyakran ki lehet váltani az üvegeszközök használatát. Például védőszemüvegeket, mérőhengereket, tölcséreket, folyadéküvegeket és cseppentőket is készítenek műanyagból. A műanyagból készült eszközök további előnye az üvegeszközökkel szemben, hogy nem törékenyek.

Ezzel szemben a műanyag eszközök egyik hátránya, hogy idővel még az eredetileg átlátszó termékek is mattá válnak, ami miatt nehezebben használhatók a vizsgálatok szakszerű elvégzésére. Még ennél is nagyobb hátrány, hogy a műanyagból készült eszközök egyáltalán nem melegíthetők.

5. Az eszközöket bemutató ábrán láthatsz fémből, porcelánból, illetve fából készült eszközöket is. Melyek ezek? Milyen előnyös tulajdonságai lehetnek a fémből készült eszközöknek?

Fémből készítik például a spatulákat és vegyszeres kanalakat, a különböző állványokat, a lombikfogókat, a szűrőkarikákat, illetve a gázégőket. A fémeszközök előnye a nagy teherbíró képesség, a kiváló hőállóság és a számos vegyszerrel szemben mutatott ellenálló képesség. A nagy teherbíró képességet kihasználva állványokat és fogókat készítenek fémekből. A gázégőknek magas hőmérsékletet is ki kell bírniuk károsodás nélkül. A spatuláknak és vegyszeres kanalaknak vegyszerállóknak kell lenniük.

A dörzsmozsár és a hozzá tartozó törő porcelánból készül. A dörzsmozsárban még a viszonylag nagy keménységű anyagok is poríthatók.

Fából leggyakrabban a kémcsőállvány készül. Előnye, hogy még a forró kémcsövet is biztonsággal el lehet helyezni benne anélkül, hogy az állvány anyaga károsodna.

Milyen egyéb eszközök fordulnak még elő a természettudományos laboratóriumokban?

1. Milyen feladat elvégzésére lehet alkalmas egy digitális mérleg?
2. Mire kell odafigyelni a mérleg használata során?

A természettudományos laboratóriumokban és szertárakban még nagyon-nagyon sokféle eszköz és berendezés megtalálható. Ezek közül az egyik leggyakoribb a mérleg. Napjainkban főként digitális mérlegekkel találkozunk. Ezekkel igen gyorsan meg tudjuk határozni a vizsgált vegyszer vagy tárgy tömegét.



Digitális mérleg, vagy precízebben táramérleg

A mérlegek használata során figyelembe kell venni a mérleg terhelhetőségét. Minden egyes mérlegen feltüntetik, hogy mekkora az a maximális tömeg, amelyet biztonsággal lehet az eszköz segítségével mérni, anélkül, hogy a mérleg károsodna. Arra is fontos figyelni, hogy a mérlegre közvetlenül nem helyezhetünk semmilyen vegyszert. A vizsgálandó anyagot egy edénybe öntjük, majd ezt az edényt helyezzük a mérleg fémlapjára. Nem utolsósorban ki kell emelni, hogy a digitális mérlegeken csak szobahőmérsékletű anyagok mérését szabad elvégezni.

Mire használjuk a mikroszkópot?

A mikroszkóp (régi nevén górcső) egy olyan eszköz, amely megjeleníti a szabad szemmel láthatatlan, apró tárgyakat. A következő oldal tetején is látható fénymikroszkópot a leggyakrabban a biológiai vizsgálatok során alkalmazzák. Ezen mikroszkópok segítségével akár 40–800-szoros nagyításban is vizsgálhatjuk a sejtek részeit.



Mikroszkóp

Egyes fizikai jellemzők vizsgálatához ennél összetettebb mikroszkópokat használnak.

Honnan tudjuk, hogy egy vegyszer használata veszélyes lehet?

A laboratóriumban használt vegyszerek kisebb mennyiségei folyadéküvegekben vagy porüvegekben kerülnek forgalomba. Ezeket az edényeket kötelező megfelelő címkézéssel ellátni.

1. Az alábbi képen egy gyakran használt folyékony anyag címkéjét látod. Miért fontos, hogy a vegyszeres címkéken ilyen sok adat és jelölés szerepeljen?
2. Miért lehet fontos, hogy egységes jelöléseket alkalmazzanak a címkéken?

A vegyszeres címkék számos adatot tartalmaznak. Így megjelenik például a vegyszer neve (*n*-hexán), a felhasználás célja (általános laboratóriumi célra), a kiszerelés (5000 ml, vagyis 5 liter), a veszélyességet jelző piktogramok, illetve a veszélyességet jelző kódok (pl. H225 stb.) és feliratok (pl. fokozottan tűzveszélyes folyadék és gőz).

Egy vegyszeres címke tartalma a nemzetközi szabályozásnak megfelelően egységes. Így például a lenti EINECS-számot (203-777-6) a böngésző keresőjébe beírva egyből az *n*-hexán forgalmazói, valamint tulajdonságai fognak kilistázódni. A H225 kód minden országban ugyanazt a veszélyességet jelöli, így egy magyarul nem értő vegyész is tudja, hogyan kell ezzel a vegyszerrel bánni.

A veszélyességi piktogramok célja, hogy kis képek formájában is megjelenítsék az adott vegyszerrel kapcsolatos veszélyeket. Ezek a piktogramok azonban nemcsak a vegyszereken, hanem a háztartási vegyiárukon (pl. mosószereken, tisztítószereken) is megjelennek.





Robbanóanyagok, önreaktív anyagok és keverékek



Tűzveszélyes anyagok és keverékek, szerves peroxidok, öngyulladó anyagok



Oxidáló anyagok és keverékek



Nyomás alatt lévő gázok



Fémekre maró hatású anyagok és keverékek, bőrmarás/bőrirritáció, súlyos szemkárosodás/szemirritáció



Akut toxicitás



Akut toxicitás, bőrmarás/bőrirritáció, súlyos szemkárosodás/szemirritáció, légzőszervi és/vagy bőrszenzibilizáció, az ózonrétegre veszélyes



Csírasejt-mutagenitás, rákkeltő hatás, reprodukciós toxicitás, célszervi toxicitás, aspirációs veszély



A vízi környezetre veszélyes

Milyen szabályokat kell betartani a természettudományos vizsgálatok során?

1. Milyen veszélyeket hordozhat a laboratóriumokban történő munkavégzés?
2. Miért fontos, hogy a munkavégzés körülményeit szabályozzák?

A természettudományos tanulmányaid során több alkalommal is olyan ismeretekkel foglalkozunk, amelyek igénylik a különböző kísérletekkel történő megerősítést. A kísérletezés azonban számos veszélyt hordoz magában. Így rosszabb esetben kisebb égési sérülés vagy vegyszer által okozott ártalom is bekövetkezhet.

Ahhoz, hogy a vizsgálatok elvégzése biztosan ne járjon egészségkárosodással, nagyon fontos, hogy az alábbi balesetvédelmi előírásokat betartsd!

- A kísérletezés során a vizsgálatot csak a tanári utasítás és a leírás szerint végezd el!
- Használj a vizsgált folyamatnak megfelelő védőfelszerelést (gumikesztyű, védőszemüveg, köpeny, illetve, ha hosszú a hajad, akkor fogd össze)!
- A kísérletezés céljára szolgáló helyiségben enni- és innivalót fogyasztani, illetve az ott található anyagokat megkóstolni szigorúan tilos!
- A helyiségből a vegyszerek és a laboratóriumi eszközök kivitele, illetve az oda való bevitele tilos!
- Mérgező, szúrós szagú, köhögésre ingerlő gázok fejlődésével járó reakciókat csak jól szívó vegyifülkében végezz!
- Csak ép, mindennemű sérüléstől mentes eszközök segítségével hajtsd végre a vizsgálatokat!
- Vegyszerek öntésekor és a kísérletezés közben sose hajolj az edény fölé, mert így elkerülhető az arcra vagy ruhára kerülő fröccsenés!
- Tömény savakkal, illetve lúgokkal dolgozni csak tanári felügyelet mellett, a tanár utasításait betartva lehet!
- A kémcső száját az ujjaddal sose fogd be!
- A kémcsövet melegítéskor legfeljebb félig töltsd anyaggal, és hevítés közben a kémcsövet folyamatosan mozgasd a láng felső részében!
- A kémcsövet hevítéskor soha ne fordítsd nyílásával magad vagy társaid felé!
- Az edény tartalmából felszabaduló gázokat úgy szagold meg, hogy kézzel a levegőáramot az edény felől magad felé legyezd!
- A forró eszközök csak lehűtve tárolhatók!
- Sérült elektromos berendezéssel ne dolgozz!

JÓ, HA TUDOD!

A kísérletezéshez használt laboratóriumi eszközök üvegből, fémből, fából, porcelánból, illetve műanyagból készülnek. A laboratóriumban használt vegyszerek kisebb mennyiségeit tartalmazó edényeket kötelező megfelelő címkézéssel ellátni.

A kísérletezés számos veszélyt hordoz magában. Ahhoz, hogy a vizsgálatok elvégzése biztosan ne járjon egészségkárosodással, nagyon fontos, hogy a balesetvédelmi előírásokat betartsuk!

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Nevezz meg három, üvegből készült laboratóriumi eszközt!
2. Nevezd meg az alábbi eszközöket! Nézz utána az internet segítségével azon eszközöknek, amelyeket még nem ismersz!



3. Sorold fel az üvegeszközök hátrányos tulajdonságait!
4. Kis mennyiségű (kb. 5 cm^3 térfogatú) folyadékot szeretnénk melegíteni. Az alább felsorolt eszközök közül válaszd ki azokat, amelyek ahhoz szükségesek, hogy biztonsággal elvégezhető legyen a kísérlet!
   - 200 cm^3-es gömblombik, kémcső, mikroszkóp, dörzsmozsár törővel, kémcsőfogó, gyufa, védőszemüveg, szűrőkarika, gázégő
5. A képen látható kísérletező kisfiú egy igen komoly hibát követ el. Melyik balesetvédelmi előírást nem tartotta be a kisfiú? Milyen következményekkel járhat, ha a kísérletezést folytatja?



ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Piktogramok régen és ma



A megismert veszélyességi piktogramok egységes alkalmazását a vegyi anyagok osztályozásának és címkézésének globálisan harmonizált rendszere (amit GHS rövidítéssel jelölnek) írja elő. Ez 2009 óta van használatban. Előtte országonként eltérő szimbólumokat alkalmaztak. A mérgező anyagok jelölésére az Európai Unióban például egy narancssárga hátterű piktogramot alkalmaztak, benne egy halálfejjel. Ezzel szemben az Amerikai Egyesült Államokban többek között olyan piktogramokat használtak, mint amilyen például a Mr. Yuk [ejtsd: miszter jak] szimbólum. Akik ezt támogatták, azzal érveltek, hogy a halálfej érdeklődést kelthet a gyerekekben, mert a kalózokra emlékezteti őket, míg a nyelvét nyújtogató, gonosz tekintetű Mr. Yuk-szimbóluma nem.

Az alkimisták „ajándékai"

Az alkimisták az alkímia művelői voltak. A vizsgálataik egyik célja az volt, hogy aranyat állítsanak elő más fémekből (például higanyból). Az alkimisták jelentős felfedezésekkel gazdagították az emberiség tudását. Ezek között említhető a desztillálás és a kristályosítás művelete, valamint a laboratóriumi eszközök közül a lombik. A prágai Speculum Alchemiae Múzeumban korhű alkimista eszközöket is megtekinthetünk.



KITEKINTÉS

Bár a gyógyszerek tervezése és ipari mennyiségű előállítása mára szinte teljes mértékben a számítógépek és ipari berendezések segítségével történik, az első előállításokat (szaknyelven: szintéziseket) a vegyészek és gyógyszerészek mind a mai napig laboratóriumokban végzik. Egy-egy gyógyszer kifejlesztése, a tesztelésekkel kiegészítve akár 15–20 évet is igénybe vehet.

7. Test és működése számokban

A hétköznapokban számtalanszor viszonyítunk dolgokat egymáshoz. Azt mondjuk, hogy sok vagy kevés, hideg vagy meleg, rövid vagy hosszú. Ezek a megállapítások viszonylagosak, nem határoznak meg egy pontos mennyiséget. Tudjuk például azt, hogy a szívünk sokszor dobban meg naponta, de kiszámoltuk már valaha, hogy hányszor? Vizsgáljuk meg az emberi testet néhány érdekes szám tükrében!

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Mit tudsz a hajadról és a körmödről?

Az emberi test bőréhez különböző függelékek is tartoznak. Ilyen a haj és a köröm is. Az embernek átlagosan 100–150 ezer hajhagymája van. Minden hagymából 20 szál haj fejlődik ki az évek során, és havonta átlagosan egy centimétert nő. Egy átlagos hajszál körülbelül 7 évet él. A körömágyból kinövő körömnek 6 hónap kell, hogy elérje az ujjvéget. A kéz körmei havonta közel 4 mm-t nőnek, míg a lábéi csak 2 mm-t. A kéz körmeinek növekedési sebessége tehát 0,0000000015 $\frac{m}{s}$.



A világ egyik leghosszabb bajusza 4,3 méter

Hányat ver a szívünk életünk során?

A szívünk percenként normális esetben körülbelül 72-szer dobban meg. Egy szívdobbanással nagyjából 70 ml vér lökődik ki a nagy vérkörbe. Ez naponta körülbelül 7 258 liter vérnek felel meg. Az emberi testben megközelítőleg 5,5 liter vér kering. A vérnyomás értéke normál körülmények között 120/80 Hgmm. A magasabb érték a szív által összehúzódáskor kifejtett nyomás, az alacsonyabb az ernyedt szívkamrák nyomása. Összehasonlításképpen, a külső légnyomás 760 Hgmm. A magas és az alacsony vérnyomásnak is vannak veszélyei az egészségre, ezért a vérnyomást időnként érdemes ellenőrizni.

A szülést megelőző hetekben a normális magzat szíve 120–160-at dobban percenként. Egy átlagember szíve élete során több mint 2,2 milliárdszor dobban. Egy macska szíve élete során körülbelül 500 milliót ver.

Mekkora a tüdőnk felülete?

Az emberi tüdő teljes felülete körülbelül egy teniszpálya méretével egyezik meg (100 négyzetméter). Nyugalmi állapotban percenként nagyjából 16-szor



veszünk levegőt. Egy légvétellel fél liter levegőt lélegzünk be, így percenként 8 liter levegőt cserélünk ki a tüdőnkben. Ez naponta több mint 11 000 liter levegő kicserélése.

Mennyi víz folyik át rajtunk életünk során?

A víznek nagyon sokféle feladata van szervezetünkben. Az anyagcsere a sejt vizes közegében megy végbe, ez számos anyag oldószere, a vérben anyagszállítást végez. Szerepe van a hőszabályozásban, és részt vesz a kémiai átalakulásokban is. Szervezetünkből naponta körülbelül 2 liter víz távozik a vizelettel, a széklettel, a verejtékkel és a kilélegzett levegő páratartalmával. Egy nagyjából 70 kg-os férfi szervezetében 45 liter víz van. Ebből 30 liter a sejteken belül helyezkedik el. Normális esetben a vesék napi 180 liter vizet szűrnek át, de ebből csak körülbelül 2 liter vizelet képződik. Egy egészséges emberi testen élete során 75 ezer liter víz folyik át.



Mennyi időt töltünk ébren életünk során?

Az egyik legalapvetőbb ritmus, ami életünket befolyásolja, az ébrenlét és az alvás ritmusa. Ebből a szempontból is nagyon különbözőek vagyunk, általában akkor álmosodunk el, amikor lemegy a nap, és csökken a fény mennyisége, majd a felkelő nap fényét érzékelve ébredünk fel. Az elegendő alvás nélkülözhetetlen ahhoz, hogy a szervezetünk feldolgozza az előző nap eseményeit, és felkészüljön a következő nap kihívásaira. Az alvás a szervezetünk regenerálódása miatt nagyon fontos. Alvás közben álmodunk. Az álom során agyunk feldolgozza a korábban velünk történt eseményeket, és felkészül az előttünk állókra. A tizenévesek alvásigénye napi 9 óra, ahogy öregszünk, ez csökken 8, majd 7 órára. Általában azt mondhatjuk, hogy életünk egyharmadát – 25–30 évet – alvással töltjük. Alvásunk nem egyenletes, a mélyebb és felszínesebb alvás szakaszai egy meghatározott ritmusban követik egymást.



Honnan tudjuk, hogy túlsúlyosak vagyunk?

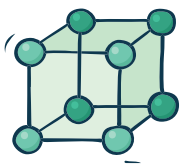
A testtömeg és a testmagasság között a tudósok összefüggéseket találtak, amelyekkel a tápláltsági állapot jellemezhető. Ez az úgynevezett testtömegindex, ami a tömegünk osztva a méterben mért magasságunk négyzetével. Egy 80 kg tömegű, 180 cm-es ember testtömegindexe ennek alapján 24,7. Az ideálisnak tekinthető testtömegindex más a férfiakra és a nőkre, a fiatalokra és az idősekre.







sűrűség, $\frac{kg}{m^3}$





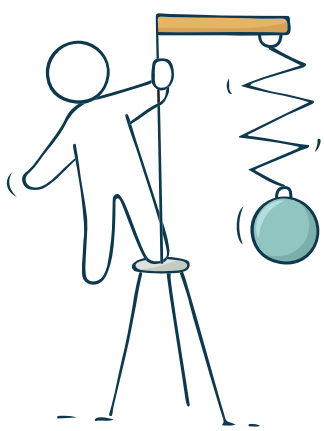
térfogat, m^3

tömeg, kg









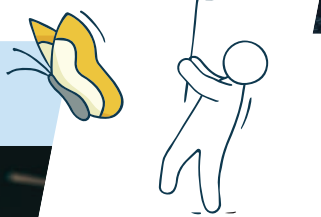
hosszúság, m



idő, s



átlagsebesség, $\frac{m}{s}$



mozgás

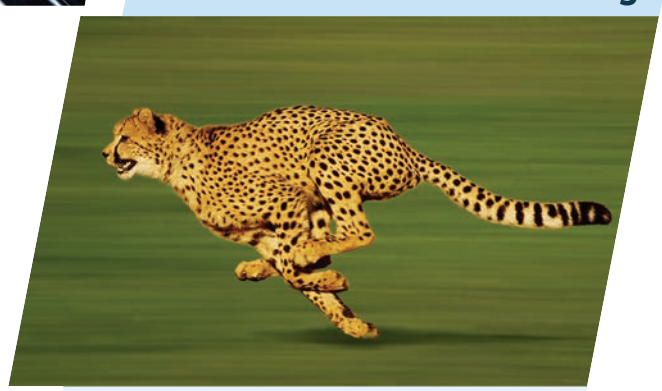


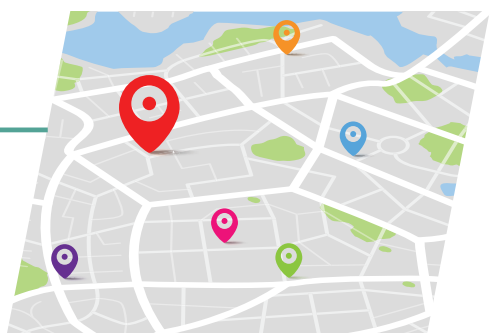


pillanatnyi sebesség, $\frac{m}{s}$

pálya

út, m





hely


DNS
E=mc







II. FEJEZET

KÖRNYEZETÜNK ANYAGAI, RÉSZECSKÉK







1. Szilárd anyagok: rugalmasság és erő

A közbeszédben sokféle értelemben használhatjuk az erő szót. Eldönthetjük melyik futballcsapat az erősebb, a piacon kérhetünk erős paprikát, a hadviselésben gyakran beszélnek az elrettentő erő fontosságáról. Az **erő** ugyanakkor egy fontos fizikai mennyiség is, aminek jele, mértékegysége és pontos jelentése van.



A fizika nyelvén megfogalmazva, fekvőtámasz végzése közben a sportoló a tenyerével és a lábujjaival erőt fejt ki a talajra

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

A szilárd anyagok és a belőlük készült tárgyak felhasználásának szempontjából fontos tulajdonsága lehet az, hogy puhák vagy kemények, illetve rugalmasak vagy rugalmatlanok.

Mitől függ, hogy egy tárgy puhának vagy keménynek, rugalmasnak vagy rugalmatlannak bizonyul?

Hasonlíts össze rugalmasság és puhaság szempontjából egy szivacsot, gyurmadarabot, kavicsot és pingponglabdát!

1. Nyomj össze ujjaiddal egy szivacsot, majd engedd el!

A szivacs alakját könnyű megváltoztatni, puha anyag. A másik jellegzetessége, hogy a külső hatás megszűnése után visszanyeri eredeti alakját. Az ilyen **alakváltozást**, illetve az így viselkedő anyagot nevezzük **rugalmasnak**.

2. Nyomj össze ujjaiddal egy darab gyurmát, majd engedd el!

A gyurma is puha anyag, a gyurmából készült test alakja könnyen változik. Ha összenyomod, az alakváltozás a szivaccsal ellentétben tartós marad. Ilyenkor beszélünk rugalmatlan alakváltozásról. A gyurma rugalmatlan anyag.



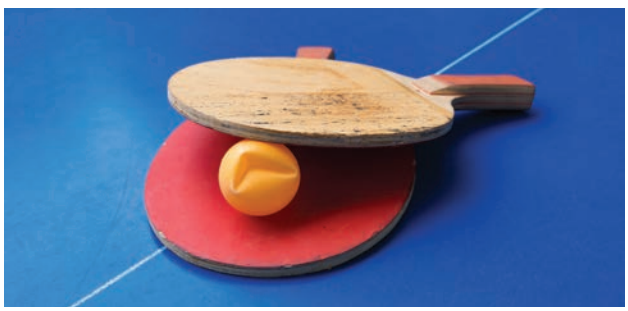
Az összenyomott gyurma

3. Próbálj összenyomni össze egy kavicsot!

A kavics nagyon kemény, csak nagyon nagy erővel lehet megváltoztatni az alakját. Ha kalapáccsal ráütsz, akkor ez sikerülhet, de az eredeti alak ekkor tartósan megváltozik. A kemény és rugalmatlan anyagok megfelelő erő hatására eltörnek.

4. Próbálj fokozatosan, egyre nagyobb erővel összenyomni egy pingponglabdát! Mit tapasztalsz?

Kezdetben a labda alig változtatja alakját, keménynek tűnik. Ha erősebben nyomod láthatóan deformálódik, de az elengedés után visszanyeri eredeti alakját, ekkor tehát rugalmasan viselkedik. Ha még erősebben megnyomod, behorpad, és a horpadás tartós is marad. Ekkor rugalmatlan testként viselkedik.

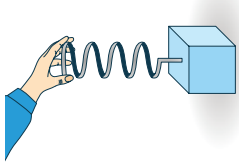


A behorpadt pingponglabda

Az, hogy egy test puhának vagy keménynek bizonyul, illetve rugalmasan vagy rugalmatlanul viselkedik, függ a test anyagától és függ az alakváltozást okozó erő nagyságától is. Az erőt tehát az általa okozott alakváltozásról ismerhetjük fel.

Hogyan mérhető az erő?

A rugalmasan viselkedő anyagok erő hatására megváltoztatják alakjukat, majd ha az erő megszűnik, visszanyerik azt. A változás mértéke függ a változást okozó erő nagyságától. Ha egy falhoz rögzített rugót kisebb erővel húzunk, kevésbé nyúlik meg, mintha nagyobb erővel tennénk ezt. A rugó megnyúlásának mértéke tehát azt jelzi, mekkora erő nyújtotta meg. Ezt a jelenséget használják fel a rugós erőmérők készítése során.



Erő hatására a rugó megnyúlik

Az erő jele ***F***, mértékegysége a newton, melyet **N** betűvel jelölünk. Az erő mértékegységét Sir Isaac Newton angol fizikusról nevezték el.

A rugó megnyúlik a ráakasztott test súlyának hatására. Az erőmérő skáláján leolvashatod, hány newton a test súlya.



A rugós erőmérő

Milyen erőkkel találkozunk a hétköznapok során?

Erő ébred egy kötélben, amikor tart egy testet. Erővel hat az asztal a rajta fekvő könyvre, így a könyv az asztalon marad. Érezzük a ránk ható erőt, ha meglök minket valaki. De talán az a legismertebb erő, mellyel a Föld vonzza a felszínén, illetve a környezetében lévő testeket. Ez az erő a **gravitációs erő**, amit hétköznapi szóhasználattal a testek súlyának szoktunk nevezni. Mindegyik esetben felismerhetjük az erő okozta alakváltozást is.

Mekkora a súlyunk a Föld felszínén?

A Föld felszínén a gravitációs erőt úgy kell kiszámolni, hogy a test tömegét megszorozzuk egy állandóval, amely a Föld gravitációs hatását adja meg annak felszínén. Ezt az állandót ***g***-vel jelöljük, és az értéke 9,81 $\frac{\text{N}}{\text{kg}}$. Ezt az értéket általában 10 $\frac{\text{N}}{\text{kg}}$-mal közelítjük.

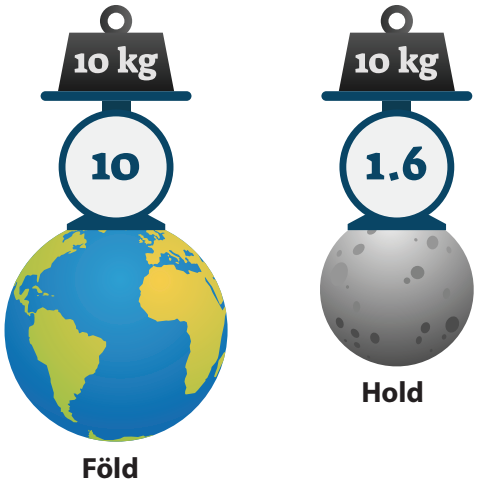
Eszerint a Föld által egy m tömegű testre kifejtett gravitációs erő a Föld felszínén:

$$F = m \cdot g$$

Súlyunk mérőszáma tehát, jó közelítéssel, kilogrammban mért tömegünk mérőszámának a tízszerese. Egy 60 kg tömegű ember nagyjából 600 N súlyú a Föld felszínén. Minél nagyobb a tömegünk, annál nagyobb a súlyunk.

Mindenütt ugyanannyi a súlyod, mint a Föld felszínén?

A Föld felszínén úgy határozzuk meg a testek súlyát, hogy a testek tömegét megszorozzuk *g*-vel. A *g* megadja, hogy milyen erős egy adott helyen a gravitációs vonzás. A Holdon a g értéke 1,6 N, a Föld felszíne felett 6000 km-rel körülbelül 2,5 N. Ha egy ember súlya 600 N a Föld felszínén, a Holdon a súlya mindössze 100 N, míg 6 000 km magasságban 150 N gravitációs erő hat rá.



A tömegünk nem változik, a súlyunk azonban más a Földön, mint a Holdon

Mitől függ az, hogy mennyire süllyedünk bele a sárba vagy a hóba?

Tudjuk, hogy a felázott talajon nehezebb járni, mert a föld besüpped alattunk. Az is előfordulhat, hogy lábunk olyan mélyre merül a sárba, hogy csak nehezen tudjuk kiszabadítani. A fagyott hó tetején könnyű haladni, de ha betörik alattunk a hó fagyott felszíne, a mély hóban már meglehetősen nehézzé válik a járás. Talán először arra gyanakszunk, hogy kizárólag a súlyunk dönti el, hogy megtart-e minket a hó fagyott felszíne, vagy hogy mennyire süllyed a lábunk a sárba. Egy kis tömegű embert még elbír a fagyott kéreg, egy súlyosabbat már nem. De biztos, hogy csak a súlyunk számít?

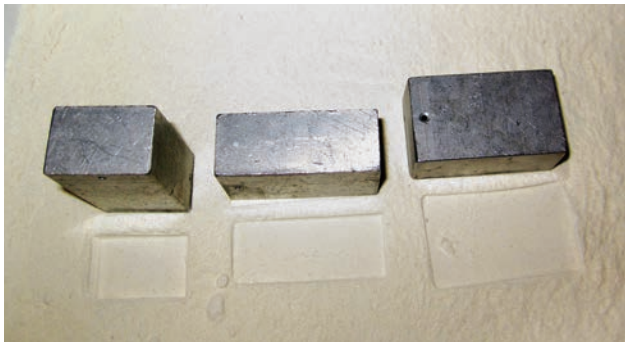
Milyen mélyen nyomódik be egy fémből készült hasáb a homokba?

1. kísérlet

Helyezz lisztre vagy homokra egy olyan alumíniumhasábot, amelynek oldallapjai különböző méretűek. A kísérletet háromszor végezd el úgy, hogy a hasábot mindhárom alkalommal más és más területű lapjára állítod.

Figyeld meg, melyik esetben hagyja a hasáb a legmélyebb nyomot a lisztben!

Megfigyelhető, hogy a hasáb akkor hagyja a legmélyebb nyomot a lisztben, ha a legkisebb területű lapjára van állítva. Tehát különböző mélységűek a nyomok, annak ellenére, hogy a hasáb súlya nyilván mindhárom esetben ugyanannyi. Ezek szerint a lisztben hagyott nyom nemcsak a hasáb súlyától



függ, hanem annak a felületnek a nagyságától is, amelyre a hasáb nehezedik.

Miért befolyásolja a lisztben keletkező nyom mélységét a liszttel érintkező felület nagysága?

Azért, mert a lisztre ható erő eloszlik a felületen. Ha a felület nagyobb, akkor annak egységnyi darabjára kisebb erő jut. Ha a lisztben keletkező nyom mélysége szempontjából szeretnénk összehasonlítani három azonos nagyságú erő hatását, akkor az azonos nagyságú felületdarabokra eső erőket kell összehasonlítani.

2. kísérlet

Helyezzünk lisztre vagy homokra egy rézből, egy alumíniumból és egy fából készült hengert, amelyeknek ugyanakkora az alapterülete! Figyeljük meg, melyik henger süpped be legmélyebben a homokba!



Megfigyelhető, hogy a legnehezebb, legnagyobb súlyú henger, a rézhenger hagyja a legmélyebb nyomot.

Mire következtethetünk a két kísérlet alapján?

Két azonos súlyú test közül az hagy mélyebb nyomot a talajon, amely kisebb felületen érintkezik a talajjal. Ha két test azonos felületen érintkezik a talajjal, az hagy mélyebb nyomot, amelynek nagyobb

a súlya. Tapasztalataink alapján érdemes bevezetni egy új fizikai mennyiséget, amit **nyomásnak** nevezünk.

Mit mutat meg a nyomás?

A nyomás megadja, hogy egy adott egységnyi felületdarabra mekkora, a felületre merőleges erő esik. Értékét úgy kaphatjuk meg, hogy az erőt elosztjuk annak a felületnek a területével, amelyre az erő hat.

Képlettel: $\boldsymbol{p} = \frac{\boldsymbol{F}}{\boldsymbol{A}}$

A nyomás jele *p*, mértékegysége a pascal, amit Pa-val jelölünk. $1pa = 1\ \frac{N}{m^2}$. Blaise Pascal egy híres francia fizikus, matematikus és filozófus volt.



A breaktáncos nyomja azt a felületet, amire támaszkodik

JÓ, HA TUDOD!

Az **erő** jele *F*, mértékegysége a newton, amit N betűvel jelölünk. Mérése rugós erőmérővel történhet. Az egyik legismertebb erő az, amivel a Föld vonzza a tárgyakat. Ez a gravitációs erő. A hétköznapi szóhasználatban ezt nevezzük a testek súlyának. Egy test közelítő súlyát a Föld felszínén úgy kaphatjuk meg, hogy a test tömegét beszorozzuk 10 $\frac{N}{kg}$-mal. A tömeget ehhez kilogrammban kell megadni, és a súlyt newtonban kapjuk meg.

A Föld minden testet vonz, így azok ránehezednek az őket megtartó felületekre. A testek súlyának hatására az azt megtartó felületek kisebb-nagyobb mértékben benyomódnak. A benyomódás mértékét nem a test súlya, hanem a test felületre gyakorolt **nyomása** határozza meg. A nyomást úgy kapjuk meg, hogy nyomóerőt elosztjuk a nyomott felülettel. A nyomás jele *p*, mértékegysége pascal, amit Pa-lal jelölünk.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Vizsgáld meg a környezetedben, az osztályteremben található anyagok keménységét és rugalmasságát! Milyen könnyen tudod kézzel megváltoztatni az alakjukat? Rendezd az anyagokat négy csoportba úgy, hogy a nevüket beírod a táblázat megfelelő cellájába!

	rugalmas	rugalmatlan
puha	szivacs, …	gyurma, …
kemény	…	kavics, …

2. Mit tapasztalsz, ha egészen kis erőt fejtesz ki a tenyeredre, mondjuk ráejtesz egy papírfecnit? Még a legpuhább érintésre, a szemmel láthatatlan benyomódásra is tudsz bizonyítékot szerezni. Mi lehet az?
3. Szerinted megnyúlhat-e egy függőlegesen lelógatott rugó a saját súlya alatt?
4. Mekkora gravitációs vonzerővel hat a Föld egy 10 dkg tömegű testre?
5. Milyen elven működik a rugós erőmérő?
6. Milyen fizikai mennyiség mértékegysége a pascal, és hogyan határozzuk meg ezt a mennyiséget?

7. Párosítsd össze az alábbi tömegeket a Földön rájuk ható gravitációs vonzóerőkkel!

5 kg	1 N
10 dkg	0,05 N
5 g	800 N
80 kg	50 N

8. Egy asztalon álló pohárba vizet töltünk. Hogyan változik a pohár talpa és az asztallap közötti nyomás eközben? Válaszodat indokold!

9. Rajzold körül a talpadat, és mérd meg súlyodat! Állapítsd meg, mekkora nyomást gyakorolsz a talajra. Hasonlítsátok össze egymás eredményeit, és rakjátok azokat sorrendbe! Megegyezik-e a nyomásértékek sorrendje a súlyotok sorrendjével?

10. Hogyan változik a talajra gyakorolt nyomásod, ha fél lábra állsz?

11. Nézz utána annak, hogyan kell kimenteni valakit szorult helyzetéből, ha korcsolyázás közben beszakad alatta a tó jege! Magyarázd el az eljárást a nyomásról tanultak felhasználásával!

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Milyen a jó matrac?

Az egyszerű habszivacs matrac vásárlásakor általában három keménységi fokozat közül választhatunk. Ha az ágyrács kemény, rugalmatlan lécekből áll, akkor érdemes puhább, vastagabb matracot használni. Ha az ágyrács rugózásra képes, hajlított lécekből áll, akkor a matrac lehet keményebb, de így is megmarad a fekvőfelület rugalmassága.

Mire használjuk a hótalpat?

A képen látható hótalpak, a hó és a cipő közötti érintkezési felület megnövelésével, csökkentik járás közben a hóra nehezedő nyomást. Hótalpakkal kevésbé süllyedünk bele a hóba, könnyebb lesz a havon járni.



Hótaposó

A rugalmasság kémiája

Az anyag rugalmasságát befolyásolja annak kémiai összetétele is. A tiszta vas kemény és meglehetősen rideg anyag, könnyen eltörik. Az acélt a vas megfelelő mértékű szennyezésével állítják elő (kis mértékben szénnel szennyezik) ezáltal sokkal rugalmasabb, de még mindig kemény, ellenálló anyagot kapnak.

A fakír titka

A fakír azért tud sérülés nélkül feküdni egy szöges ágyon, mert súlya összességében nagy felületen oszlik el. Ha a fakír felülne, és a súlyát csak néhány szög tartaná, akkor átszúrnák a testét a szögek.



Fakírmutatvány a szöges ágyon

KITEKINTÉS

Ha egy rugót meg szeretnénk nyújtani, egyik végét rögzíteni kell. Egyébként a rugó nem nyúlik meg, hanem mozgásba jön. A deformáció során a testek egyes darabjai elmozdulnak a többi részhez képest. Az erő tehát elmozdulást is okoz. Erről majd 8. osztályban tanulunk részletesebben.



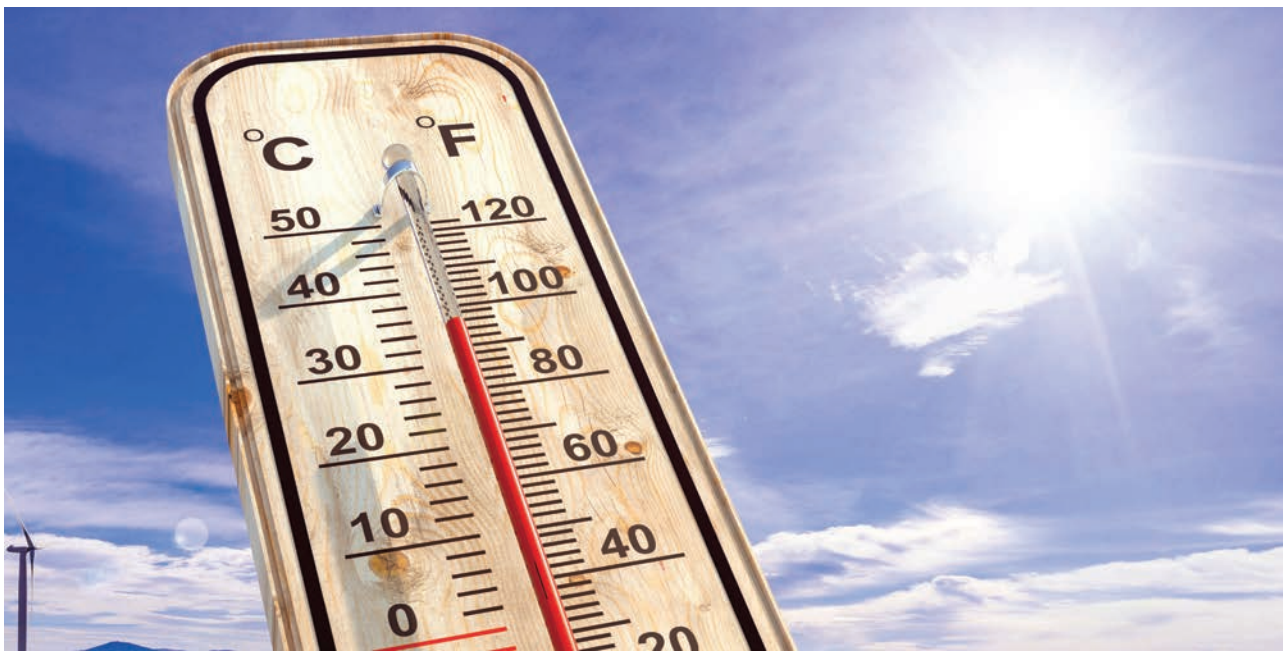
Dobáskor a kosárlabdázó erőt fejt ki a kezében lévő labdára

2. Szilárd anyagok és folyadékok melegítése

Milyen meleg a Balaton vize? Hány fok a levegő hőmérséklete? Mennyire melegszik fel a forró teától a bögre? A különböző anyagokból készült tárgyak, folyadékok, gázok fontos tulajdonsága a **hőmérsékletük**. Hogy mit jelent a hőmérséklet fogalma, nem könnyű elmagyarázni. De azt könnyen meg tudjuk állapítani, hogy két test közül melyiknek nagyobb a hőmérséklete. Két test közül az a melegebb, amelyik fel tudja melegíteni a másikat.

De vajon hogyan zajlik a melegedés és a lehűlés? Hogyan mérhető meg egy test hőmérséklete? Mi köze van mindennek az energiához? Hogyan terjed az anyagokban a meleg? Vajon a hideg is terjed az anyagokban? Mi az előnye annak, ha egy test gyorsan le tud hűlni, vagy ha jól tartja a meleget? Mit jelent, hogy egy kabát jó hőszigetelő? És az, hogy a fémek jó hővezetők? Hogyan érdemes szellőztetni télen, amikor kint nagyon hideg van? Rövid ideig, nagyra tárt ablakokkal, vagy éppen hosszú ideig, résnyire nyitott, egyetlen ablakkal?

A dolgok hőmérsékletének meghatározása, annak változása, megváltoztatása, vagy éppen az állandó hőmérséklet fenntartása a leghétköznapibb problémáink közé tartoznak.



A hőmérőre pillantva azonnal látod, mennyire van hideg odakint

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Mit tegyek, ha kihűl a teám?

Ha a tea kihűlt, felmelegítjük. Tehetjük ezt úgy, hogy fémlábasba töltjük, a lábast feltesszük a gázlángra, és a tea az edényben hamarosan felmelegszik. Persze az is megoldás lehet, hogy a teát a csészével együtt a mikrohullámú sütőben **melegítjük fel** néhány másodperc alatt.



Miért melegszik fel a tea a gázlángon?

A gáz magas hőmérsékleten ég, és mivel melegebb, mint a tea, felmelegíti azt.

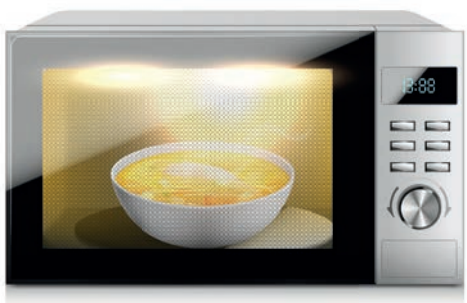
De a gázláng nem a teát melegíti, hanem az edényt. Akkor miért melegszik fel a tea?

A gázláng gyorsan felmelegíti a lábas alját, a lábas alja meg a teát. A jelenséget **hővezetésnek** nevezzük. A lábasok, fazekak fémből készülnek, amelyek jó hővezetők.

Miért kellett a teát lábasba tenni, miért nem tettük közvetlenül a gázlángra a csészét?

Mert a csésze anyaga rosszabbul vezeti a hőt, mint a fémlábas. Ezért nehezebben melegszik fel és adja át a meleget a teának. De más probléma is lehet. A csésze anyaga a nagy meleg hatására hirtelen kitágulhat, és elrepedhet. A meleg hatására bekövetkező tágulást, alakváltozást **hőtágulásnak** hívják.
A mikrohullámú sütőben egyszerűbb felmelegíteni a teát. A mikrohullám nem melegíti az edényt, hanem csak a benne lévő folyadékot.

Hogyan melegítheti fel a teát a mikrohullám, ha egyszer a hullám maga nem is meleg?



Leves melegítése mikrohullámú sütőben

A hagyományos sütőben, melyben gáz ég, meleg van, de az üres mikrohullámú sütőben egyáltalán nincs meleg. A mikrohullámú sütő hullámait elnyeli a tea, és ezáltal energiát vesz fel. A melegedéshez tehát energia kell. A gázláng égése során energia szabadul fel, és ezt adja át a láng a környezetének. De az elektromos sütőlap és az indukciós tűzhely is energia segítségével melegíti fel az ételeket.

Hogyan melegednek fel az anyagok?

Ha egy hidegebb és egy melegebb testet egymás mellé teszünk, a melegebb test **energiát** ad le a hidegebb testnek, ezért a hidegebb test felmelegszik, és a melegebb test lehűl. A lehűlés során a test energiát veszít, a melegedés során energiát nyer.



Az italba tett jég felmelegszik, közben az ital lehűl.

A melegedést okozó energiát **hőnek** is nevezzük. A hősugárzó hőt, tehát energiát sugároz, amelytől a környezet felmelegszik.

Igaz-e az, hogy több hő nagyobb melegedést, hőmérséklet-változást okoz?

Ez egy adott test esetében igaz. Ugyanakkor számos tényező, de elsősorban a test tömege és anyaga határozza meg, hogy egy adott mennyiségű energia (hő) mekkora melegedést (hőmérséklet-változást) okoz.

Vajon egy vékony acéltűt vagy egy vaskos acélszöget lehet gyorsabban felmelegíteni a gázlángon?

Ki is próbálhatod! A nagyobb tömegű test általában nehezebben melegszik fel, és lassabban is hűl ki. Ugyanannyi hő a nagyobb tömegű testet kevésbé melegíti fel.

Anya húslevesében volt hús, krumpli és különböző zöldségek, mi több, még köles és tészta is. Vajon az egyes összetevők lehűlésének ütemét csak az összetevők mérete határozta meg?

Könnyen megtapasztalható, hogy a melegedést és lehűlést nemcsak a testek mérete, hanem anyaga is befolyásolja. Konyhai tapasztalataid alapján vizsgáld meg, hogy mely ételek melegednek fel és hűlnek le nehezebben, és melyek könnyebben!

Hogyan mérhető a hőmérséklet?

Melegítés hatására a tárgyak, anyagok általában kitágulnak. A hőtágulás jelenségét mutatja be az alábbi kísérlet is.



A prométer

Az ábrán látható tágulásmérő (prométer) használata során, a denaturált szesszel megtöltött vályú fölé vízszintesen rögzített rúd a szesz meggyújtását követően felmelegszik, és ennek következtében kitágul. A bal oldali mutató jelzi a rúd hosszának kismértékű megváltozását is.

Egy folyadékos hőmérőben a folyadék tágulásának mértékéből következtethetünk a hőmérséklet megváltozására.

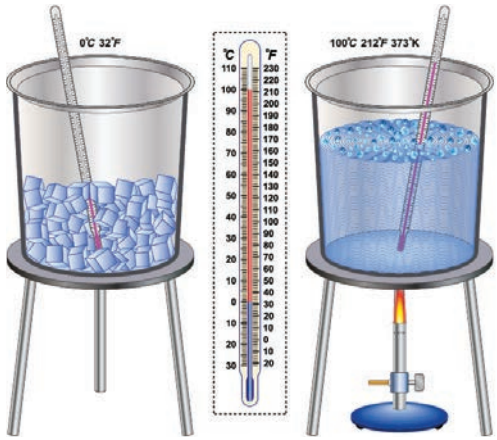
Hogyan működik a hőmérő?

A táguló folyadékot olyan edénybe kell helyezni, melyben jól megfigyelhető a tágulás, könnyen leolvasható a tágulás mértéke.



A hőmérő átlátszó tágulási csövében lévő folyadék felső végénél leolvasható a hőmérséklet

Az Anders Celsius, svéd természettudósról elnevezett Celsius-skála a víz fagyáspontjához és forráspontjához köti a hőmérsékletértékeket. A víz fagyáspontja (jég olvadáspontja) a 0 °C (kiolvasva: celziuszfok), a víz forráspontja a 100 °C. A táguló folyadék térfogata a jeges vízben kicsi, a forrásban lévő vízben nagy, ami azt jelenti, hogy a folyadék a tágulási csőben 0 °C-nál alul, 100 °C-nál felül helyezkedik el. A két érték közötti távolságot 100 egyenlő részre osztva kapjuk meg az 1 °C melegedésnek megfelelő tágulást.



A Celsius-kísérlet

A fa, az alumínium vagy a műanyag a jobb hővezető anyag?

Végezd el az alábbi kísérletet, vagy annak valamilyen változatát!

Vegyél 3 hasonló hosszú és vastagságú pálcikát fából, műanyagból, alumíniumból! Használhatsz például hurkapálcát, szívószálat és drótot. Egy nagyobb pohárba önts forró vizet, majd állítsd bele a pálcikákat. Kis idő elteltével a kezeddel érintsd meg a pálcikák végét. Amelyik melegebb, annak az anyaga vezeti jobban a hőt!



A hővezető képesség összehasonlítására alkalmas kísérlet



A házi tűzhelyen elvégezhető kísérlet

Látványosabbá teheted a kísérletet, ha a pálcikák végére margarindarabkát tűzöl. Amelyik anyag végén a margarin hamarabb megolvad, abban terjedt gyorsabban a hő!

A fémek jobban vezetik a hőt, mint a műanyagok, a műanyagok jobban vezetik a hőt, mint a fa.

Hasonló kísérlet végezhető el két közel azonos méretű, de különböző anyagú (acél és alumínium) kiskanállal is. A kiskanalak fejét közös, forró vízfürdőbe téve a kanalak nyele is hamar felmelegedik. Az alumíniumkanál nyele gyorsabban lesz meleg, mint az acélkanálé, mert az alumínium jobb hővezető.

JÓ, HA TUDOD!

Ha egy hidegebb és egy melegebb testet egymás mellé teszünk, a melegebb test energiát ad le a hidegebb testnek, ezért a hidegebb test felmelegszik, és a melegebb test lehűl. Az érintkező anyagok között energia (hő) áramlik, a felvett és leadott energia mértékével arányosan változik az egyes anyagok **hőmérséklete**, de a hőmérséklet-változás függ az anyag mennyiségétől, azaz a tömegétől és az anyag egyedi tulajdonságaitól is.

A szilárd anyagok mérete, a folyadékok térfogata hőmérséklet-növekedés hatására kismértékben nő. Ha a hőmérséklet csökken, a méretek is csökkennek. Ez a jelenség a **hőtágulás**.

A szilárd anyagok, a folyadékok, de a gázok is kisebb-nagyobb mértékben vezetik a hőt. A jelenséget **hővezetésnek** hívjuk. Az anyagok hővezető képessége különböző. A fa és a műanyag rossz hővezetők, a fémek általában jó hővezető anyagok.

A hideg víz lehűti a belehelyezett dolgokat, a meleg víz felmelegíti. Ebből a tapasztalatból fakad az a téves elképzelés, hogy ha valami lehűl, akkor arra hideg áramlik, míg ha felmelegszik, akkor meleg. A fizikailag helyes kép szerint mind a lehűlés, mind a felmelegedés egyféle okra vezethető vissza, az energia terjedésére. Ha egy test energiát ad le, akkor általában lehűl, ha energiát vesz fel, akkor felmelegszik.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Mi történik, amikor egy tál forró levesbe beletesz egy evőkanalat? És ha egy műanyag kanalat? Melyik anyag vezeti jobban a hőt?
2. Fogalmazd meg, mit értesz a hővezetés és a hőtágulás jelenségén!
3. Rendezd növekvő sorba az alábbi anyagokat hővezető képességük szerint: réz, alumínium, üveg, műanyag, habszivacs, acél.
4. Miért praktikus fémedényeket használni a főzés során?
5. Hogyan készíthetünk folyadékos hőmérőt? Mi a Celsius-féle hőmérsékleti skála nullpontja, és mi felel meg a 100 °C-nak?
6. Miért sül meg a második tepsi sütemény mindig hamarabb, mint az első, ha közvetlenül egymás után készülnek a sütemények?
7. Egy 30 cm-es fémrúd 30 fokos hőmérséklet-változás hatására néhány tized milliméterrel lesz hosszabb. Hogyan lehetne egy ilyen kis változást észrevehetővé tenni? Javasolj megoldásokat!

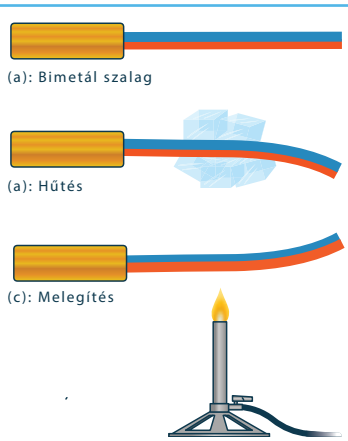
ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Milyen a jó hőálló edény?

Komoly károk keletkezhetnek akkor, ha olyan anyagokat rögzítünk szorosan egymáshoz, melyek hőtágulásának mértéke eltérő. A teflon lábasról lepattogna a hőálló réteg, ha az étel melegítésekor a lábas bevonata másképpen tágulna, mint maga a lábas.

Hogyan működik a hőkapcsoló?

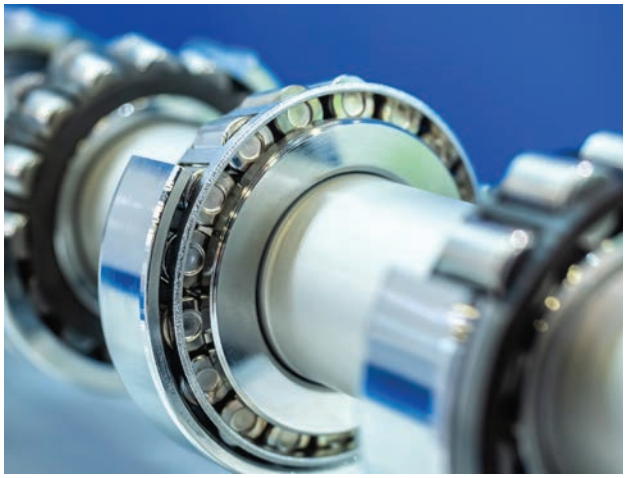
A bimetál, vagy más néven ikerfém, két különböző anyagú fémlemez összeszegecselésével készült. Ha melegítjük a bimetált, a kettős lemez elhajlik. A kétféle fém nem egyformán tágul, a nagyobb mértékben táguló fém helyezkedik el a hosszabb, külső íven, a kisebb mértékben táguló pedig a rövidebb, belső íven. Bimetált régebben gyakran alkalmaztak fémhőmérők, tűzérzékelők, tűzjelző berendezések, hőkapcsolók készítésénél.



A kép a bimetál hűtés és melegítés hatására bekövetkező alakváltozását mutatja

Hogyan rögzítsünk szorosan egymáshoz két alkatrészt?

A hőtágulás jelensége felhasználható alkatrészek rögzítésére is. Egy gyűrű felmelegítve kitágul, és ráhúzható olyan csőre is, amire hidegen nem menne rá. Később, ha lehűl, nagyon szorosan illeszkedik majd a csőhöz, erős rögzítés jön létre. Ahhoz, hogy a rögzítés megfelelő legyen, rendkívül pontos méretű alkatrészeket kell gyártani. Elvben ilyen módon tudunk csapágyat is rögzíteni egy motor tengelyére. Az így rögzített alkatrészek viszont már nem szedhetők szét, sem melegítéssel, sem hűtéssel, csak speciális szerszámok segítségével.



Miért nem egyenesen futnak a hosszú csővezetékek?

A hosszú csővezetékek építése során, a hőtágulás káros hatásainak elkerülése érdekében kanyarokat iktatnak. Az ilyen kanyarodó csődarabok nagymértékben csökkentik a hőmérséklet ingadozása miatt a cső anyagában keletkező feszültségeket.



KITEKINTÉS

A kémiai reakciók során az anyagok átalakulnak. A reakciók sebességét az esetek egy részében jelentősen befolyásolja az abban résztvevő anyagok hőmérséklete.

Az ételek megromlását okozó mikroorganizmusok, penészgombák szaporodásához megfelelő hőmérséklet szükséges. Alacsony hőmérsékleten tárolva ételeinket, ezek kevésbé fejlődnek és szaporodnak, így tovább maradnak ételeink fogyasztható állapotban.



Penészes alma

3. Folyadékok tulajdonságai, hidrosztatikai nyomás

A legismertebb folyadékkal, a vízzel gyakran találkozunk a háztartásban és a természetben is. Ez a lecke a víz és általában a folyadékok fizikai tulajdonságaival foglalkozik. Vizsgáljuk azt is, hogy milyen erők lépnek fel a nyugvó folyadékokban.



Az akváriumi halakra egyre nagyobb nyomás nehezedik, ahogyan mélyebbre merülnek a víz alá.

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Korábban megfigyeltük, hogy vannak olyan szilárd anyagok, amelyek könnyen összenyomhatóak. Ilyen volt például a szivacs vagy a gyurma. Az alábbi kísérletek elvégzése során arra keressük a választ, hogyan viselkedik a víz, ha megpróbáljuk összenyomni. A szilárd anyagokkal ellentétben a folyadékoknak nincs saját alakjuk, annak az edénynek az alakját veszik fel, amibe töltöttük őket.

Mi történik, ha megpróbálod összenyomni a vizet?

Próbáld a vizet összenyomni!

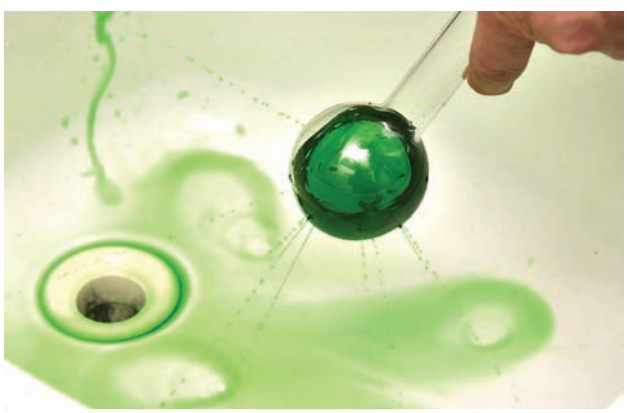
Orvosi fecskendőbe szívj fel vizet! Fogd be a fecskendő végét, majd próbáld meg a dugattyú segítségével a benne lévő vizet összenyomni!

A kísérlet elvégzése során a víz lényegében összenyomhatatlannak bizonyult. Ha a zárt edényben lévő víz egy részére erőt fejtünk ki, például dugattyú segítségével, akkor az erő által létrehozott nyomás a folyadék minden részében megjelenik. Az orvosi fecskendő hegyénél is. Ezért spriccel ki belőle a víz, ha nem fogjuk be. Ha erősebben nyomjuk a dugattyút, nagyobb nyomást hozunk létre a folyadékban, nagyobb sebességgel spriccel ki a víz.



Az orvosi fecskendőből a nyomás hatására folyik ki a víz

A vízi buzogány egy lyukacsos gömb, melynek nyakában egy dugattyú található. A dugattyút megnyomva a vízi buzogány fejéből minden irányba hasonló sebességgel spriccel ki a víz. Ez annak a bizonyítéka, hogy a dugattyúra ható erő által létrehozott nyomás a vízben minden irányban és ugyanolyan mértékben, tehát gyengülés nélkül terjed. Az összenyomott víz nyomja az edény falát, kilövell, ahol lyuk van az edényen, és nemcsak a dugattyúval szemben, hanem minden irányban.



A fecskendőhöz hasonló eszköz a vízi buzogány

Hogyan folyik ki a víz egy lyukas palackból?

Végezd el az alábbi kísérletet!



Lyukassz ki egy műanyag flakont egymás alatt, három különböző helyen, majd fogd be a lyukakat, és töltsd meg a flakont vízzel! Utána nyisd ki a lyukakat, s figyeld meg, hogy mi történik!

A víz a lyukakon át kilövell a palackból. A vízsugarak alakja a kilövellő víz sebességére utal. Ha lejjebb van a lyuk a palackon, akkor azon át a víz nagyobb sebességgel lövell ki, mert ott nagyobb a nyomás. Ezt a nyomást nem mi hoztuk létre közvetlenül, hiszen ezúttal nem gyakoroltunk erőt a vízre, ahogyan a fecskendő vagy a vízibuzogány esetében tettük.

Honnan származik akkor a palackban lévő víz nyomása?

Az előző leckében láttuk, hogy a szilárd anyagok súlyukból adódóan ránehezednek az őket megtartó felületekre, és így nyomást hoznak létre.
A palackban a víz nyugalomban van. A víz minden rétegére nyomást gyakorol a fölötte lévő vízoszlop. Ez a nyomás a vízre ható gravitációs erő következménye, és **hidrosztatikai nyomásnak** nevezzük.

Hogyan függ a hidrosztatikai nyomás a mélységtől?

A kísérletben azt láttuk, hogy az alsó lyukon keresztül folyik ki leggyorsabban a víz. Az alsó lyuk felett van a legmagasabban vízoszlop. Ebből arra következtethetünk, hogy a hidrosztatikai nyomás a mélységgel nő.
Ha ugyanolyan magasságban helyezzük el a lyukakat a műanyag palackon, akkor azt tapasztalhatjuk, hogy a kifolyó vízsugarak alakja nagyjából ugyanolyan. Ez a tény arra utal, hogy egy adott mélységben a hidrosztatikai nyomás a folyadék belsejében minden irányban ugyanakkora.

Hogyan befolyásolja a hidrosztatikai nyomást a folyadék sűrűsége?

A hidrosztatikai nyomás a folyadékra ható gravitációs erőből származik. A folyadék belsejében a hidrosztatikai nyomás a mélységgel nő. Mivel adott mennyiségű folyadékra ható gravitációs erő függ a folyadék sűrűségétől, ezért a hidrosztatikai nyomás is függ a folyadék sűrűségétől. Egy vízzel telt pohár alján nagyobb lesz a hidrosztatikai nyomás, mintha a poharat a víznél kisebb sűrűségű olajjal töltenénk meg.

Mitől függ a hidrosztatikai nyomás?

A folyadékok hidrosztatikai nyomása függ a folyadék sűrűségétől és a folyadékoszlop magasságától. Egy adott folyadékban kétszer olyan mélyen kétszer akkora lesz a hidrosztatikai nyomás. Ha két különböző folyadékot töltünk egyforma edényekbe, azonos magasságig, akkor az edények alján, vagy bárhol a folyadék felszíne alatt, azonos mélységben mindig a sűrűbb folyadék hidrosztatikai nyomása lesz nagyobb. A nyomás egyenesen arányos a sűrűséggel. Ahányszor sűrűbb a folyadék, annyiszor nagyobb a nyomása.

Kell-e tartania a képen látható úszónak a felette lévő vizet?

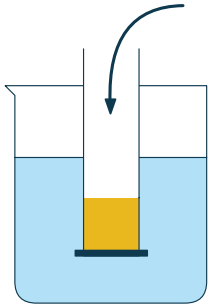


Végezd el az alábbi kísérletet!

Az alábbi kísérletben a kérdésben szereplő úszó embert egy vékony, vízszintes lap helyettesíti, ami a vízfelszín alatt helyezkedik el. A lapot felülről nyilván nyomja a víz, hiszen ránehezedik, de nem magától értetődő, hogy alulról is nyomja felfelé, mégpedig ugyanakkora erővel, mint amekkora erő felülről hat a lapra. Ezt az érdekes tényt a következőképpen igazolhatjuk:

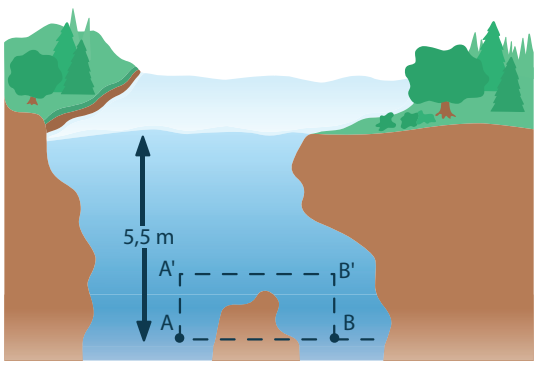
Egy vízzel telt edénybe beletolunk egy olyan, mindkét végén nyitott csövet, melyet egy könnyű, műanyag lap zár el, úgy, hogy a víz ne tudjon a csőbe behatolni. A víz alulról rányomja a lapot a csőre. A csőbe felülről vizet töltve, azt vizsgáljuk, mikor válik le a cső aljára szoruló lap.

Tapasztalataink szerint ez akkor következik be, amikor a csőben a vízszint eléri a külső vízszintet.



Mit jelent ez az eredmény? A lap azért vált le, mert a felette lévő víz nyomása elérte azt a nyomást, amely a lapot alulról a csőre nyomta. Tehát a lapra alulról ható nyomás ugyanakkora, mint a felülről ható nyomás. Ebből következik, hogy az alulról ható nyomás ugyanúgy csak a vízmélységtől függ, mint a felülről ható nyomás. Ez azért meglepő, mert azt könnyű megérteni, hogy a víz súlyánál fogva miért nyomja lefelé a lapot, de hogy felfelé is ugyanúgy nyomja, egyáltalán nem nyilvánvaló tapasztalat. Tehát miért nem taszítja a mélybe az úszót a felette lévő vízoszlop? Mert nagyjából ugyanakkora erő nyomja alulról felfelé, mint felülről lefelé. És hogyan érzékeli a víz nyomását? Mivel alulról és felülről is nyomja a víz, azt érzi, hogy úszás közben a teste jobban összepréselődik, mint amikor a parton tartózkodik. Kísérletünk igazolta, hogy egy adott vízmélységben a nyomás minden irányban azonos nagyságú.

Egy tó két pontján, azonos mélységben vizsgáljuk a hidrosztatikai nyomást. Vajon befolyásolja ilyenkor a hidrosztatikai nyomást a tó medrének alakja?



Az A, B és az A', B' pontok azonos mélységben vannak, de a tagolt tómeder meglehetősen különböző részein. Az ábrán is megfigyelhető sziklák helyzete, a tómeder part alá hajló boltíve egyáltalán nem befolyásolja a hidrosztatikai nyomás értékét, ha a vizsgált pontok azonos mélységben vannak. Miért? Mert a folyadékban a nyomás minden irányba hat. Ez pedig a folyadékok legfontosabb tulajdonságának, összenyomhatatlanságuknak következménye. Ahogyan elmerülsz a medence vizében, érzed, hogy a víz minden oldalról nyom, de ugyanakkor könnyebbé válik a tested, kevésbé érzed a testrészeid súlyát, mint a szárazföldön. Miért?

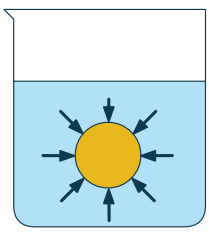
Mennyire nehéz víz alatt tartani egy tárgyat?

Ha egy gumilabdát víz alá nyomunk, akkor azt tapasztaljuk, hogy nehéz a víz alatt tartani, mert egy könnyen érzékelhető erő felfelé emeli. Ha egy nagy követ a víz alatt tartunk, érezzük, hogy könnyebb megtartani, mint a levegőben. Saját testünket is meg tudja tartani a víz, ha a tüdőnket jól teleszívjuk levegővel. Mit jelent az, hogy megtart a víz? Azt, hogy nem süllyedünk le a víz alá, a medence aljára, ahová a Föld vonzóereje lehúzna minket. Előbbi példáink egy olyan erő létét bizonyítják, mely a vízbe merített testekre felfelé hat. Ez a **felhajtóerő**.

De miből származik ez az erő?

Ha egy testet vízbe merítünk, a víz minden irányból nyomja.

Ahol a nyomás nagyobb, ott ugyanakkora felületre nagyobb nyomóerő hat. A test azon részeire hat nagyobb nyomás, melyek mélyebben vannak. Így a testre ható nyomóerők a test mélyebben elhelyezkedő részein nagyobbak lesznek felfelé, mint a kisebb vízmélységben található részeken lefelé. Ebből fakadóan a víz emeli a testet. Ezt az emelőerőt nevezzük felhajtóerőnek.



A felhajtóerő nagysága - Arkhimédész törvénye

A vízbe merülő testekre felhajtóerő hat. Ennek nagysága egyenlő a test vízbe merülő térfogatával megegyező mennyiségű víz súlyával. Hogy miért pont ennyi? Nem számoltuk ki. De kimérhetjük egy arkhimédészi hengerpár segítségével.

Egy hengeres, belül üres edénybe pontosan belefér egy tömör alumíniumhenger. Mérjük meg a súlyukat egy rugós erőmérővel! Utána a hengert akasszuk az edény aljára, s lógassuk az erőmérőn függő két testet a vízbe úgy, hogy a víz a hengert teljesen befedje. Ekkor az erőmérő kisebb értéket mutat, mint előbb.

Mi az eltérés magyarázata?

A tömör hengerre felhajtóerő hatott. Ez csökkentette a hengerpár súlyát.

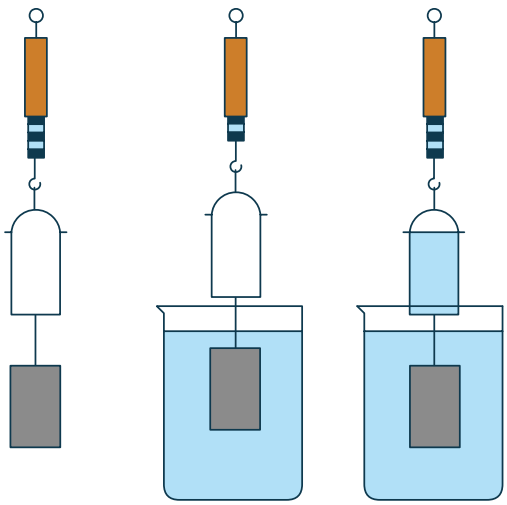
Ezután töltsük meg az üres hengert vízzel úgy, hogy a tömör hengert továbbra is elfedje a víz. Azt

tapasztaljuk, hogy az erőmérőnk most a két egymásba illesztett henger levegőn mért súlyát mutatja ismét.

Milyen következtetést vonhatunk le az eredményből?

A tömör hengerre ható felhajtóerő éppen akkora volt, mint az üres hengerbe töltött víz súlya. Mivel az üres henger belsejének térfogata megegyezett a tömör henger térfogatával, elmondható, hogy a vízbe merülő tömör hengerre ható felhajtóerő éppen megegyezik annyi víz súlyával, mint amennyi víz helyét a henger elfoglalja.

Arkhimédész híres görög tudós volt, aki az ókorban élt, és többek között a folyadékba merülő testeket is tanulmányozta.





Az arkhimédészi hengerpár

JÓ, HA TUDOD!

A szilárd anyagokkal ellentétben a folyadékok alakja nem állandó. Alakjukat annak az edénynek a formája határozza meg, amelybe a folyadékot beletöltjük. A folyadékok összenyomhatatlanok, így a nyomás bennük minden irányba, gyengülés nélkül terjed. A folyadék, a rájuk ható gravitációs erőnél fogva, minden irányból nyomóerőt fejtenek ki a beléjük merülő tárgyak felületeire, illetve a tárolóedény aljára és oldalára. Ezt a nyomást **hidrosztatikai nyomásnak** nevezzük. A hidrosztatikai nyomás a folyadék belsejében, egy adott mélységben, minden irányban ugyanakkora. Ez a nyomás a mélységgel egyenes arányban nő. Nagyobb mélységben nagyobb a hidrosztatikai nyomás. A hidrosztatikai nyomás függ a folyadék sűrűségétől is. Sűrűbb folyadék hidrosztatikai nyomása nagyobb.

Egy folyadékba merült testre minden irányból erő hat a hidrosztatikai nyomás következtében. A mélyebben elhelyezkedő, alsó részeire nagyobb erő hat felfelé, mint a kisebb mélységben található, felső részekre lefelé. Így összességében ezek a hidrosztatikai nyomásból származó erők emelik a testet. Ez a folyadékba merülő testekre ható **felhajtóerő**.

A felhajtóerő nagysága annyi folyadék súlyával egyenlő, mint amennyi helyet a test a folyadékban elfoglal. A felhajtóerő egyenlő a test által kiszorított folyadék súlyával.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

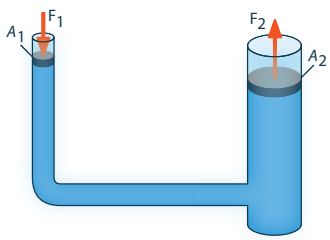


1. Sorolj fel három olyan tényezőt, amely befolyásolja a hidrosztatikai nyomást, és említs három olyan tényezőt, amely nem!
2. Hogyan függ egy folyadék hidrosztatikai nyomása a sűrűségétől?
3. Három különböző alakú poharat ugyanolyan magasságig vízzel töltünk meg. Hasonlítsd össze a hidrosztatikai nyomást a poharak alján!
4. Ha megfigyeled a folyókat övező gátakat, azok a talapzatuk felé haladva egyre vastagabbak, azaz a vízzel átellenes oldalon nem függőlegesek, hanem kifelé lejtenek. Mi indokolhatja ezt a formát?
5. Miért dugul be a fülünk, ha mélyebbre merülünk a víz alá?
6. Milyen tapasztalatok bizonyítják a folyadékokban fellépő felhajtóerő létezését?

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

A folyadékok összenyomhatatlanságán alapuló emelő

Ha egy zárt edényben lévő folyadék egy részére erőt fejtünk ki, a nyomás a folyadék minden pontján megjelenik, mivel a folyadék gyakorlatilag összenyomhatatlan. Ezt kihasználva építhető olyan gép, amely alkalmas az emelés során kifejtett erőnk megsokszorozására, ezáltal nehéz terhek felemelésére. Az ábrán látható, keskeny cső tetején lévő dugattyún keresztül, felülről nyomást gyakorlunk egy folyadékra. Mivel a folyadékban a nyomás gyengítetlenül terjed, ugyanakkora nyomás fog hatni alulról a széles cső tetején lévő dugattyúra. A nyomást kiváltó erő a széles csőnél annyiszor nagyobb lesz, mint a keskeny csőben lévő dugattyúra ható erő, ahányszor nagyobb a széles cső keresztmetszete a keskeny cső keresztmetszeténél.



A hidraulikus emelő működése

Völgyzáró gát a Colorado folyón

A vízerőművek építése során emelt gát mögött hatalmas mélységű, mesterséges tóban halmozódik fel a víz. Nagy mérnöki kihívást jelent a megfelelően kialakított völgyzáró gát megépítése, hiszen ennek a gátnak évtizedeken keresztül óriási nyomást kell kibírnia. Éppen ezért, a gát az elzárt víztömeg irányában ívelt, így jobban ellenáll a víz nyomásának.



A Colorado folyóra épített völgyzáró gát

KITEKINTÉS

Nemcsak a folyadékoknak, hanem a gázoknak is van nyomása. A bennünket körülvevő levegő nyomása folyamatosan változik, de nagyjából 100 000 Pa. Ha egy tó alján szeretnénk a nyomást meghatározni, a víz nyomásán kívül a felette elhelyezkedő levegő nyomásával is számolnunk kell. Hiszen ez gyengítetlenül fejti ki hatását a víztömeg belsejében mindenütt.

A víz nyomása, egyre mélyebbre hatolva, 10 méterenként 100 000 Pa-lal nő. Így, ha a levegő nyomását is figyelembe vesszük, 10 méter mélyen a nyomás 200 000 Pa. Az óceánok fenekén, a mélytengeri árkokban különlegesen nagy nyomáshoz kell alkalmazkodni az élőlényeknek. A nagy nyomás biológiai és fizikai hatásairól a későbbiekben tanulunk.

4. Közlekedőedények, hajszálcsövesség

A folyadékoknak, elsősorban a víznek döntő szerepe van életünkben. De vajon hogyan jutunk az életet adó vízhez, s hogyan jutnak hozzá a növények? Számtalan példát ismerünk a természetből és a mindennapokból, amikor a víztömegek változtatják helyüket, amikor dolgok vizessé válnak, vagy csak egyszerűen valamilyen módon jelen van a víz (vagy más folyadék) egy edényben. Háztartási eszközeink, trükkös mérnöki megoldásaink épülnek a víz egyszerű szabályokkal leírható viselkedésére. Ezekkel az elvekkel foglalkozunk ebben a fejezetben.

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

A Balaton vizének felülete vízszintes. Ha egy követ dobunk a vízbe, akkor a keletkező hullámok idővel elcsitulnak, s a vízfelszín megint sima, vízszintes lesz. Ez annak ellenére így van, hogy a Balaton medre nem vízszintes. Minden tapasztalatunk arra utal, hogy az összefüggő vízfelületek mindig azonos magasságban vannak. Ha egy kád vízbe egy mindkét végén nyitott üvegcsövet lógatunk úgy, hogy a cső a magasságának feléig merül a vízbe, a csőben a vízszint azonos magasságú lesz, mint a külső vízszint. Mindez magától értetődő következménye az összefüggő vízfelületekről megfogalmazott tapasztalatunknak. De vannak érdekes kivételek. A szivacs például felszívja a vizet. Benne a víz a környező vízszint fölé emelkedik. Mitől függ a vízszint elhelyezkedése? Hogyan használhatjuk ki a víz fizikai tulajdonságait mindennapi eszközeink készítése során?

Ezer sziget tava

Ebben a kanadai tóban rengeteg sziget van. A meder tagoltsága különböző, van, ahol mélyebb a tó, van, ahol sekélyebb. Elképzelhető az, hogy a vízszint a szigetek között ne legyen azonos magasságban? Mi történne, ha vizet eresztenénk a tóba? Hogyan változna a vízszint a szigetek között? Számítana, hogy a szigetek közötti öblök kisebbek vagy nagyobbak?



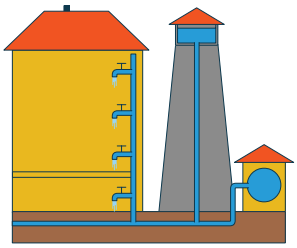
A Belső-tó Tihanyban

A Tihanyi-félszigeten található a Belső-tó. Ennek vízszintje magasabban van, mint a Balaton vízszintje. Hogyan lehetséges ez? Mi történne, ha a Belső-tó és a Balaton közé egy csatornát ásnánk? Mivel magyarázható, hogy az Ezer sziget tavának szigetei között azonos a vízszint, míg a Belső-tó és a Balaton vízszintje nem azonos? Mi a különbség a két eset között? Hogyan fogalmazható meg a vízszintek azonos magasságának vagy kiegyenlítődésének elve? Mikor várhatjuk azt, hogy egy vízrendszeren belül a vízszintek azonos magasságban legyenek?

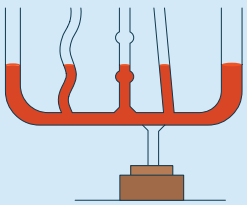


Mire valók a víztornyok?

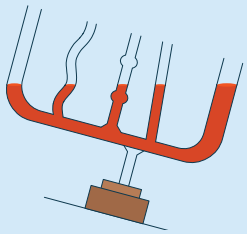
A víztornyokba vizet szivattyúznak fel a környező házaknál magasabbra. A házak csőrendszere össze van kötve a víztoronnyal, így azokat a víz teljesen kitölti. Ha kinyitjuk a csapot, akkor a víz kifolyik a csövön. Minél magasabban áll a víz a víztoronyban a ház csapjához képest, annál nagyobb sebességgel jön a víz a csapból. Vajon miért nem szolgálható ki a dombtetőn álló ház vízvezetékrendszere a völgyben található víztorony vizével?



JÓ, HA TUDOD!



Egy olyan vízrendszer szintje, melyben a folyadék szabadon áramolhat, mindenütt azonos magasságban lesz. Ha bárhol magasságkülönbség jönne létre, az áramlással kiegyenlítődne. Lehet ilyen rendszer az egymással összekötött, felül nyitott csövek sokasága is. Ezeket hívják a fizikusok **közlekedőedényeknek**, arra utalva, hogy bennük szabadon mozoghat (közlekedhet) a folyadék. Az Ezer sziget tava – akármilyen furcsán is hangzik – ilyen értelemben maga is egy közlekedőedény.

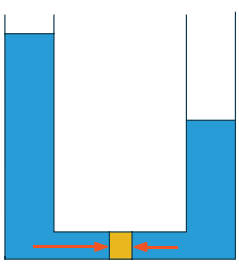


A vízszint az összefüggő vízrendszerekben azért azonos magasságú, mert a víz könnyen mozdítható, könnyen változtatja alakját, és így a Föld gravitációs vonzása hatására – amíg erre van hely és lehetőség – lefelé folyik. Ez a folyamat addig tart, míg az összefüggő vízrendszerben a vízszint mindenütt azonos magasságú nem lesz.

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Hogyan magyarázható a folyadékfelszín magasságának kiegyenlítődése a hidrosztaikai nyomásról tanultak alapján?

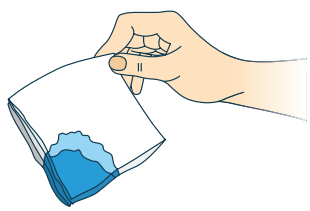
A folyadékfelszín magasságának kiegyenlítődését – némileg bonyolultabban, de szakszerűbben – leírhatjuk a folyadék súlyából származó nyomás, a hidrosztatikai nyomás segítségével. Tegyük fel, hogy az ábrán látható, U-alakú csőben a folyadékszint különböző. Mi történne ekkor a folyadékkal? Ha a cső alján sárgával jelölt folyadékrészre ható erőket vizsgáljuk, megállapíthatjuk, hogy a bal oldali csőben lévő, magasabb folyadékoszlop jobban nyomja balról jobbra, mint a jobb oldali csőben lévő alacsonyabb folyadékoszlop jobbról balra. Így tehát a folyadék balról jobbra fog elmozdulni a csőrendszerben mindaddig, míg a két nyomóerő ki nem egyenlítődik. Ez akkor fog bekövetkezni, amikor a két csőben a folyadék felszíne azonos magasságban lesz.



Amikor a folyadékszintek nem egyenlítődnek ki

Megismertük a folyadékszintek kiegyenlítődésének alapelvét, de számos olyan eset lehetséges, amikor a kiegyenlítődés különböző okokból nem következik be.

A vékony csövek titka



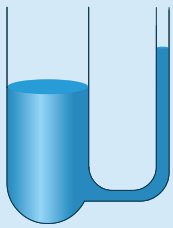
Ha a vízbe szivacsot merítünk, akkor a szivacsban a külső vízszint fölé emelkedik a víz. A szivacs felszívja a vizet. Mindez ellentmond a folyadékszint kiegyenlítődésére vonatkozó elvnek. Ebben az esetben is valamilyen egyéb hatás okozza a folyadék szokatlan viselkedését. Hasonlót tapasztalunk egy törölköző vagy az itatóspapír esetében: felszívják a folyadékot. Mitől viselkednek ilyen különlegesen ezek az anyagok? Mi bennük a közös? A jelenséget **hajszálcsövességnek** nevezzük.



A mosogatószivacs segítségével is megfigyelhető a hajszálcsövesség

JÓ, HA TUDOD!

A vékony csövekben, ha azok anyaga megfelelő, magasabbra emelkedhet a víz vagy akár valamilyen más, megfelelő folyadék, mint a külső vízszint. A jelenséget **hajszálcsövességnek** nevezzük, s vizet használva akár egy vékony üvegcsőben is megfigyelhető. Minél keskenyebb a cső, annál magasabbra kúszik fel benne a víz. A jelenség a folyadék és a hajszálcső anyaga közötti kölcsönhatással magyarázható.



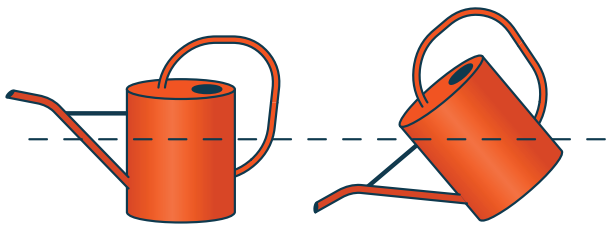
ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Fogalmazd meg saját szavaiddal, konkrét példák segítségével, az összefüggő folyadékok felszínének kiegyenlítődésére vonatkozó elvet!
2. Mit jelent a közlekedőedények kifejezés?
3. Mondj példákat a környezetedben közlekedőedényekre!
4. Magyarázd el saját szavaiddal, miért egyenlítődik ki a vízszint a közlekedőedényekben!
5. Ha betegség miatt infúziót kell adni valakinek, a palacknak mindig magasabban kell lennie a beteg testénél. Magyarázd meg, miért!
6. Mi a hajszálcsövesség jelensége?
7. Mutass példákat hajszálcsövekre a hétköznapi gyakorlatból!
8. Mi a hajszálcsövesség oka?
9. Miért vizesednek az öreg házak téglafalai? Hogyan lehet védekezni ellene?
10. Mondj példákat arra, amikor a folyadékfelszín magassága valamilyen okból nem egyenlítődik ki egy összefüggő vízrendszerben!
11. Nyomj bele szájával lefelé egy hosszú, keskeny, átlátszó anyagból készült, üres poharat magasságának feléig egy lábos vízbe. Kiegyenlítődik ilyenkor is a vízszint? Azonos lesz a vízszint poháron belül és kívül? Mi lehet a magyarázat a szokatlan eredményre?

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Az ideális öntözőkanna

Egy jó öntözőkannának sokféle elvárást kell teljesítenie. Elegendő víznek kell belefférnie. Fontos, hogy a szállítás közben ne locsoljuk le magunkat. Könnyen elfordíthatónak kell lennie. Miért van ennek a kannának olyan magasan a kifolyója? Hogyan befolyásolja a kanna alakja az öntözés hatékonyságát?



Kétféle szifon

A karsztvidékek barlangjainak jelentős része víz alatti patakjárat. Sok ilyet találunk Magyarországon a Bükkben, illetve az Aggteleki-karsztvidéken. Az ilyen barlangok járatai a patak folyását követik, a patak pedig a repedések és a különböző keménységű kőzetek között tör utat magának, amelyek hol mélyebben, hol magasabban húzódnak. Így előfordul az is, hogy a keskeny járat előbb lefelé megy, majd felfelé fordul, úgynevezett szifont hozva létre. A szifonban akkor is felgyűlhet a víz, ha amúgy a járatok szárazok. Ha valaki ilyen barlangban tervez túrát, tudnia kell, hogy át lehet-e jutni a szifonon. Ha a barlangi szifon vízzel van tele, nem lehet folytatni a túrát, csak búvárfelszereléssel. Érdemes az időjárásról is tájékozódni az ilyen barlangok felkeresése előtt. Ha hirtelen jelentős



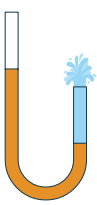
csapadék érkezik a járatba, azután, hogy átúsztunk a szifonon, könnyen a barlangban rekedhetünk. A vizes barlangokban ez okoz leggyakrabban balesetet. A vízvezetékek csap alatti, U-alakú csőszakaszát is szifonnak nevezik. Ebben ugyanúgy megreked a víz az alsó ponton, mint a barlangban. A víz megakadályozza, hogy a csatornarendszerből a kellemetlen szagok a lefolyón át a fürdőszobába vagy konyhába jussanak. A szifon másik funkciója, hogy az esetlegesen a lefolyóba került apró, súlyos tárgyakat megállítja, s mivel leszerelhető, azokat el lehet távolítani a vezetékből.

Vöröskő-forrás

A Bükk-hegység lábánál fakadó, időszakos forrás szökőkútszerű kitörését akkor figyelhetjük meg, ha a hóolvadást követően vagy nagyon csapadékos időszakban a mészkőhegységbe beszivárgó víz összegyűlik, és utat talál a hegy lábánál a felszín felé. Szárazabb időszakokban, amikor a hegység magasabb régióiban nem szivárog le a víz, a „szökőkút"-forrás nem működik.

A forrás működésének elvét szemlélteti az ábrán látható, egyszerű kísérlet.

Egy gumicső két végére illesszünk üvegcsövet! Tartsuk U-alakban úgy, hogy mindkét szára azonos magasságban legyen, majd töltsük fel vízzel! Ezután emeljük fel a cső egyik végét jóval magasabbra. Figyeljük meg, mi történik!



A hajszálcsövesség és a növények

A növények táplálásában a talaj alsóbb rétegeinek nedvessége nagyon fontos, ide nyúlnak le a gyökerek, ide szivárog le az esővíz. A talaj azonban nem tömör, hanem megszámlálhatatlan apró hajszálcső szövi át. Ezeken keresztül jut el az éltető víz a növényekhez.

Szárazságban ezeken a hajszálcsöveken keresztül jut el a talaj nedvessége a felszínre is, ahonnan elpárolog, tovább csökkentve ezzel a talaj víztartalmát. Ez ellen kapálással lehet védekezni. A kapálás szétroncsolja a hajszálcsöveket, így megakadályozza a talaj belsejének további kiszáradását.

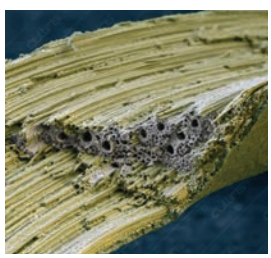


A vetemény kiszáradása ellen kapálással lehet védekezni

A növények tápanyagszállításában szerepet játszik a hajszálcsövesség is. A növényekben edénynyalábokon keresztül, amelyek valójában hajszálvékony csövek kötegei, jut el a tápanyag a legtávolabbi, a gyökereknél sokszor jóval magasabban lévő sejtekig.



Miért jön létre szökőkút a képen látható forrás esetében?



Figyeld meg a hajszálcsöveket!

KITEKINTÉS

A víz a gravitációs térben pontosan úgy viselkedik, mint bármelyik súlyos test. Ha tud, lefelé megy. Mivel a víz (és általában a folyadékok) könnyen változtatja az alakját, ezért megtalálja a lefelé vezető utat, betölti az egyenetlenségeket, lyukakat. De előfordulnak olyan helyzetek is, amikor a folyadékok a gravitációs tér irányával szemben mozdulnak el. Ezek egyike a hajszálcsövesség jelensége, vagy idegen szóval kapillárisjelenség, de számos más eset van még a természetben, amikor lefelé hat a gravitáció, de a folyadék nem lefelé mozog, hanem felfelé. Félig komolyan, félig viccelődve megemlíthetnénk azt, hogy például amikor az asztalról a szánkhoz emeljük a poharunkat, akkor a benne lévő folyadék felfelé mozog. A folyadék mozgásának irányát, mint minden földi dolog mozgását, a gravitációs erő mellett számos egyéb körülmény befolyásolja.

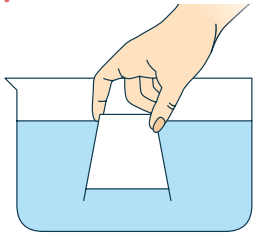
5. A levegő nyomása, gázok

A levegő gáz halmazállapotú, s mivel színtelen és szagtalan, s mert légzésünk automatikus, igazából észre sem vesszük, ha nem fúj a szél. Inkább csak a hiányát érzékeljük. Körülölel minket, betölti a teret. Ugyanakkor, a Föld gravitációs terének hatására ránk is nehezedik, mégsem nyom össze. Nem is vesszük észre, nem is érezzük a súlyát. Olyan elhanyagolhatóan kicsi lenne? Hogyan lehetséges ez? Meghatározható hogy mekkora a levegő nyomása? Miben nyilvánul meg a **légnyomás** a természetben? És hogyan jelenik meg használati tárgyaink működésében?

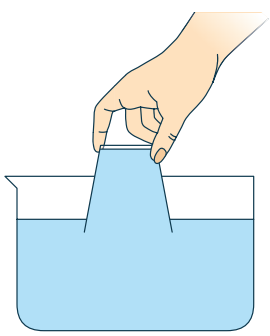
KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Mi van az üres pohárban?

Ha egy üres poharat szájjal lefelé víz alá nyomunk, a víz csak kismértékben hatol be a pohárba.



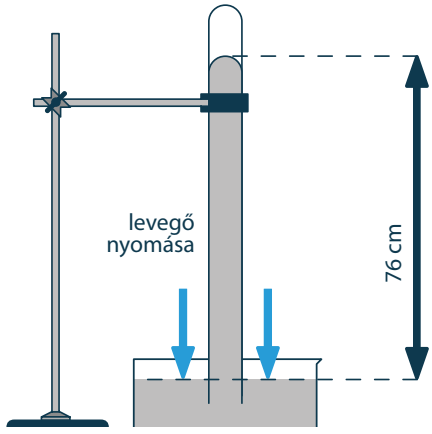
Mégsem üres a pohár? Akkor mi van benne? Nyilván levegő, amit azáltal is észrevehetünk, hogy ha a poharat oldalra fordítjuk, a levegő egy légbuborék formájában elhagyja azt. A levegő összenyomódott a pohárban, tehát összenyomható. A felülről zárt pohárból nem tudta kiszorítani a víz a levegőt, tehát a levegőnek is van nyomása. Visszatartotta, visszanyomta a pohár belsejébe nyomuló vizet.



Miután a levegő elhagyta a poharat, azt fordítsuk ismét szájával lefelé, függőleges helyzetbe. Emeljük meg fokozatosan a pohár alját a vízszint fölé úgy, hogy a pohár szája vízszint alatt maradjon. A pohárban benne marad a víz, annak ellenére, hogy a vízszint a pohárban magasabb, mint az edényben. Miért nem érvényesül a folyadékszintek kiegyenlítődésének törvénye? Mi tartja benn a vizet a pohárban? Ismét a levegő nyomására kell gyanakodnunk.

Torricelli kísérlete

Feltehető az a kérdés, hogy milyen magas vízoszlopot tud a levegő nyomása egy zárt edényben benntartani? A 10 cm magas poharunkban lévő vizet könnyen. De vajon milyen magas pohárra lenne szükség, hogy a külső levegő már ne tudja a vízoszlopot teljes egészében fenntartani benne, és a víz egy része a pohár száján keresztül visszafolyjon az edénybe? Ha ki akarjuk mérni az eredményt, két utunk van. Az egyik, hogy a pohár helyett hosszú, a felső végén zárt üvegcsövet vagy a felső végén könnyen lezárható műanyag csövet használunk. A másik lehetőség, hogy valamilyen víznél nagyobb sűrűségű folyadékra cseréljük a vizet. A nagyobb sűrűségű folyadék esetében annyiszor nagyobb súlyt kell megtartania a levegőnek ugyanolyan körülmények között, amennyiszer nagyobb a folyadék sűrűsége a víz sűrűségénél. De mi lehet ez a folyadék? Az arany például sűrű, de az olvadt arany nagyon forró. Az olvadt fémek sűrűbbek, mint a víz, de vajon vannak olyan fémek, melyek szobahőmérsékleten is folyékonyak? Torricelli olasz fizikus 1640 körül a pohár helyett üvegcsövet használt, s a víz helyett a nála 13,6-szer sűrűbb higanyt. Így azt tapasztalta, hogy 76 cm magas higanyoszlopot tud megtartani a külső levegő. A levegő nyomása tehát ugyanilyen magasságú higanyoszlop hidrosztatikai nyomásával egyezik meg. Vajon milyen magas lett volna a vízoszlop, ha Torricelli a kísérletet vízzel végzi el? Mivel a higany 13,6-szer sűrűbb, ezért az eredmény 13,6-szer több lett volna. Körülbelül 10 méter, ami 100 000 pascal nyomásnak felel meg.



Miért nem présel össze minket a levegő nyomása?

Ha felemeljük tenyerünket vízszintes helyzetbe, majd elképzeljük, hogy 10 méter magas vízoszlopot kell megtartanunk vele, akkor igencsak elgondolkodtató, hogy hogyan lehetséges ez. Egy átlagos gyerektenyérrel számolva ez körülbelül annyit tesz, mintha 100 kg tömeget kellene megtartanunk. A levegő elég ritka, kb. 1000-szer ritkább, mint a víz, de a felettünk lévő levegőoszlop biztosan jóval túlnyúlik a Himalája csúcsán. Hogy több mint 10 000 méter magas levegőszlop a gyerektenyér felett akár 100 kg tömegű is lehet, már nem tűnik elképzelhetetlennek. De akkor hogyan lehetséges ez, hiszen



semmilyen módon nem érezzük a levegő súlyát a tenyerünkön. A megoldás az, hogy a levegő minden irányból nyom minket (ahogy egyébként a víz is). Tenyerünket felülről, kézfejünket alulról.

Nem a levegő nyomása az, amit könnyen érzékelünk, hanem a nyomáskülönbség. Ha gyors helyváltoztatás során megváltozik a környezet nyomása, és közben a testünkben lévő nyomás nem egyenlítődik ki, azt megérezzük. Amikor gyorsan emelkedünk egy repülőgéppel, vagy egy kabinos felvonóval, sűrű nyelésekkel próbáljuk kiegyenlíteni a külső és belső nyomást. Ha egy repülőben vagyunk, kívül, 10 000 méter magasan alacsony a légnyomás, míg belül a gépben nagyobb. A gép falát a belső levegő jobban nyomja kifelé, mint a külső befelé. Ezt az erőhatást kell a gép falának kibírnia. Az erőhatás a nyomáskülönbségből fakad.

A nyomás változása a tengerszint feletti magassággal

A szabad levegő nyomását az okozza, hogy a légrétegek egymásra nehezednek. Minél több levegő van felettünk, annál nagyobb a nyomás. Ha magasabbra megyünk, a nyomás kisebb lesz. A Föld legmagasabb hegyén, a Mount Everesten a légnyomás a tengerszinten mérhető nyomás 30%-a.



A tengerszint feletti nagy magasságokban érezhetően ritkább a levegő

Kisebb nyomáson a levegő sűrűsége is kisebb (nagyobb térfogatot foglal el a levegő, mint nagyobb nyomáson, ahol jobban össze van nyomva), ezért magasabban a levegő ritkább. A levegő nyomása a magassággal nem egyenletesen csökken, hanem ahogy megyünk felfelé, egyre lassabban. A nagy magasságokban járó hegymászók szervezetének hozzá kell szoknia az alacsonyabb nyomáshoz: ritkább a levegő, így kevesebb oxigént tudnak belélegezni, ezért használhatnak oxigénpalackot.

Mekkora a nyomás az autógumiban?

Ahhoz, hogy az autó vagy kerékpár kereke jól tapadjon az aszfaltra, a kerék belsőjét keményre kell felfújni. A benzinkútnál nyomásmérővel felszerelt pumpát használnak, hogy beállítsák az ideális guminyomást, ami az autó márkájától, az időjárási viszonyoktól is függ, de kb. 250 000 pascal. Ez azt jelenti, hogy a kerékben ekkora a nyomás? Nem, ez azt jelenti, hogy a nyomásmérő ekkora nyomáskülönbséget mér a kerék belseje és a külső levegő nyomása között. Mivel a külső levegő kb. 100 000 Pa nyomású, ezért a kerék belsejében a nyomás 350 000 Pa. Ha egy szódásszifonból minden szódát kinyomtunk, és tovább nyomjuk a szifon karját, a távozó, maradék szén-dioxid sercegését is halljuk. Azután a palack üres lesz. Tényleg? Nem marad benne semennyi szén-dioxid? De maradt, de annak a nyomása ugyanúgy 100 000 Pa, mint a külső levegőé, ezért nem jön ki, mert nincs nyomáskülönbség, ami kihajtsa.



Az autógumiban lévő levegő nyomásának megfelelőnek kell lennie!

Hogy változik a gázok nyomása, ha a gázokat összenyomjuk vagy melegítjük?

A gázokat nem csak a gravitáció nyomhatja össze. Mi magunk is összenyomhatunk gázokat. Például egy tű nélküli fecskenő elejét befogva, azt összenyomva, megtapasztalhatjuk, hogy a gázokat nem lehet teljesen összenyomni. Minél jobban megpróbáljuk összenyomni a fecskendőnyi gázt, annál nagyobb erő kell ahhoz, hogy zárva tartsuk ujjunkkal a fecskendő elejét.

Ha egy edényben zárt gázt melegítünk, nyomása nő. A melegített tárgyak általában kiterjednek, így viselkedik az edény is. A benne lévő gáz azonban az edénynél is jobban tágul, ezért a melegítés során egyre nagyobb erővel próbálja szétfeszíteni az edény falait.



Egy fecskendő segítségével te is összenyomhatod a levegőt!

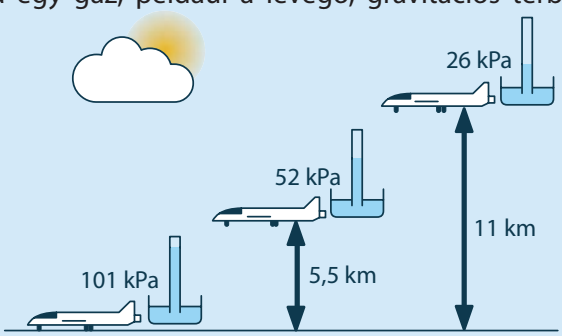
A levegő mint gázkeverék nyomása

A levegő többféle gáz keveréke. Nyomása az egyes összetevők nyomásaiból adódik össze. Főleg oxigén és nitrogén van benne, és némi vízgőz. Ha a levegőben több a vízgőz, ami a legkisebb sűrűségű gáz a három gáz közül, akkor a levegő nyomása kisebb. Párás időben tehát csökken a légnyomás.

JÓ, HA TUDOD!

A gázok betöltik a rendelkezésükre álló teret, szétterjednek. A levegőnek és minden gáznak van nyomása, mindarra nyomást gyakorol, amivel érintkezik. A gázok kiterjednek. Mivel a gázokkal érintkező felületek akadályozzák ezt, a gázok nyomást gyakorolnak ezekre a felületekre, az edény falára.

Ha egy gáz, például a levegő, gravitációs térben



van, a nyomása nem lesz állandó. A levegő súlyából származó nyomás függ attól, milyen magasan vagyunk. Magasabban kevesebb levegő van felettünk, tehát a nyomás kisebb. Ha nem lenne a gravitáció, a kiterjedő levegő nem maradna a Föld környezetében, hanem eloszlana a világűrben.

Ha a gázokat kisebb helyre kényszerítjük (összenyomjuk) a nyomásuk nőni fog. A Föld felszínén a légnyomást az határozza meg, hogy a levegő a súlyánál fogva mennyire nyomódik össze. A Föld gravitációs vonzása a bolygó középpontja felé húzza a légkört alkotó levegőt, hiszen a levegőnek is van tömege. Így a Föld felszíne mentén a levegő összesűrűsödik, és egyensúlyba kerül, mert a felszín megtartja a felette lévő levegőt. Így jön létre a kísérleteink során megfigyelt, meglehetősen nagy **légnyomás**. Minél magasabban vagyunk, annál kevesebb levegő nehezedik ránk, így a nyomás egyre kisebb.

A gázok, ha akadályokba, falakba ütköznek, akkor nyomást gyakorolnak a falra. Ha a nyomás kívülről és belülről ugyanakkora, azaz nincs nyomáskülönbség, akkor a gáz nem nyomja összességében valamilyen irányba a falat, legfeljebb annak anyagát próbálja két oldalról összenyomni. Ha egy fal két oldalán különböző nyomású gáz van, a falra a nagyobb nyomású oldalról hat nagyobb erő. Ha a fal kilyukadna, akkor a nagyobb nyomású hely felől fog gáz áramlani a kisebb nyomású hely felé.

A gázok nyomása a hőmérséklet emelkedésével nő. Ha a gázokat összenyomjuk, nyomásuk nő. A levegő minél párásabb, azaz minél több benne a vízgőz, annál kisebb a nyomása.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Melyek a gázok legfontosabb tulajdonságai?
2. Honnan ered a Földet körülvevő levegő nyomása?
3. Miért függ ez a nyomás attól, mekkora a tengerszint feletti magasságunk?
4. Magyarázd el, hogyan működik a szódásszifon!
5. Keress példákat arra a mindennapokban, amikor a nyomáskülönbség egy eszköz működésében alapvető szerepet játszik!
6. Hogyan lehet egy zárt edényben lévő gáz nyomását növelni?
7. Vajon miért kattog egyes emberek füle a hirtelen emelkedés hatására?
8. Mit állíthatunk a páradús levegő nyomásáról, a száraz levegővel összehasonlítva?
9. Milyen magas vízoszlop nyomásának felel meg a levegő nyomása?
10. Mekkora lehet a nyomás egy 10 méter mély medencében?

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

A szódásszifon



Egy szódavizes palackban a szén-dioxid nyomása abból fakad, hogy sűrített (összenyomott) szén-dioxidot töltöttek a palackba, ami részben feloldódik a vízben, részben kihajtja a szódát a palackból.

A tapadókorong titka

A tapadókorong működésének lényege, hogy alóla eltávolítjuk a levegőt, így a külső nyomás rányomja arra a felületre, melyre illesztettük. Ha a korong alá levegő kerül, leválik a felületről.



Tapadókorongok

Magasságmérés barométerrel

Manapság, a GPS-ek korában, a telefonunkról leolvashatjuk, hogy milyen magasan vagyunk éppen.



Régebben nyomásmérőket használtak magasságmérésre, kihasználva azt, hogy a légnyomás magasságfüggését ismerjük. Persze az eszköz használatakor be kellett állítani a kiindulási magassághoz tartozó nyomást, hiszen az nemcsak a magasságtól, hanem például az időjárástól is függött. A műszer pontosságát egy időjárás-változás nagymértékben rontotta.

Hogy működik a szívószál?

Mikor szívószállal felszívjuk a folyadékot, akkor tulajdonképpen a külső légnyomás nyomja a szájunkba az italt. Ehhez az kell, hogy a szájüregünkben lecsökkentsük a nyomást, ami úgy lehetséges, hogy az ott lévő levegőt csücsörítő szájmozgásunkkal beljebb toljuk, de nem szívunk be helyére másikat.



Irtózás a légüres tértől

Az 1600-as évekig azt gondolták a tudósok, hogy a szívóhatást, vagy első kísérletünk eredményét, amikor a lefelé fordított pohárból nem folyt ki a víz, egy általános természeti elv magyarázza, amit úgy fogalmaztak meg: „A természet irtózik a légüres tértől!" Tehát ahol üresség keletkezne, oda mindig bemegy valami, ha folyadék van ott, akkor folyadék, de teljes üresség egyszerűen nem jöhet létre. Ma már tudjuk, hogy a levegőnek véges nyomása van, s létrehozható légüres tér, így ennek az elvnek nincs semmilyen fizikai alapja.



Guericke híres kísérlete

Guericke Magdeburg polgármestere és egyben fizikus volt, s sok érdekes kísérletet eszelt ki, hogy a levegő nyomását demonstrálja, s megmutassa, milyen jelentős érték ez. Leghíresebb kísérletében két, szorosan illeszkedő fém félgömb közül szivattyúzta ki a levegőt, majd a két félgömb két oldalára lovakat fogott be, hogy azok széthúzzák a félgömböket, legyőzve a külső levegő nyomását. A lovak nem tudták széthúzni a félgömböket, a légnyomásból származó erő nagyobbnak bizonyult a lovak erejénél. Mikor Guericke levegőt eresztett egy szelepen keresztül a félgömbök közé, azok maguktól szétnyíltak.



A levegő nagy nyomását bemutató kísérletet megörökítő szobor

KITEKINTÉS

Könnyen felismertük, hiszen összhangban van tapasztalatainkkal, hogy ha a gázokat összenyomjuk vagy melegítjük, nyomásuk nő. De vajon milyen szabályok szerint? Hogyan írható le matematikailag? Függ-e attól, milyen gázt vizsgálunk? Hogyan tudjuk értelmezni, magyarázni a gázok tulajdonságait, azaz hogyan modellezhetők a gázok? Ezekkel a kérdésekkel érintőlegesen még idén foglalkozunk, de a gázokra vonatkozó részletes összefüggések legfeljebb gimnáziumban kerülnek elő.



Mit történik a héliumos lufikkal ha elengedjük őket?

6. Úszás, lebegés, elmerülés

A Föld gravitációs hatása révén légkört és hatalmas víztömegeket tart fogva. Az ezen közegekben lévő testek vagy egyensúlyban vannak, vagy lesüllyednek, illetve felfelé mozognak, miközben a Föld gravitációs vonzása lefelé irányul. Ha úszás során teleszívjuk tüdőnket levegővel, vagy esetleg a Holt-tenger különlegesen sós vizébe merülünk, érzékeljük, hogy a súlyunkat meghaladó felhajtóerő emel minket. Ez az erő emeli fel és tartja a levegőben a léghajót, utasokkal a fedélzetén, és ennek az erőnek tulajdoníthatjuk, hogy az egyébként a vízben elmerülő tárgyakat könnyebb megtartani vízben, mint levegőben. A dolgok elmozdulását egy olyan közegben, amely gravitációs környezetben van, a test súlyán kívül a felhajtóerő határozza meg.



A búvár lebeg a víz alatt

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

A folyadékba vagy gázokba merített testekre felhajtóerő hat a gravitációs erő mellett. A két erő ellentétes irányú, és nagyságuk viszonya határozza meg, mi fog történni a testtel, ha magára hagyjuk.

Mikor süllyed le egy test az adott közegben?

Ha egy testet ráakasztunk egy rugós erőmérőre, akkor az a test súlyát fogja mutatni. Ilyenkor a test súlya éppen annyi, mint a testre ható gravitációs erő, vagyis az az erő, amellyel a Föld vonzza a testet. A hétköznapi szóhasználatban tehát a test súlyán a rá ható gravitációs erőt értjük. De ez a megközelítés nem mindig pontos. Például a világűrben, de a Föld felszínétől nem túl messze, mondjuk 200 km távolságban keringő űrhajó belsejében lévő testekre a Föld vonzóerőt gyakorol, de a testek a súlytalanság állapotában vannak. Ebben a helyzetben tehát a Föld vonzóereje nem azonos a test súlyával. Az alábbiakban a hétköznapokban megszokott, mindennapjainkban természetes szóhasználattal élünk, és amikor súlyról beszélünk, ezen a Föld gravitációs vonzóerejét értjük.

Ha egy testre a súlyánál kisebb felhajtóerő hat, akkor lefelé mozdul el az adott közegben. Ha egy pohár vízbe egy acélgolyót teszünk, akkor az lesüllyed a pohár aljára, hiszen a golyó súlya nagyobb, mint a rá ható felhajtóerő. Amikor a golyó a pohár alján nyugalomban van, akkor a pohár alja nyomja felfelé a golyót, éppen a golyó súlya és a felhajtóerő különbségével. Mikor süllyed el egy test az adott közegben, pl. egy folyadékban? Amikor a test súlya nagyobb, mint a felhajtóerő. Alkalmazva a felhajtóerőre megtanult összefüggést, ez azt jelenti, hogy a test súlya nagyobb, mint a test térfogatával megegyező mennyiségű folyadék súlya. Ebből következik, hogy ha egy test elmerül a folyadékban, sűrűsége nagyobb a folyadék sűrűségénél.

Mikor van egyensúlyban egy test az adott közegben? Mikor lebeg egy test?

Ha a testre ható felhajtóerő azonos a test súlyával, akkor a test **lebeg** az adott közegben, ahogy egy test lebeghet a vízben vagy egy léghajó a levegőben. Ilyenkor a test súlya egyenlő a térfogatával megegyező mennyiségű folyadék súlyával, ami azt jelenti, hogy sűrűségük azonos.

Az úszás jelensége

Amikor egy testre nagyobb felhajtóerő hat, mint a test súlya, az emelkedni kezd. Ez azt jelenti, hogy a test súlya kisebb, mint a térfogatával megegyező mennyiségű folyadék súlya. Mindez tömören annyit jelent: a test sűrűsége kisebb, mint a folyadék sűrűsége.

Ha egy ilyen testet vízbe merítünk, akkor az emelkedés során a test előbb-utóbb eléri a vízfelszínt.



Az úszógumi megnöveli a felhajtóerőt

Ahogy fokozatosan kiemelkedik a vízből, a felhajtóerő csökkenni kezd, hiszen a kiszorított víz mennyisége csökken. Ez a folyamat addig tart, míg a felhajtóerő egyenlővé nem válik a test súlyával. Ekkor a test egyensúlyba kerül, **úszik** a víz felszínén. Úszás során tehát a testre ható felhajtóerő azonos a test súlyával, de a test nem merül bele teljes térfogatával a folyadékba.

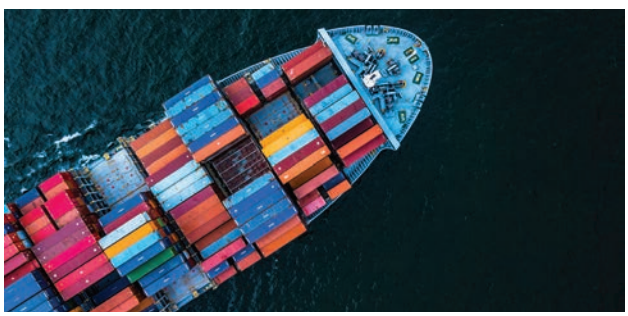
Az úszás egyensúly

Ha egy úszó testet kicsit beljebb nyomjuk, a folyadékba, akkor megnő a testre ható felhajtóerő, ezért ha elengedjük a testet, visszatér az egyensúlyi állapotába.

Ha az úszás helyzetéből kicsit jobban kiemeljük a testet a folyadékból, akkor lecsökken a felhajtóerő, és a test elengedése után ezért fog visszatérni az egyensúlyi állapotba.

Hogyan úszik a vashajó?

A hajó sűrűsége kisebb a víz sűrűségénél, ezért úszik. Mindez nem jelenti azt, hogy anyagának sűrűsége is kisebb. A hajót fémekből építik fel, s ezek elmerülnek a vízben, de mivel rengeteg üreg, üres rész van benne, ami levegőt tartalmaz, összességében elmondható, hogy a hajó sűrűsége a víz sűrűségénél kisebb. Ha az üregekbe víz kerül, mert a hajó erősen megbillen vagy léket kap, akkor elsüllyed, mert átlagsűrűsége a vízénél nagyobbá válik.

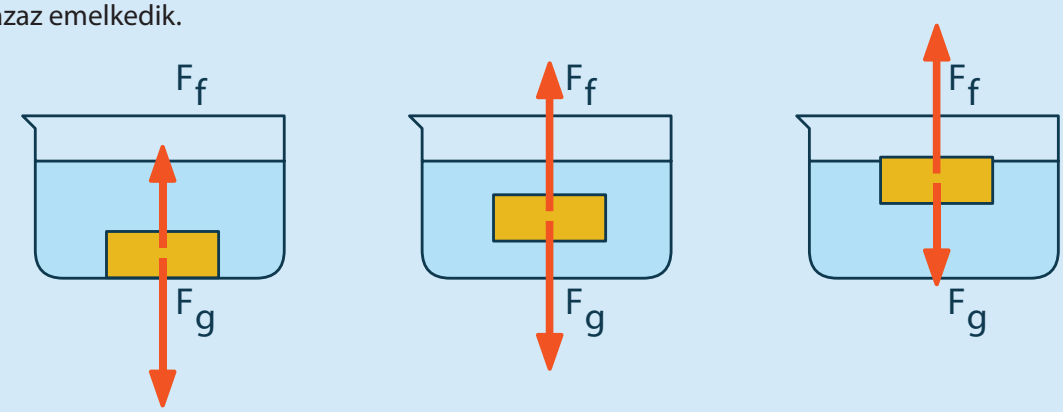


A fémből készült hajótest átlagsűrűsége kicsi, ezért képes megtartani a rakományát

JÓ, HA TUDOD!

A folyadékokba vagy légnemű közegbe merített testekre felhajtóerő hat. Hogy mi történik a testtel, ha magára hagyjuk az adott közegben, a felhajtóerő és a test súlyának viszonyától függ. Három eset lehetséges: vagy lefelé mozdul el, azaz **elmerül**, vagy ott marad, ahová tettük, azaz **lebeg**, vagy felfelé indul el, azaz emelkedik.

Ha a felhajtóerő nagyobb, mint a test súlya, a test kiemelkedik a közegből, ezért a rá ható felhajtóerő csökkenni kezd, és akkor kerül egyensúlyba, amikor a felhajtóerő egyenlővé válik a test súlyával. A jelenséget **úszásnak** nevezzük, és a folyadék (közeg) felszínén zajlik.



ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Mikor merül el egy test egy adott közegben? Magyarázd meg erők segítségével, írd le a sűrűségfeltételt!
2. Mi a lebegés, és mi a feltétele?
3. Milyen mélységben jöhet létre lebegés például a vízben?
4. Mikor emelkedik egy test egy közegben? Magyarázd meg erők segítségével, írd le a sűrűségfeltételt!
5. Mi az úszás jelensége?
6. Mi a hasonlóság és a különbség az úszás és a lebegés között?
7. Mondj gyakorlati példákat az elmerülésre, lebegésre és úszásra!
8. Igazak-e a következő állítások? Válaszaidat minden esetben indokold!
   - Ha egy test elmerül egy folyadékban, akkor bármilyen folyadékban elmerül.
   - Egy test két különböző sűrűségű folyadékban is úszik. Ilyenkor eltérő mértékben merül bele a két folyadékba.
   - Két test úszik ugyanabban a folyadékban. Az merül bele jobban, amelyiknek nagyobb a sűrűsége.

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Emelkedő hőlégballon



Az első léghajók működésének alapelve az volt, hogy a ballon levegőjét melegítették, ami kitágult, így sűrűsége a környező levegő sűrűsége alá csökkent. Az emelkedést homokzsákok kidobásával tudták szabályozni, a süllyedést a levegő melegítésének megszüntetésével érték el. Az első hőlégballonos repüléseket a Montgolfier testvérek mutatták be 1783-ban, Párizsban. Kezdetben a ballonok ki voltak kötve, a látványosság 2-3 kilométeres magasságba való emelkedésük volt.

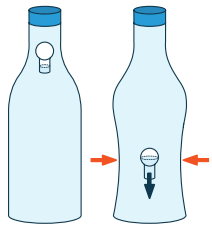
Hat-e a felhajtóerő súlytalanság állapotában?

Ha egy pingponglabdát víz alá nyomunk, akkor az azonnal a víz felszínére jön, mivel sűrűsége jóval kisebb a víz sűrűségénél. Ugyanezt a kísérletet egy űrhajón elvégezve a súlytalanság állapotában, a labda nem fog felemelkedni. Ugyanis a súlytalanság állapotában felhajtóerő sincs. A képünkön egy lebegő vízcseppben lebegő légbuborékot látunk.



Halak úszóhólyagja

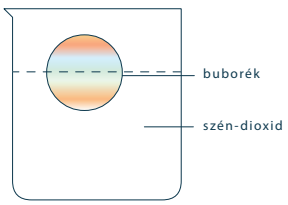
A halak az úszóhólyagjukban termelődött gázok mennyiségével szabályozni tudják a sűrűségüket, így a függőleges mozgásukat a vízben. A halak függőleges mozgását modellezi az úgynevezett Cartesius-búvár, mely egy fejjel lefelé fordított, némi levegőt tartalmazó kémcső, egy oldalánál könnyen összenyomható, vízzel telt palackban. Ha a palackot összenyomjuk, a kémcsőben lévő levegő térfogata csökken, így a kémcső alászáll. A halak az úszóhólyagjukból gázt engednek ki, amikor alászállnak, tehát nem összenyomják az úszóhólyagjukban lévő levegőt, de a sűrűségük ugyanúgy csökken, mint a búváré. Felszálló buborékot figyelsz meg a Balaton felszínén? Lehet, hogy éppen lejjebb merült egy hal.



Az úszás fogalma a hétköznapokban és a fizikában

A hétköznapi szóhasználat a vízben való előrehaladást nevezi úszásnak. A fizikai leírásunkban az úszás igazából olyan lebegést jelent, amikor a lebegő test egy része a folyadékfelszín felett van. Lebegésnek pedig csak azt az esetet nevezzük, amikor a test teljes egészében a folyadékba merülve van egyensúlyban.

Buborék úszása szén-dioxid tetején



A szén-dioxid a levegőnél sűrűbb gáz. Ha egy pohárba szén-dioxidot töltünk, akkor az a pohár aljáról kiszorítja a levegőt. A színtelen szén-dioxid tetején egy buborék úszni fog, pedig a levegőben lesüllyedne.

A Titanic pusztulása



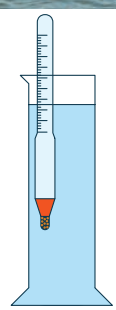
A legendás és elsüllyeszthetetlennek tartott Titanic pusztulása több szempontból is összefügg az úszás jelenségével. Egyrészt annyiban, hogy a hajót úgy alakították ki, hogy rengeteg rekeszre osztották a hajótest alját, arra gondolva, hogyha jéghegygyel ütközik és kilyukad a hajótest, akkor csak a külső rekeszekből szökjön el a levegő, s a hajó átlagos sűrűsége a víz sűrűségénél kisebb maradjon, ne süllyedjen el. Nem számoltak viszont a hajó tervezésekor azzal, hogy a jéghegyek 90%-a a víz alatt található, mivel sűrűségük a víz sűrűségének 90%-a, így egy látszatra nem túl nagy jéghegy víz alatti része 9-szer akkora, mint a felszín feletti, s egy ütközéskor jóval nagyobb sérülést tud okozni egy hajóban a jéghegy, mint amekkorát a látszó mérete alapján gondolnánk.

Úszó sűrűségmérő

Egy test folyadékba való merülését a test és a folyadék egymáshoz viszonyított sűrűsége határozza meg. Az úszó sűrűségmérő a folyadékok sűrűségét méri. Minél mélyebbre merül a sűrűségmérő a folyadékba, annál kisebb a folyadék sűrűsége. Gondold meg, a sűrű folyadékban ugyanaz a tárgy kevésbé merül el, mint a ritkában. Ha valaki édesvízben, tengerben, vagy a különösen sós Holt-tengerben fekszik fel a víz felszínére, maga is úszó sűrűségmérőként működik. Az méri a víz sűrűségét, hogy mennyire merül bele a vízbe. Az alkoholtartalmú italok alkoholfokát is meg lehet mérni egy úszó sűrűségmérővel, mivel az ital sűrűsége annál kisebb, minél több benne az alkohol.



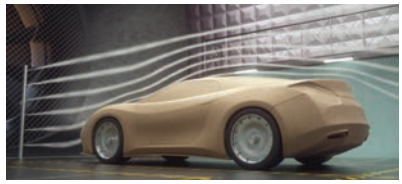
A sós vízben nagyobb a felhajtóerő, ez tartja meg a fürdőzőt



Úszó sűrűségmérő

KITEKINTÉS

A föld élőlényeinek zöme bolygónk vizeiben, légkörében él, és mozgásukat alapvetően befolyásolja ez a két közeg. Ebben a fejezetben a vízben és levegőben nyugalomban lévő testekre ható erőkről tanultunk, illetve ezen erők hatására bekövetkező egyszerű elmozdulásokról esett szó. A levegőben és vízben való mozgás törvényei meglehetősen bonyolultak. Sokszor legegyszerűbb modellezni azokat az áramlásokat, kavargó lég- és víztömegeket, melyek egy madár szárnyai vagy egy hal úszója mentén keletkeznek mozgásuk során. Bár nagy vonalakban esik szó középiskolában a gázok és folyadékok áramlásának törvényeiről, de a pontos leírás mindenképpen mérnöki szakmunka, legyen szó akár egy autóról, repülőgépről vagy éppen tengeralattjáróról.



A szélcsatornában a füstcsíkok mutatják meg, hogyan áramlik a levegő

7. Olvadás, fagyás

A környezetünkben található víz hidegben megfagy, a jég melegben felolvad. Tudjuk, hogy más anyagok is fel tudnak olvadni, ha elég magas a hőmérséklet. Vörösen izzik az olvadt acél, folyékonnyá válik a gyertya viasza. A tűzhányók olvadt kőzetet lövellnek ki, illetve az olvadt lávafolyam megszilárdul kihűlés során. A téli fagyokat követően megolvad a hó, és a hűtőszekrényben jégkockává fagy a víz. Mindennapos és meglehetősen jól ismert jelenségről van tehát szó.

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Amikor a szilárd anyagból folyadék lesz, **olvadásról** beszélünk, amikor a folyadékból szilárd, akkor **fagyásról**. Tudjuk, hogy az olvadás és a fagyás is hőmérséklet-változással függ össze. De hogyan zajlik ez a folyamat? Mi történik, ha egy szilárd testet melegíteni kezdünk, vagy egy folyadékot hűteni?

Az olvadás folyamata

Ha egy testet melegítünk, akkor általában értelemszerűen melegebb lesz. Ha néhány, mélyhűtőből kivett jégkockát porrá törünk, egy pohárba helyezzük, és megmérjük a hőmérsékletét, azt tapasztaljuk, hogy nagyjából a mélyhűtő hűtési hőmérsékletével lesz azonos, körülbelül –4 °C. Idővel a melegebb környezetben a jég melegedni kezd. (Ha valóban pontos mérést szeretnénk, sokat kell kevergetni a jégkásánkat, mert a melegedés korántsem egyenletes.) 0 °C hőmérsékleten megjelenik a pohárban a víz, a melegedés megáll, és addig változatlan marad a hőmérséklet, míg a jég teljes mértékben el nem olvad. Amikor már csak víz van a pohárban, a melegedés folytatódik.



A meleg levegővel érintkező fagylalt gyorsan elolvad

Olvadáspont

A jég 0 °C-on kezdett el olvadni, de más anyagoknak más az olvadáspontja. Sőt olyan anyagok is léteznek, melyek fokozatos lágyulással alakulnak szilárdból folyadékká. Az alábbi táblázat azt szemlélteti, hogy mennyire különböző az egyes anyagok olvadáspontja.

Az anyag neve	Olvadáspont (°C)
Acél	1500
Alkohol	–112
Alumínium	660
Arany	1063
Cukor	160
Ezüst	961
Éter	–116
Glicerin	18
Hidrogén	–259
Higany	–39
Konyhasó	820
Naftalin	80
Nitrogén	–210
Oxigén	–219
Ólom	327
Ón	232
Réz	1083
Vas	1536
Víz	0

A közölt hő szerepe

A jég azért kezdett el melegedni, majd felolvadni, mert meleget, hő formájában energiát vett fel a környezetéből. Ezek szerint a hő képes arra, hogy a dolgokat felmelegítse, vagy akár megolvassza. Miközben egy anyag megolvad, nem feltétlen melegszik. A jég olvadása során láttuk, hogy a teljes megolva-

dásig a víz és jég közös hőmérséklete 0 °C maradt. Ez azt jelenti, hogy a hő, vagy hétköznapi kifejezéssel a meleg, nem feltétlenül növeli egy anyag hőmérsékletét. A hétköznapi szóhasználatban akkor melegítünk valamit, ha annak nő a hőmérséklete, azaz melegszik! A fizikában a melegítés azt jelenti, hogy hőt közlünk az anyaggal, de mint láttuk, nem minden esetben vezet a hőmérséklet növekedéséhez.

Miért úsznak a jéghegyek a víz felszínén?

Általában amit felmelegítünk, az kitágul. Ez alapján azt várhatnánk, hogy a víz sűrűsége kisebb lesz, mint a jég sűrűsége, és ekkor a jégdarabok elmerülnének a vízben. De a víz rendhagyóan viselkedik, sűrűbb, mint a jég, így a jéghegyek úsznak a vízen. Ha a jég elsüllyedne a vízben, akkor nem ütközött volna jéghegynek a Titanic, de akkor nem élnék túl a telet a halak, mert a tavak aljára süllyedne a jég, s felülről teljesen befagynának a tavak.



A jéghegyek jelentős része a víz felszíne alatt helyezkedik el

A fagy romboló hatása

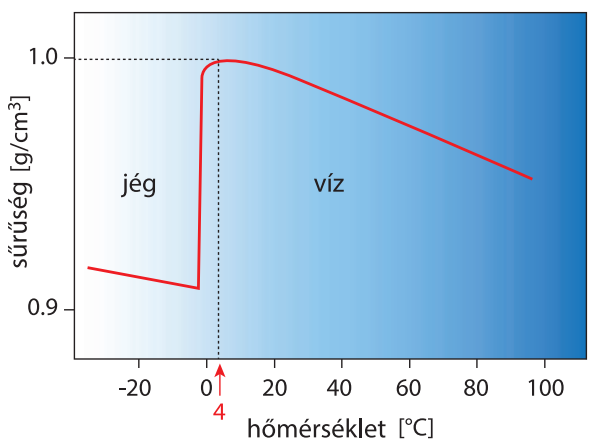
Mivel a víz fagyás során kitágul, a jég sűrűsége kisebb a víz sűrűségénél, ezért a sziklák repedéseibe, vagy akár egy szobor vagy épület apró repedéseibe kerülő víz jéggé fagyva komoly feszítőerőt fejt ki, és szélesíti a repedéseket, töri, aprózza a környezetet. A fagyaprózódás természetes jelenség a környezetünkben, de például egy kőszobor esetében érdemes lehet védekezni ellene, például úgy, hogy télre a szobrot befedjük. A burkolat részben a hidegtől véd, részben attól, hogy víz kerüljön a szobor anyagának apró repedéseibe.



Télre befedett szobor

Hogyan változik a víz sűrűsége, ha 0 °C-ról melegítjük?

A víz rendhagyó viselkedése abban is megnyilvánul, hogy sűrűsége a melegítés során egészen 4 °C-ig növekszik. Ezt követően a melegedés általános szabályait követve a víz tágulni kezd, és a sűrűsége csökken. Így elmondható, hogy a víz akkor a legsűrűbb, ha 4 °C-os. A halak úgy élik túl a kemény teleket, hogy a befagyó vízfelszín védi a tó alját a lehűléstől, a tó aljára lesüllyed a 4 °C-os víz, s a halak ide húzódnak le.



Az ábra azt mutatja, hogyan változik a jég és a víz sűrűsége a hőmérsékletük függvényében.

Fagyás

Ha vizet hűtünk le, akkor az olvadás során leírt folyamat többé-kevésbé visszafelé zajlik le. A víz hűlni kezd, majd eléri a fagyáspont hőmérsékletét, ami a víz esetében megegyezik az olvadáspont hőmérsékletével, azaz 0 °C. Utána a víz fokozatosan jéggé válik, de a hőmérséklet eközben nem csökken tovább. Majd további hűtés hatására a jég 0 °C alá hűl.



JÓ, HA TUDOD!

Azt a halmazállapot-változást, amikor egy szilárd anyagból folyékony lesz, **olvadásnak** nevezzük. Azt a hőmérsékletet, amelyen egy anyag megolvad, **olvadáspontnak** hívjuk.

Azt a halmazállapot-változást, amikor egy folyékony anyag szilárd anyaggá válik, **fagyásnak** nevezzük. Azt a hőmérsékletet, amelyen egy anyag megfagy, **fagyáspontnak** hívjuk.

Ha egy anyagot melegítünk, akkor az olvadáspont elérését követően addig nem növekszik a hőmérséklete, míg teljesen meg nem olvad. Ha hűtjük, akkor a fagyáspont elérését követően addig nem hűl tovább, míg teljesen meg nem fagy.

A víz fagyott állapotában kevésbé sűrű, mint folyadékként. A víz akkor legsűrűbb, ha 4 °C a hőmérséklete.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Mikor beszélünk fagyásról, és mikor olvadásról?
2. Mi a fagyáspont és az olvadáspont?
3. Miért úszik a jég a víz felszínén?
4. Hogyan változik a víz sűrűsége 0 °C és 10 °C között?
5. Hány fokos a víz egy befagyott tó alján?
6. Egy lezárt, átlátszatlan edény hőmérsékletét kézzel meglehetősen alacsonynak érezzük. Az edényben lévő anyagot lassan melegíteni kezdjük, de nem tapasztaljuk a hőmérséklet növekedését. Hogyan lehetséges ez?

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Hideg és meleg

Ha a hideg vizet meleg vízzel keverjük össze, langyos víz jön létre. Ez egy kicsit olyan, mintha sárga festéket pirossal keverve zöldet kapnánk. Ebből a hibás összehasonlításból arra a következtetésre juthatunk, hogy a hideg és a meleg kétféle anyag. De erről szó sincs. A hideg víz hőt vesz fel a meleg vízből a keveredés során, s ezért langyossá melegszik, a meleg víz pedig hőt ad le, langyossá hűl, így mind a hideg vízből, mind a meleg vízből langyos víz lesz. Ugyanannyi hideg vízben kevesebb energia van, mint a meleg vízben.

Olvadáspont és fagyáspont

Az anyagok olvadása és fagyása, olvadáspontja és fagyáspontja az anyagok összetételével, szerkezetével függ össze. Így a különböző anyagoknál ezek nagyon eltérő értékek lehetnek.

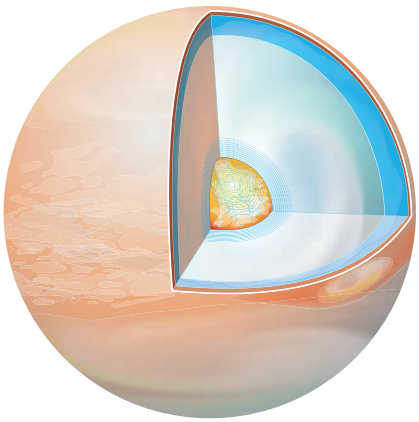
Olvadáspontot befolyásoló tényezők

A víz fagyáspontját befolyásolják például a szennyezői. A sós víz alacsonyabb hőmérsékleten fagy meg, mint az édesvíz. Korábban ezért sózták az utakat, de a sós lé nagymértékben környezetszennyező, ha a talajba kerül. Az olvadáspont függ a nyomástól is. Ha egy jégdarabot nyomás alá helyezünk, a 0 °C-osnál alacsonyabb hőmérsékleten is már olvadni kezd. Ez is rendhagyó viselkedés. Az anyagok olvadáspontját a nyomás növekedése általában emeli.

Gázok alacsony hőfokon

Azokat az anyagokat, melyeket gázokként ismertünk meg, mint például az oxigén, a hidrogén, nitrogén, szintén léteznek folyékony, sőt szilárd halmazállapotban is, a Földön megszokottnál lényegesen alacsonyabb hőmérsékleteken és/vagy lényegesen magasabb nyomáson. Nem tudjuk, hogy pontosan milyen a zömmel hidrogénből álló óriásbolygó, a

Jupiter belső szerkezete. A legelterjedtebb elképzelés szerint sűrű, szilárd, fémes hidrogén alkotja a magját, de felette áttetsző, folyékony és légnemű hidrogénrétegek vannak.



A Jupiter belső szerkezete

Élőlények, melyek túlélik a hideget

Az élet szempontjából alapvető veszélyt jelent a fagyás. A nagy hidegnek kitett előlények, akár növények, akár állatok, maradandó károsodást szenvedhetnek, vagy el is pusztulhatnak. Mindez azzal függ össze, hogy a fagyás során kitáguló, fagyott sejtfolyadék károsítja a sejteket. Az állatok a hideg ellen jellemzően vastag bundával, tömött tollruhával vagy valamilyen más hőszigetelő réteggel védekeznek. A gubacsdarázs azonban más stratégiát követ. Lárvájának testnedve olyan összetételű, hogy még –60 °C-on sem fagy meg.

Fagyálló folyadék az autóban

A fagyálló folyadék a motor hűtését szolgálja. Erre a célra olyan speciális folyadékokat használnak, melyek csak nagyon alacsony hőmérsékleten fagynak meg, így a hideg télben is el tudják látni feladatukat.

A túlhűtés jelensége

Ahhoz, hogy a folyadékok megfagyjanak, jellemzően kristályoknak kell képződnie bennük. Ez a folyamat általában megtörténik, de léteznek olyan folyadékok is, melyeknél nehezebben következik be. Ha a fagyáspont alá hűtünk egy folyadékot, és az nem válik szilárddá, akkor túlhűtésről beszélünk. Az ónos eső vízcseppjei olyan gyorsan hűlnek le a felszín feletti hideg légrétegben, hogy nincs idejük megfagyni, a kristályosodást a talajjal, talaj menti tárgyakkal való ütközés váltja ki, s akkor a víz pillanatszerűen megfagy, jégréteggel vonva be a felszínt, illetve a tárgyakat.



Az ónos eső jégréteggel vonja be a felszíni tárgyakat

KITEKINTÉS

Ebben a fejezetben az olvadás és fagyás jelenségével foglalkoztunk. Beszéltünk arról, hogy a közölt és leadott hő mennyisége felelős nemcsak a melegedésért és hűlésért, hanem a hőmérséklet-változással nem járó halmazállapot-változásokért is. Szó esett a különböző anyagok egymástól eltérő olvadás-, illetve fagyáspontjáról, de nem elemeztük azt, hogy mennyi hő kell az olvadáshoz. Függ ez az olvadásponttól, az anyag mennyiségétől, attól, hogy milyen anyagról van szó? Ha egy pohár üdítőbe jégkockát dobunk, értjük, hogy hogyan hűl le az ital. De hogy mennyire, azt csak a gimnáziumban tanuljuk meg kiszámolni.

8. Párolgás, forrás, lecsapódás

Korábban szót ejtettünk arról, hogyha párás a levegő, akkor a nyomása kisebb. De vajon hogy kerül a levegőbe a vízpára? A válasz nyilvánvaló: a **párolgás** következtében. A Földet körülvevő levegő és a Föld területének kétharmad részét borító folyékony víz kölcsönhatása minden élet forrása. A víz elpárolog, vízgőz formájában bekerül a légkörbe, felhőkbe tömörül, majd visszahull a földre, sótalanított tengervizet zúdítva a belső kontinensekre, életet adva ezáltal növényeknek, állatoknak, embernek. A víz körforgása életteli kék bolygónk fennmaradásának kulcsa. Enélkül a Föld is csak egy csupasz, poros kőgolyó lenne, mint a Merkúr vagy a Hold.



Felhők a Föld légkörében

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Mitől függ a párolgás erőssége? Hogyan befolyásolja mindennapjainkat a levegőbe kerülő vízpára? A felszíni vizekből és óceánokból elpárolgó rengeteg víz hogyan jut vissza a földre? Mi a párolgás fordítottja? Hogyan értelmezhető energetikailag a párolgás? Miben hasonlít és miben tér el a forrás és a párolgás egymástól?

Párolgó víz, vízpára a víz felett

A víz pára formájában a levegőbe kerül. A pocsolya fokozatosan eltűnik, mert elpárolog a vize. Környezetünk átalakulásának következtében egész tavak tűnnek el a kontinensek belsejéből, miközben a kontinenseket övező tengerek szintje fokozatosan emelkedik. Ha a ruhából párolog el a víz, azt mondjuk, szárad. A gőzölgő leves vagy a hidegben kilélegzett levegő vízpárája akkor válik láthatóvá, ha a forró pára hidegebb környezetbe jut. Amikor este hirtelen lehűl az idő a hegyek között, a tó felett láthatóvá válik a vízpára. A víz és felette a vízpára állandó egyensúlyban vannak, akár látjuk a párát, akár nem. A víz felszínét elhagyja a légnemű vízpára, a vízpára visszacsapódik a vízbe, növelve annak mennyiségét.



Figyeld meg a képen a vízpárát!

A meleg vizű Hévízi-tóból kiömlő patak felett a vízpára nagyon jól látszik a téli hidegben. Ez a pára nyáron is ott lebeg a vizek felett, csak akkor nem látható. A látható vízpára tulajdonképpen apró, kicsapódó vízcseppek sokasága a levegőben, s annak bizonyítéka, hogy a hideg levegő kevesebb vízgőzt tud befogadni, mint a meleg.

Hogyan befolyásolja a párolgást a hőmérséklet?

Minél melegebb van, annál gyorsabban szárad a ruha. Ez az elemi tapasztalat azt jelzi, hogy a hőmérséklet emelkedésével a párolgás intenzívebbé válik. Ha intenzívebb a párolgás, akkor több vízgőz kerül a levegőbe.

Mi a légmozgás szerepe a párolgásban?

Köztudott, hogy a ruha vagy a nedves háztető gyorsabban megszárad, ha fúj a szél. Vajon azért van ez így, mert a szél hatására a víz gyorsabban párolog? Nem egészen, inkább arról van szó, hogy a szél el-



Szélben hamarabb száradnak meg a kiteregetett ruhák

fújja a vízpárát a nedves felületek fölül, s így helyet biztosít a további párának. Nagyon forró, trópusi környezetben olyan magas lehet a levegő páratartalma, hogy a ruhák száradásában már a szél sem tud segíteni. Ugyanis a szél csak akkor segíti a száradást, ha a nedves levegő helyett szárazabbat fúj a száradó felületek fölé.

Miért kell kiteregetni a ruhát?

A párolgás felületi jelenség. Ez annyit jelent, hogy a levegővel érintkező, nedves felületekről lép ki a vízgőz a levegőbe. Ha egy vizes ruhát kiterítünk, akkor növeljük a levegővel érintkező felületét, vagyis azt a felületet, ahonnan a víz a levegőbe ki tud lépni.

A páratartalom mérése

A páratartalom mérésére szolgáló eszközök célja, hogy lássuk, mennyi pára van a levegőben. Egy lakásban, ha túl sok a pára, nedvesedhetnek a falak, és a nedvesség a penészgombák szaporodását segíti elő.



A falakra lecsapódó vízpára segíti a penészgombák elszaporodását

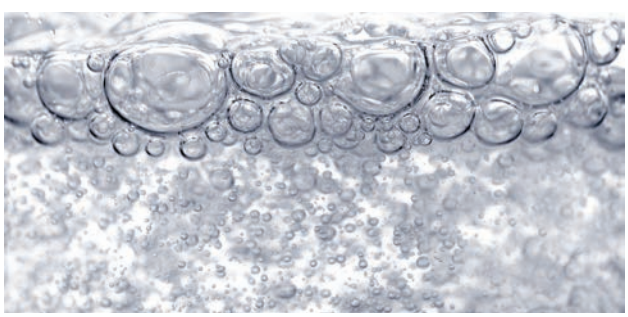
A forrás jelensége

Ha vizet melegítünk egy edényben, megfigyelhetjük, hogy az a felszínén párolog. Ugyanakkor ha folytatjuk a melegítést, akkor a víz egy meghatározott hőmérsékleten, 100 °C-on **forrni** kezd. Ezt a hőmérsékletet nevezik a víz **forráspontjának**. A forrás abban nyilvánul meg, hogy a víz belsejéből buborékok törnek elő, s emelkednek a felszínre. Ilyenkor a víz a belsejében is párolog, nem csak felszínén. Minden anyagnak van folyékony halmazállapota, és így minden anyagnak van forráspontja. Az alábbi táblázat egyes anyagok forráspontját mutatja 100 000 Pa nyomáson.

Az anyag neve	Forráspont (°C)
Alkohol	78
Arany	2970
Ezüst	2210
Éter	35
Hidrogén	–253
Higany	357
Konyhasó	1440
Levegő	–192
Oxigén	–183
Szén	4830
Víz	100

A forrás során nem emelkedik a folyadék hőmérséklete

Míg a víz melegedése során egyre intenzívebben párolog, addig, ha eléri a forráspontját, a hőmérséklet nem emelkedik tovább mindaddig, míg az összes víz vízgőzzé nem alakul. A melegítés során felvett hő tehát nem a hőmérséklet emelésére, hanem a víz gőzzé alakulására fordítódik.



A forrás megindulását a felszínre emelkedő buborékok sokasága jelzi

De vajon hogyan alakul a hőmérséklet a párolgás során?

A párolgás során ahhoz kell energia, hogy a vízből vízgőz keletkezzen. De a jelenség csak a víz felületén zajlik, tehát melegítés hatására a víz hőmérséklete is emelkedni fog, míg a felszínén zajlik a párolgás. A víz felszínén lévő, elpárolgó vízréteg esetében az energia a párolgásra, az alsóbb rétegeknél a melegítésre fordítódik.

Akkor is párolog egy folyadék, ha nem melegítjük?

Ahogy korábban leírtuk, a párolgás minden hőmérsékleten zajlik. Mivel a párolgáshoz energia kell, ezért a párolgó folyadék energiát ad le a vízpárának. Ezért a párolgás hatására a párolgó felület lehűl. Az alkohol jól párolog. Ha egy darab vizes vattára alkoholt csöppentünk, akkor olyannyira lehűlhet a vattában lévő víz az alkohol párolgása miatt, hogy akár meg is fagyhat. Az izzadás során bőrünk vizet választ ki, hogy azt elpárologtatva hűtsük magunkat. Ha fúj a szél, könnyebben párolog el a bőrünkről az izzadság, tehát hűvösebbet érzünk. A kutya azért lógatja ki a nyelvét, mert ily módon, párologtatással hűti magát.



A külső nyomás és a forráspont

Tapasztalataink szerint a forráspont nyomásfüggő, azaz, ha kisebb a levegő nyomása, alacsonyabb hőmérsékleten forr fel a víz. Légritka térben még csak nem is lesz forró. Itt persze a forró szót abban az értelemben használtuk, hogy nagyon meleg, s ez a normál légnyomáson a forráspont hőmérsékletére nagyon is érvényes. Ugyanakkor, ha valaki azt mondja: „Jaj, de forró ez a leves!", aligha gondol arra, hogy a leves forrásban van.

A kukta működése

A kukta tetején lévő szelep túlnyomást biztosít, így benne a víz 100 °C-nál magasabb hőmérsékleten kezd el forrni. A víz a kuktában 100 °C fölé melegedhet, nagyjából 120 °C-os lesz, és a melegebb vízben jobban puhul a hús. Tehát ha 100 °C-nál melegebb vizet szeretnénk előállítani, akkor a normál légnyomásnál nagyobb nyomásra van szükség.



Az erősen lezárt kuktafazékban használat közben túlnyomás alakul ki

Miért függ a forráspont a nyomástól?

A forrás során, a folyadék belsejében keletkező vízből kivált légbuborékok telítődnek vízgőzzel, s a folyadék felszínére emelkednek. A buborékok keletkezéséhez az kell, hogy a külső nyomás ne roppantsa őket össze. Ezért a buborékok tömegesen akkor válnak ki a vízből, és indulnak a folyadék belsejéből felfelé, ha a belsejükben a nyomás eléri a külső nyomást. Így a forráspont függ a külső nyomástól, például kisebb külső nyomáson, egy légszivattyú búrája alatt vagy a magas hegyekben ez a folyamat alacsonyabb hőmérsékleten megkezdődik, mint a normál légköri nyomáson.



A magas hegycsúcsokon a víz alacsonyabb hőmérsékleten forr, mint a tengerszinten

A lecsapódás jelensége

A levegőben lévő vízpára vissza tud alakulni vízzé. Ha nem így lenne, sosem esne az eső. A vízpára **lecsapódását** számos mindennapi jelenség kapcsán megfigyelhetjük, akár a háztartásban megfigyelhető jelenségeket, akár az időjárás elemeit, a különböző csapadékformákat tanulmányozva. Ennek az izgalmas témakörnek egy külön fejezetet szántunk könyvünkben.





JÓ, HA TUDOD!

Egy folyadék **párolgása** azt jelenti, hogy felszínéről víz lép ki a levegőbe, vízgőz formájában. A vízgőz kilépésének sebességét, így a víz vízpárává alakulásának ütemét a felület nagysága és a víz hőmérséklete befolyásolja. Nagyobb hőmérsékleten intenzívebb a párolgás.

A levegőbe kerülő vízgőz növeli a levegő páratartalmát. A levegő nem tud korlátlanul vízgőzt befogadni, előbb-utóbb telítetté válik. A levegő több vízgőzt tud befogadni magasabb hőmérsékleten, mint alacsonyabb hőmérsékleten.

Amikor a levegőből vízgőz válik ki a tárgyakon, **lecsapódásról** beszélünk. A lecsapódás mértéke és üteme attól függ, mekkora a páratartalom.

Egy nedves ruhadarab száradását a párolgás és a lecsapódás együtt határozza meg. Ha a levegő telített, azaz nem tud több vízpárát felvenni, akkor nem szárad a ruha. De nem azért, mert nem párolog a ruhában lévő víz, s nem csapódik le a ruhára a levegőben lévő víz, hanem azért, mert a két folyamat egyensúlyban van. Ugyanannyi víz párolog el, mint amennyi lecsapódik.

Ha egy tálka vizet kiteszünk a szabad levegőre, a párolgás és a lecsapódás egyszerre történik. A párolgás hatására csökken a víz mennyisége, a lecsapódás hatására nő. Ha nő a hőmérséklet, a párolgás intenzívebb lesz. Ha a szél a víz fölül elfújja a párás levegőt, a lecsapódást csökkenti.

Mindezek alapján mikor szárad jobban a vizes ruha? Ha kiterítjük, s ezzel a párolgási felületet növeljük. Ha melegebb van, a párolgás intenzitása nő. Ha fúj a szél, ezzel a ruha fölötti levegő páratartalma, a lecsapódás csökken.

Forrásról akkor beszélünk, ha a folyadékok belsejében is létrejönnek párával telt buborékok, s azok feljönnek a folyadék felszínére. A forrás a forráspont hőmérsékletén zajlik. A forráspont hőmérséklete függ a külső nyomástól. Nagyobb nyomáson a forráspont magasabb.

100 000 Pa normál légköri nyomáson a víz forráspontja 100 °C. A forrás során a folyadék hőmérséklete nem változik, a felvett energia a halmazállapotváltozás energiaigényét fedezi.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Mikor beszélünk párolgásról?
2. Milyen tényezők befolyásolják a párolgás sebességét?
3. Milyen tényezők befolyásolják a levegő párásságát?
4. Jellemezd energia és hőmérséklet szempontjából a párolgást!
5. Mikor mondjuk azt, hogy a levegő vízpárára telített?
6. Mitől függ, hogy milyen gyorsan szárad meg egy ruha, mennyi idő alatt párolog el egy pohár víz?
7. Mondj példákat arra, amikor egy élőlény párologtatással hűti magát!
8. Mi a lecsapódás jelensége?
9. Mi a forrás jelensége?
10. Mit jelent a forráspont fogalma?
11. Mitől függ a forráspont értéke?
12. Mondj példákat a forráspont értékének eltolódására a gyakorlatban!
13. Jellemezd energia és hőmérséklet szempontjából a forrást!

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Relatív páratartalom

A levegő relatív páratartalmát az határozza meg, hogy mennyi pára van benne, összehasonlítva a lehetséges maximummal. Ez azt jelenti, hogy pl. egy szobában a páratartalom úgy is változhat, hogy a pára mennyisége nem változik. Ha nő a hőmérséklet, a relatív páratartalom csökken, ha csökken a hőmérséklet, akkor nő. Ilyenkor tehát nem a pára mennyisége változik, hanem a lehetséges maximum.

A relatív páratartalom tehát egy adott térrészben függ a benne lévő vízpára mennyiségétől és a hőmérséklettől, ami a maximálisan befogadható pára mennyiségét határozza meg.

Páraelszívó

Amikor télen, kényszerűségből a lakásban szárítjuk a ruhát, gyakori szellőztetéssel csökkenthetjük a levegő páratartalmát. Manapság számos párátlanító berendezés is létezik, ezek az egészségesebb lakókörnyezet kialakítását szolgálják. Egy ilyen berendezéssel literszám vonhatjuk ki a vizet a levegőből.



Párátlanító berendezés

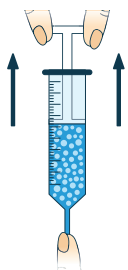
Nehéz elképzelni, de 25 °C-on, egy 3 méter hosszú, 2 méter széles és 2,5 méter magas fürdőszoba levegőjében akár 600 liter víz is lehet vízpára formájában. Ha ennek a maximális mennyiségnek csak a fele van a levegőben, akkor azt mondjuk, 50%-os a páratartalom. Az a páraelszívó, amely ebből a fürdőszobából 60 liter vizet kiszív, 10%-kal csökkenti a páratartalmat. Mivel Magyarországon jóval kevesebb víz van a levegőben, mint a trópusi országokban, a pára ellen a legjobb módszer a gyakori szellőztetés.

Nehéz vagy könnyű a hegymászók élete?

A válasz attól függ, milyen szempontból nézzük. Ha a vízforralás szempontjából, akkor egy olyan problémával találkozunk, mely remekül foglalja össze a korábbi fejezetekben tanultakat. Először is a hegymászók a magas hegyekben a vizet hóból nyerik. Ilyen értelemben nehezebb a helyzetük, mert a benzinfőzőjük által leadott energia nemcsak a víz felmelegítésére, hanem a hó felmelegítésére, majd megolvasztására is fordítódik. Viszont a forrás már 100 °C alatt bekövetkezik, mivel a légnyomás alacsonyabb, mint a tenger szintjén. Csakhogy az égést tápláló oxigén sűrűsége is kisebb ezen a nyomáson, így az égés rosszabb hatásfokú lesz, nehezebben melegszik a víz. Ha a vizet azért forralták fel, mert valamit puhára szerettek volna főzni benne, akkor nem egyszerű a helyzet. A Mount Everest magasságában ugyanis a víz forráspontja 70 °C körül van, és a 70 °C-os vízben nehezebben puhul meg bármilyen hús vagy étel. Még szerencse, hogy erre számítva a hegymászók vízben oldható szárított húst és zöldséget visznek magukkal.

Szobahőmérsékletű víz felforralása

Ha egy injekciós fecskendőbe kb. $\frac{4}{5}$ részéig vizet szívunk fel, majd a száját erősen befogva a fecskendő pumpáját kifelé húzzuk, akkor a víz felett lecsökken a nyomás, s a víz forrni kezd.



KITEKINTÉS

A földi élet szempontjából alapvető jelentőségű a víz szerepe, mely állandó körforgásban van. A párolgás és lecsapódás folyamatos egyensúlya révén oszlik el az életet jelentő víz a bolygónkon, de ez befolyásolja az időjárást, és hosszabb távon a klíma változásait. A víz körforgásában a jég keletkezésének és olvadásának is alapvető szerepe van. Az eddigiek során megértettük a víz halmazállapot-változásainak legfontosabb sajátságait. A következőkben az időjárással és az éghajlattal foglalkozunk, ami a jég, a víz és a vízgőz sokszor szabálytalan, nehezen kiszámolható mozgásának, egymásba alakulásának jelenségeit, illetve az ezeket kiváltó (melegedést és lehűlést okozó) hőáramlásokat jelenti rövidebb és hosszabb távon.

9. Csapadékok

A nyár a szabadtéri programok ideje. Ilyenkor gyakran kémleljük az eget, jön-e zivatar, várható-e eső. Az özönvízszerű eső is kellemetlen, de az erőteljes zivatarokhoz társuló jégeső rövid idő alatt tönkreteheti az egész éves munkával megtermelt zöldséget, gyümölcsöt. Télen a havazás széppé varázsolja a karácsonyt, a köd vagy az ónos eső különösen veszélyes korcsolyapályává teszi az utakat. Bár nagyon jól ismerjük a különféle csapadékok eredetét, bizonyos esetekben nehéz megjósolni, milyen formában számíthatunk az égi áldásra, olyan sok körülmény pontos ismeretéhez lenne ehhez szükség. Az időjárásra nem figyelünk, ha védett városi környezetben az egyik fedett helyiségből átmegyünk egy másikba, bizonyos helyzetekben azonban nagyon fontossá válhat.



A kép korszerű érzékelőkkel működő meteorológiai állomást mutat

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Miről nevezetes a harmatpont?

A levegőben mindig jelen van valamennyi gáz-halmazállapotú víz, más néven vízgőz vagy pára. A melegebb levegő több párát képes befogadni, mint a hideg. Amikor a levegő hőmérséklete alacsonyabbá válik, mint a harmatpont, a pára egy része vízcseppekké sűrűsödik, lecsapódik. A **harmatpont** tehát az a hőmérsékletérték, amire a levegőt lehűtve megkezdődik a pára lecsapódása, megjelennek a vízcseppek.

Milyen csapadékokat figyelhetsz meg a környezetedben?

Próbálj minél több csapadékot, időjárási jelenséget mesterségesen létrehozni és megfigyelni!

Dér



A fagyasztott gyümölcsök felszínén hamar megjelenik a dér

Helyezz a fagyasztóba valamilyen gyümölcsöt, majd miután lehűlt, vedd elő! Figyeld meg, hogyan változik a felszíne, ha kint hagyod a szoba levegőjén!
A felszínen néhány perc alatt fehér bevonat keletkezik. Ez a dér. Hogyan jött létre?
A hideg gyümölcs lehűti a körülötte lévő levegőt. Amikor a hőmérséklete a harmatpont alá hűl, apró vízcseppek formájában a gyümölcs felszínén kicsapódik a pára egy része. A vízcseppek megfagynak, és fehér színű bevonatot hoznak létre.

Harmat



A hideg ablaküvegen is megjelennek a harmatcseppek, ha a szobában nagy a levegő páratartalma

A fürdőszobában zuhanyzás után igen nagy a meleg levegő páratartalma. Ilyen körülmények között viszonylag kis lehűlés hatására is megkezdődik a pára

lecsapódása, például a levegőnél kicsit hűvösebb tükör felületén. A pára nem fagy meg, tehát nem keletkezik dér, hiszen a hőmérséklet nincs a fagypont alatt.

Szél

A felmelegedett levegő a fűtőtest felett felfelé száll. Ezt a mozgást könnyen megfigyelheted egy füstölő segítségével. A füstölő füstje nyugodt levegőben egyenesen felfelé szál. A légörvények hatására az áramlás lüktetővé válik, az erős felfelé áramlás olyan gyorsan magával ragadja az apró koromszemcséket, hogy a füst látszólag eltűnik.



A füst megmutatja, honnan fúj a szél

Égő teamécses fölött is megfigyelhető az erőteljes felfelé áramlás, illetve az is, hogy a hűvös levegő a mécses felé áramlik.

Felhő, köd

A meleg vízzel való zuhanyzás során apró cseppek formájában lebeg a pára a levegőben. Az ebből kialakuló mesterséges ködben lecsökken a látótávolság a fürdőszobában. A felhő nagyon hasonlít a ködhöz. Eső után a hegyekben köd keletkezik, távolról megfigyelhető, ahogy felszáll, és alacsonyan sodródó felhőként jelenik meg.

A magas hegyek csúcsa körül hamar megjelennek a felhők akkor is, ha egyébként tiszta az idő. Vajon miért?

Keress fényképeket, amik az említett jelenséget mutatják!

Mi történik a levegővel, amikor a magas hegyeknek ütközik? Hogyan változik a hőmérséklet egy magas hegyen felfelé haladva?

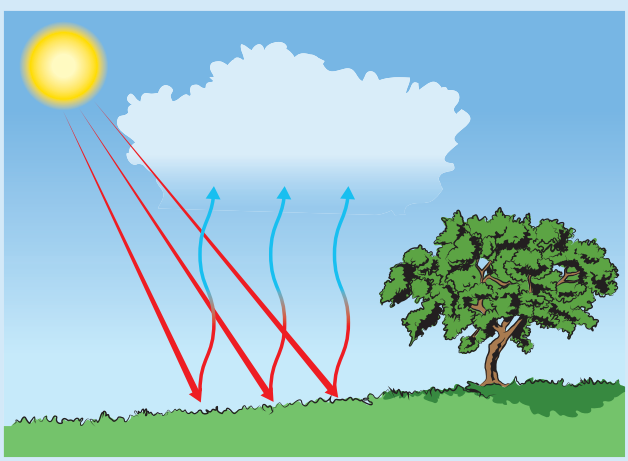
A hegyekbe ütköző levegő felemelkedik és lehűl. A hűvös levegőben az apró, szennyező részecskékre lecsapódó pára felhőket formál.

JÓ, HA TUDOD!

A **szél** kialakulásának magyarázata, hogy a felmelegedett levegő kitágul, sűrűsége csökken. Emiatt a magasba emelkedik, a helyét pedig nehezebb, hideg levegő foglalja el. A szél irányát sok más tényező is befolyásolja, például a Föld forgása.

A levegő mindig tartalmaz valamennyi vízgőzt (gáz-halmazállapotú vizet vagy párát) is. A meleg levegő több vízgőzt tud megtartani, mint a hideg. A felszálló és lehűlő meleg levegőből a vízgőz folyadékcseppek vagy apró jégkristályok formájában válik ki; ezek alkotják a **felhőket**. Amikor a cseppek nem tudnak a légkörben maradni, például a felfelé áramló levegő hatására, akkor a föld felé kezdenek zuhanni, és **eső** hull. Eső hull akkor is, ha a jégkristályok hullanak a föld felé, de útjuk során megolvadnak.

A nagyon meleg és párás nyári levegő erőteljes feláramlása esetén nagy méretű esőcseppek keletkezhetnek. Ezek megfagyva **jégesőt** okozhatnak. A víz fagyáspontja, azaz 0 Celsius-fok alatt a vízpárá-



Így keletkeznek a felhők
(A Nap felmelegíti a földet, a föld a levegőt. A meleg levegő felemelkedik, kitágul és lehűl. A megfelelő magasságban a pára egy része lecsapódik.)



Hópehely



Harmatcseppek a hajnali fűvön

ból közvetlenül kristályosodik ki a hó a felhőben. Az apró jégkristályok hópehellyé állnak össze, melyek jellegzetes, szimmetrikus formáját már mindenki megcsodálta.

A **harmat** nem az égből hull, hanem helyben keletkezik. Ennek során a nagy nedvességtartalmú levegő lehűl, és emiatt a benne lévő pára egy része kicsapódik. A nedvesség beborítja a környezet tárgyait, amit hajnalban, ritkábban alkonyatkor figyelhetünk meg. Ha a hőmérséklet a harmat kialakulásakor fagypont alatti, akkor a növények leveleire a pára szilárd állapotban válik ki, ami hasonlít a hó képződéséhez. Ilyenkor a leveleken finom, fehér, porszerű, jeges réteg képződik, amit **dérnek** nevezünk.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Sorold fel, milyen csapadékformákat ismersz! Csoportosítsd ezeket a keletkezésük helye (földközelben – magasban) és halmazállapotuk szerint!
2. Milyen irányba mozog a forró szántóföld fölött felmelegedett levegő?
3. Mi történik, ha a párás levegő hőmérséklete lassan csökkenni kezd?
4. Hogyan keletkezik a jégeső? Mitől függ, hogy milyen nagyra híznak a jégszemek?
5. Keletkezik-e harmat, ha a levegő hőmérséklete fagypont alatt van?
6. Magyarázd el, hogyan jönnek létre a felhők és az eső!
7. Télen sohasem alakulnak ki zivatarok, nyáron annál inkább. Szerinted mi ennek az oka?

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

A pára kicsapódását segítő tényezők

A repülőgép hajtóművéből kiáramló égéstermékek, például az apró koromszemcsék megindítják a levegőből a pára kicsapódását, ami azután jéggé fagy, és a felhőkhöz hasonlóan láthatóvá válik.

A jégeső okozta károk mérséklésének érdekében a zivatarfelhőbe ezüst-jodidot juttatnak. Az



Kondenzcsíkot húzó repülőgép

ezüst-jodid-szemcsék az apró jégszemcsék kialakulását segítik, így megelőzik a nagyobb és veszélyesebb jégdarabok létrejöttét.

A szobák északi falai, sarkai télen a harmatpontnál (kb. 15-16 fok) is hidegebbre hűlhetnek. Ekkor ezekre a falrészekre kicsapódik a pára, a nedves falon hamar megtelepedik a penész.

Energiatakarékos repülés

A vitorlázórepülők és a madarak gyakran használják ki a felfelé szálló meleg levegő áramlatait, az ún. termikeket. A napsugárzás felmelegíti a szántóföldet, a szántóföld pedig a felette lévő levegőt. A felfelé emelkedő meleg levegőben a madarak egyetlen szárnycsapás nélkül képesek magasra emelkedni.

Elemi részecskék észlelése

A fizikusok egy érdekes módszert dolgoztak ki a nagyon apró részecskék láthatóvá tételére. Alkoholgőzt óvatosan a harmatpont alá hűtenek, és az ezen áthaladó részecskék a repülőgép kondenzcsíkjához hasonló párakiválást okoznak, ami szabad szemmel is jól láthatóvá teszi áthaladásukat a gőztéren.

Túlélés a sivatagban

A Namib-sivatagban él a páragyűjtő bogár. A hűvös, sivatagi hajnalban a harmat a testére csapódik le, majd potrohának felszínén szájszervébe folyik. A bogár ezt issza.

Fényképezz csapadékot!

Mobiltelefonnal te is le tudod fényképezni a csapadékok különböző formáit!



Termikben emelkedő vitorlázórepülő



Páragyűjtő bogár a sivatagi homokban



A képen látható harmatcseppek természetes optikai eszközként, gyűjtőlencseként működnek, felnagyítják a levél felszínét.

KITEKINTÉS

A klímaváltozás egyik jele, hogy az időjárási jelenségek egyre szélsőségesebbé váltak, és fognak válni a jövőben. Az erre való felkészülés, az okos előrelátás ma különösen fontos feladatunk. A természettudományok és társadalomtudományok eredményeinek összehangolása segíthet minket bolygónk megvédésében. További tanulmányaink során rendszeresen vissza fogunk térni a klímavédelem kérdéseire.



ERŐ

erő

sebességet változtat

deformál

súly

nyomás

légnyomás

hidrosztatikai nyomás

rugalmas

rugalmatlan

felhajtóerő

közlekedő-edény

ÚSZIK

emelkedik (úszik)

$F_{fel} > G$

$F_{fel} = G$

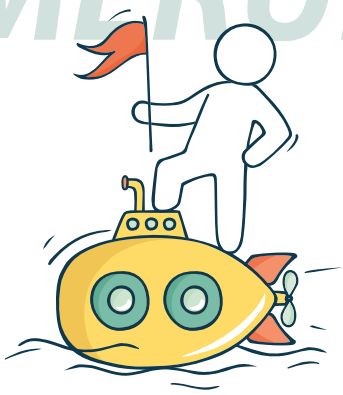
lebeg

$F_{fel} < G$

elmerül

ELMERÜL

LEBEG



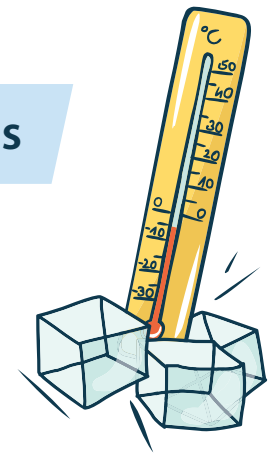




energia

hő

hővezetés



+

-

melegszik

lehűl

elpárolog

megolvad

megfagy

elforr

lecsapódik



11. Az anyagi halmazok: elemek, vegyületek, keverékek

A környezetünkben és a szervezetünkben rendkívül sokféle anyag fordul elő. Annyira sok anyagot ismerünk, hogy ha azt a célt tűznénk ki magunk elé, hogy naponta tíz anyag tulajdonságait ismerjük meg, akkor több ezer évig minden nap végezhetnénk a vizsgálatainkat. Bár minden anyag egyedi a maga nemében, a tulajdonságaik számos tekintetben nagy hasonlóságot mutatnak. Megfelelő csoportosítással elérhetjük azt, hogy kisszámú vizsgálattal nagyszámú anyagot ismerhetünk meg. Az egyik legismertebb lehetőség a kémiai összetétel alapján történő csoportosítás.

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

A tisztaság nem mindig ugyanazt jelenti?

A hétköznapi életben az a kifejezés, hogy *tiszta,* sokféle jelentéssel bírhat.

1. A tapasztalatod szerint milyen tulajdonságokban hasonlít a frissen feltöltött medence vize és a csapvíz?
2. Ezzel szemben milyen tulajdonságokban van különbség a két víz között? Fogyasztható-e mindkét víz?

Az **anyag** parányi részecskék halmaza. Természettudományos kérdésekben csak akkor tekintünk egy anyagi halmazt **kémiailag tisztának**, ha az kizárólag egyféle anyagból áll. Ilyenek lehetnek az elemek és a vegyületek.

Az **elemek** olyan, kémiailag tiszta anyagok, amelyek egyszerűbb anyagokra nem bonthatók. Ilyen a levegőben található oxigén és nitrogén, de idetartozik az alumínium, a vas vagy az ólom is. Az elemeket két nagyobb csoportba soroljuk: **fémek** és **nemfémek**. Az alumínium, a vas, az ólom, a cink, az ezüst, az arany, a réz stb. a fémek közé tartozik. Nemfémes elem az oxigén, a klór, a bróm, a nitrogén, a szén (grafit), a hidrogén stb.



Az elemek közé tartoznak a különböző fémek



A szén, a kén, az oxigén és a jód is az elemek közé tartozik

Napjainkban kb. 20 nemfémet és 90-nél is több fémet ismerünk. Amíg a fémek nagyon sok tulajdonságukban hasonlítanak egymásra, a nemfémek igen eltérő sajátságokkal rendelkeznek.

A **vegyületek** olyan, kémiailag tiszta anyagok, amelyek összetétele állandó, és megfelelő módszerrel egyszerűbb anyagokra, elemekre bonthatók. A legismertebb vegyületeink a víz, a szén-dioxid, illetve a konyhasó (kémiai nevén: nátrium-klorid). A ma ismert vegyületek száma bőven meghaladja a nyolcmilliót. A vegyületeket összetételük alapján két nagy csoportra osztjuk: vannak szervetlen és szerves vegyületek. A **szervetlen vegyületek** elsősorban az élettelen környezet építőanyagai, mint például a kvarchomokban található szilíciumdioxid. A természetes **szerves vegyületek** legygyakrabban az élőlények szervezetében fordulnak elő. Ilyenek például a különböző cukrok, zsírok, fehérjék stb. (Napjainkban az anyagi halmazt felépítő részecskék típusa, illetve minősége alapján történik a szervetlen és szerves vegyületek csoportjába történő besorolás, amelyről a későbbiekben fogsz tanulni.)

A szervetlen vegyületek tudományos nevét sok esetben az azokat alkotó elemek nevéből képezzük. Így például a higany-oxid onnan kapta a nevét, hogy megfelelő körülmények között higanyra és oxigénre bontható.

Mi történik, ha összekeverjük a kémiailag tiszta anyagokat?

1. Sorolj fel három olyan anyagot a környezetedből, ami a véleményed szerint kémiailag nem tiszta!
2. Szerinted melyik gyakoribb: a kémiailag tiszta vagy a nem tiszta anyag? A válaszodat próbáld meg érvekkel, példákkal alátámasztani!

Az anyagi halmazok nem csak kémiailag tiszta anyagok lehetnek, sőt a természetben kifejezetten ritkán találkozunk tiszta anyagokkal. A **keverékek** olyan anyagok, amelyek többféle elemet és/vagy vegyületet tartalmaznak. Ilyen a levegő, a csapvíz, az ötvözetek stb.



A fúvós hangszerek rézötvözetből készülnek

A keverékek összetétele – a vegyületekétől eltérően – adott tartományok között szabadon változhat. Gondoljunk arra, hogy amennyiben összekeverünk sárga és kék színű golyókat, abban az esetben is sárga és kék golyók keverékével fogunk rendelkezni, ha a sárga, vagy éppen a kék golyóból van kevesebb. Így a fúvós hangszerek készítésére is használt sárgaréz nevű ötvözet rezet és cinket tartalmaz, a fémek aránya azonban nem rögzített.
Amennyiben a keverékek felépítésében résztvevő anyagokat egymástól elválasztjuk, kémiailag tiszta anyagokat kapunk.

3. A keverékek készítésekor gyakran azonos halmazállapotú anyagokat keverünk össze. Próbálj meg példát mondani
   - szilárd anyagok,
   - folyadékok, illetve
   - gáz-halmazállapotú anyagok keverékére!



A mosóporok szintén porkeverékek

A porrá őrölt, szilárd anyagok keverékét **porkeveréknek** nevezzük. Ilyenek például a puskapor, a cement, illetve a különböző mosóporok is. Az egymással kiválóan keveredő, folyékony halmazállapotú anyagok összekeverésével **folyadékelegyet** kapunk. A pálinka többek között alkoholt és vizet tartalmaz összekeverve. A gáz-halmazállapotú anyagok összekeverésével **gázelegyet** kapunk. Ilyen a levegő is, amely főként nitrogéngázt (~78%), oxigéngázt (~21%), argongázt (~0,9%) és szén-dioxid-gázt (~0,04%) tartalmaz.



A hungarikumok közé választott pálinka egy folyadékelegy

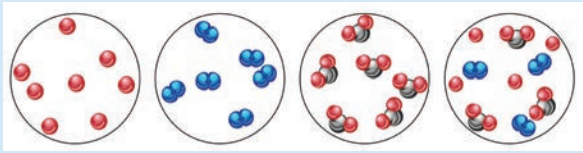
Keverékek úgy is létrehozhatók, hogy különböző halmazállapotú anyagokat keverünk össze. Az ilyen keverékekkel a későbbiekben fogunk megismerkedni. Ebbe a csoportba tartoznak az oldatok is.

JÓ, HA TUDOD!

Az **anyag** parányi részecskék halmaza. A kémiában csak akkor tekintünk egy anyagi halmazt **kémiailag tisztának**, ha az kizárólag egyféle anyagból áll. Ilyenek lehetnek az elemek és a vegyületek. Az **elemek** olyan kémiailag tiszta anyagok, amelyek egyszerűbb anyagokra nem bonthatók. Az elemeket két nagyobb csoportba soroljuk: **fémek** és **nemfémek**. A **vegyületek** olyan kémiailag tiszta anyagok, amelyek összetétele állandó, és megfelelő módszerrel egyszerűbb anyagokra, elemekre bonthatók. A vegyületeket összetételük alapján két nagy csoportra osztjuk: vannak **szervetlen** és **szerves vegyületek**. A **keverékek** olyan anyagok, amelyek többféle elemet vagy vegyületet tartalmaznak. A keverékek készítésekor azonos és különböző halmazállapotú anyagokat is összekeverhetünk. Az azonos halmazállapotú anyagok összekeverésekor szilárd keveréket, folyadékelegyet, illetve gázelegyet kapunk.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Milyen esetben mondhatjuk azt egy anyagi halmazra, hogy kémiailag tiszta?
2. Nevezz meg három-három fémet és nemfémet! Milyen hasonló tulajdonságai vannak az általad megnevezett fémeknek? Milyen eltérő tulajdonságokkal rendelkeznek az általad megnevezett nemfémek?
3. Nevezz meg két vegyületet! Mutasd be ezen vegyületek fontosabb fizikai tulajdonságait (például szín, halmazállapot)!
4. Milyen lényeges különbség van az elemek és a vegyületek összetétele között?
5. Milyen lényeges különbség van a vegyületek és a keverékek összetétele között?
6. Mondj két-két példát porkeverékre, folyadékelegyre, illetve gázelegyre!
7. Az alábbi ábrákon az elemek, a vegyületek és a keverékek részecskéi láthatók. Melyik ábra melyik anyagi halmazt modellezi? A válaszodat indokold!



8. Nézz utána az internet segítségével öt különböző ötvözet összetételének! Milyen fémeket tartalmaznak ezek az ötvözetek? Az összegyűjtött információk bemutatására készíts egy plakátot!
9. A pénzérmék különböző ötvözetekből készülnek. Nézz utána, hogy az 5, a 10, a 20, illetve az 50 forintos érmék milyen fémeket tartalmaznak! Milyen hasonlóság van az azonos színű érmék összetétele között? A véleményed szerint menynyiben hasonlít a 200 Ft-os érme belső részének összetétele az 50 Ft-os érméhez? Ellenőrizd az elképzelésed a Magyar Nemzeti Bank hivatalos weboldalán található információk alapján!
10. Adottak a következő anyagok:

alumínium	jódozott só	ólom
arany	kén	réz
barnakőszén	kén-dioxid	szén
brikett	konyhasó	szén-dioxid
cukor	kőolaj	szilícium-dioxid
csapvíz	levegő	vasérc
földgáz	limonádé	vér
hidrogén	málnaszörp	
higany	nitrogén	
jód	oxigén	

Rajzold fel a füzetedbe az alábbi táblázatot, és írd be a fenti anyagokat a megfelelő cellákba!

Anyagi halmazok			
Kémiailag tiszta anyagok			Keverékek
Elemek		Vegyületek	
Nemfémek	Fémek		

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

A homogén és a heterogén rendszerek

Amikor két anyagot megpróbálunk összekeverni, nem minden esetben járunk sikerrel. Ha egy edényben vizet és étolajat öntünk össze, akkor azok nem fognak keveredni egymással, a víz az edény alján, az olaj pedig a víz felett fog elhelyezkedni. Ilyenkor ún. heterogén rendszerek jönnek létre. Csak az egyenletesen összekeveredő anyagok alkotnak homogén rendszert. A homogén szó azt jelenti, hogy egyenletes, és amikor ez nem következik be, tehát a két anyag nem keveredik, akkor beszélünk heterogén rendszerről (nem homogén, nem keveredő).

A fenti példához hasonlóképpen, nem keveredik egymással a kvarchomok és a víz. Ebben az esetben a homok fog az edény alján, a víz pedig felette elhelyezkedni.

A radioaktív elemek

Nagyjából húszféle elemről még alig rendelkezünk információkkal, ugyanis rendkívül könnyen bomlanak, alakulnak át más elemekké. Az ilyen elemeket radioaktív elemeknek nevezzük. Ilyen elem a polónium, a francium, illetve a rádium is. A radioaktív elemek bomlását bizonyos esetekben kormeghatározásra, illetve gyógyászati célokra is alkalmazzák.

A félfémes elemek

Az elemeknek valójában három csoportja van. A nemfémek és a fémek mellett ismerünk néhány félfémes elemet. Ilyen például a szilícium és a germánium is. A félfémes elemek egyszerre mutatnak fémes és nemfémes sajátságokat. A szilícium például pont úgy néz ki, mintha fém lenne.



Szilícium

KITEKINTÉS

A környezetünkben, illetve a szervezetünkben többnyire keverékek fordulnak elő. Kiemelt jelentőségük van a valódi és a kolloid oldatoknak, amelyekkel a későbbiekben lehetőségünk lesz megismerkedni.

Számos hétköznapi eszköz előállításához szükség van tiszta anyagokra. A későbbiekben fogjuk tanulmányozni a keverékek szétválasztását, amely eljárásokkal kémiailag tiszta anyagokhoz jutunk.

A szerves vegyületek egy jelentős része komoly szerepet tölt be az élőlények szervezetében. Ilyenek a szénhidrátok, a fehérjék, a lipidek, a vitaminok stb., amelyekről az általános iskolai tanulmányaid során lesz lehetőséged megtanulni a legfontosabb ismereteket.



Az emberi szervezet számára fontos vitaminforrások

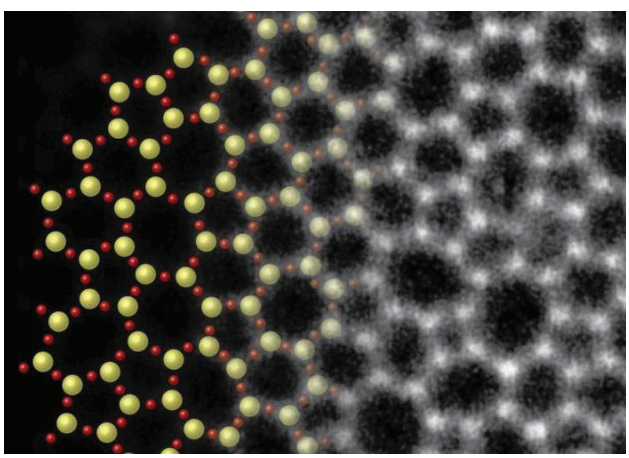
12. A halmazállapotok és halmazállapot-változások értelmezése részecskemodellel

Az előző fejezetekben megismerkedtünk az anyag különböző halmazállapotaival. Minden anyag háromféle halmazállapotban létezhet. Beszéltünk elemekről, vegyületekről, ezen fogalmak segítségével az egyes anyagok összetettségére vonatkozóan kaphatunk információkat. De hogyan képzeljük el az egymástól eltérő halmazállapotú és tulajdonságú anyagokat? Hogyan magyarázzuk ugyanannak az anyagnak különböző halmazállapotait, vagy az elemek és vegyületek közötti különbségeket?

A környező világ anyagból épül fel, és e világ tárgyai sokfélék. Azt már mindnyájan tudjuk, hogy különböző dolgok állhatnak ugyanolyan anyagból is, hogy a természet változatosságát a benne található elemek különböző elrendeződései adják. Az elemek vegyületekké forrhatnak össze, vagy elrendeződésük különbségei révén alkothatnak különböző tulajdonságú anyagokat.

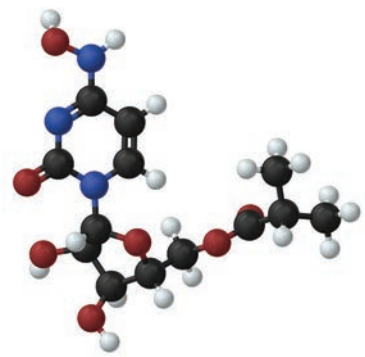
KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Az anyagnak vannak legkisebb részei, hiszen építkezni csak valamiből lehet. A tudomány fejlődése során az elképzeléseink abban a kérdésben változtak, hogyan néznek ki, milyen tulajdonságúak ezek a legkisebb részek. Feladatunk olyan modellt alkotni az anyagokról, hogy annak segítségével meg tudjuk magyarázni tulajdonságait. Az anyag felépítésére adható legegyszerűbb magyarázat szerint az anyagok részecskékből, golyócskákból állnak. Ezt a modellt használva meg tudjuk magyarázni a halmazállapotokat és azok megváltozását leíró folyamatokat.



Szilárd anyagok leírása a golyómodellel

Milyen tulajdonságaik vannak a szilárd anyagoknak? Milyen a természetes állapotú szilárd anyagok megjelenése? A modell segítségével az anyagok ismert tulajdonságait szeretnénk megmagyarázni.



Az anyagi halmazt felépítő részecskéket modellezni szoktuk

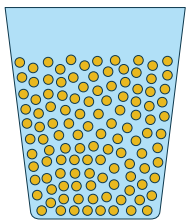
Mindenki látott már kristályokat. Az elemek leggyakrabban vegyületekben találhatók meg, és ezek a vegyületek szilárd halmazállapotban gyakorta kristályokat alkotnak a természetben. Keress a világhálón képeket természetes kristályokról (ásványokról)! A kristályok kinézete, de tulajdonságai is azt mutatják, hogy azok rendezett részecskék (golyók) sokaságából állnak. A golyók belső rendje tükröződik vissza a kristály alakjában.



Szilícium-dioxid-kristály (kvarckristály)

Folyadékok leírása a golyómodellel

Miben térnek el, és miben hasonlítanak a folyadékok a szilárd anyagokkal összehasonlítva? Vajon ha egy keskeny pohárból a vizet áttöltöd egy széles pohárba, mi fog változni a víz elhelyezkedésében, és mi az, ami nem változik? Mit jelent az, hogy egy folyadék önthető, áttölthető bármilyen formájú edénybe? Milyen a növények viaszos levelein kialakuló harmatcseppek alakja? Mire következtethetünk ebből? A folyadékok golyómodellje egyként magyarázza a folyadékok könnyű áttölthetőségét és a harmatcseppek alakját. A folyadék részecskéi között kölcsönhatás van, azok vonzzák egymást. A részecskék szabadon elgördülnek egymáson. A részecskék közötti kölcsönös vonzás magyarázza a harmatcsepp alakját.

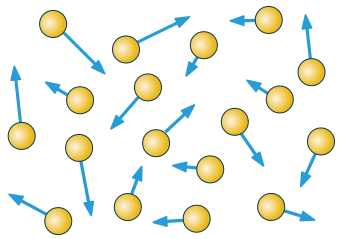




Harmatcseppek

Gázok leírása a golyómodellel

Milyen tulajdonságait ismered a gázoknak? Anya főz, az egész lakásban terjengenek az illatok. Milyen tulajdonságát mutatja ez a gázoknak? Mi történik akkor, ha egy szúrós szagú gázt kiengedünk egy pici, kezdetben zárt üvegedényből? A gázok azon

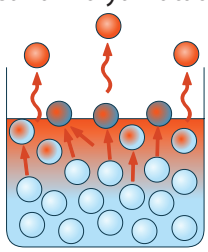


A gázrészecskék mozgása

alapvető tulajdonságát, hogy mindenhova szétterjednek, a golyómodellnek magyaráznia kell. A gázrészecskék esetében nem érvényesül a részecskék közötti kölcsönhatás. Azok szabadon repülnek szerteszét. Ezért töltik be a rendelkezésre álló teret, s az edény falával ütközve így fejtenek ki nyomást.

A halmazállapot-változások magyarázata a golyómodellel

A víz szilárd halmazállapotban jég, légnemű halmazállapotban vízgőz, de ugyanaz az anyag. Az anyagot jellemző golyómodellnek nemcsak az egyes halmazállapotokat, hanem az azok közötti átmenetet, a halmazállapot-változásokat is meg kell magyaráznia. Gyűjtsd össze korábbi tanulmányaid alapján, hogy hogyan zajlanak a halmazállapot-változások, és mi kell egy-egy halmazállapotváltozás-típus bekövetkeztéhez. Próbáld a golyómodell segítségével a jég olvadásának, a víz elpárolgásának folyamatát leírni. A szilárd anyagokat felépítő részecskék rácsának szétszedéséhez energia kell. De energia kell ahhoz is, hogy a folyadékrészecskék között megszüntessük a kölcsönhatást. Egy anyag halmazállapotának megváltozása tehát energiát igényel, vagy energialeadással jár.

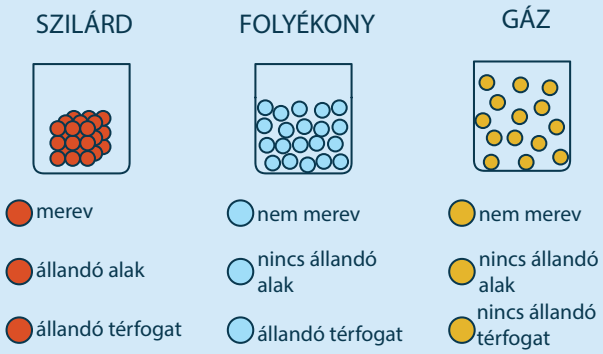


Párolgás folyamata golyómodellel ábrázolva

JÓ, HA TUDOD!

A szilárd anyagok golyómodellje szerint az anyagot felépítő részecskék szabályos rendben helyezkednek el, egyfajta rácsot alkotva. A rács szerkezete tükrözi az anyag kristályainak felépítését. A részecskék helyhez kötöttek, a rács szétszedéséhez energiát kell befektetni. Az egy kilogramm anyag „szétszedése" (olvadása) során befektetett energia az olvadáshő.

A folyadékok részecskéi egymással szoros kapcsolatban vannak, erőhatás ébred az egymással szomszédos részecskék között, de ennek ellenére a golyócskák el tudnak gördülni egymáson. Így a folyadékok felveszik annak az edénynek az alakját, amiben vannak, vagy amibe áttöltjük a folyadékot.



A részecskék egymástól való elválasztásához, azaz a szomszédos részecskék közötti kölcsönhatások megszüntetéséhez energiára van szükség. Ezt az energiát – 1 kg anyagra vonatkoztatva – nevezzük párolgáshőnek. A párolgás során a folyadékból légnemű anyag keletkezik.

A gázok részecskéi szabadon mozognak, így betöltik a rendelkezésükre álló teret. Mozgásukat befolyásolja, hogy a részecskék egymással, vagy akár az edény falával ütközhetnek. Persze mozgásukat külső hatások is befolyásolhatják, például a Föld vonzása. A gázok tehát kiterjednek, eljutnak a térben minden olyan helyre, melyet nem zár el valamilyen fal előlük.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Ismertesd a szilárd anyagok, a gázok és a folyadékok legjellegzetesebb tulajdonságait!
2. Hogyan magyarázza ezeket a tulajdonságokat az anyag golyómodellje (részecskemodellje)?
3. Ismertesd az olvadáshő és párolgáshő fogalmát!
4. Hogyan értelmezi ezeket a mennyiségeket az anyag golyómodellje?
5. Mutass példát arra, amikor a szilárd anyagok részecskéinek szabályos rendben való elhelyezkedése az anyag valamilyen külső sajátosságában megfigyelhető mindennapjainkban!
6. Mutass példát arra, amikor a folyadékok szomszédos részecskéi közötti kölcsönhatási erő hatása valamilyen mindennapi jelenségben megfigyelhetővé válik!

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK



Egy legóból készült „félelmetes" ragadozó

Meddig osztható az anyag?

A legójáték elemei sokfélék. Amit belőlük építeni lehet, az végtelenül sokféle, hiszen csak a fantázia szab határt a létrehozható dolgok számának. A változatos anyagfelépítés a legóépítkezéshez hasonlítható. A következő órákon a sokszínű természetet felépítő anyagok tulajdonságait próbáljuk megérteni az anyag építőkockáinak leírásán keresztül.

Hétköznapi tapasztalataink azt sugallják, hogy mindent fel lehet osztani kisebb részekre. Mindent szét lehet törni, fel lehet darabolni. De valóban így van ez? Mi szól ellene? Milyen vastag legyen annak a késnek az éle, mellyel egy hajszálat szeretnénk hosszában félbevágni? S ha van ilyen kés, akkor a hosszában félbevágott hajszál felét milyen késsel lehetne újra félbevágni? Az anyag oszthatóságáról kialakított szemléletes képünk a golyócskák világában nem lehet érvényes.

Szabó Lőrinc:
Az óriás intelme
(részlet)

Ha egy hajszálat százfelé hasítasz
s minden uj szálat megint százfelé
s e századrészt is százfelé hasítod
és eljutsz a végső határ elé
s tovább hasítani már képtelen vagy,
ami maradt, még az is végtelen nagy.

A kristályok világa

A kristályok formája a bennük lévő részecskék rendezettségére utal. Ugyanannak a vegyületnek jellemzően ugyanolyanok a kristályai. Egy adott vegyület kristályai lehetnek nagyobbak vagy kisebbek is, miközben a formájuk azonos, az adott vegyületre jellemző. Mi magunk is tudunk kristályokat készíteni, hamarosan tanulunk róla, hogyan. Mexikóban egészen elképesztő méretű kristályok találhatók egy kristálybarlangban.



Kristálybarlang (Mexikó)



A víztaszító, viaszos fűszál felületén a harmatcsepp gömbbé áll össze.

Vízcsepp az űrállomáson

A súlytalanság állapotában kicseppentett víz, a részecskéi között ható erő hatására, gömbbé áll össze. Ha nem lenne kölcsönhatás a szomszédos részecskék között, akkor ez nem következne be.



KITEKINTÉS

A golyómodell segítségével megmagyaráztuk a halmazállapotokat és azok változásait. De ha az anyag más tulajdonságait szeretnénk megérteni, finomítani kell a modellünket. Ebben a formájában a modell nem magyaráz meg mindent. A természetben lezajló fizikai és kémiai változások közül elsősorban azokkal foglalkozunk a 7–8. osztályban, melyek jól megérthetők a golyómodell segítségével. Ahhoz viszont, hogy megértsük a golyócskák közötti kölcsönhatások okát, az anyagot összetartó erőket, meg kell ismernünk a későbbiek során a golyócskák felépítését.



13. Az oldatok és összetételük

Az előző leckékben megismerkedhettél az anyagi halmazok típusaival. Ahogy arról már szó esett, a környezetünkben a legnagyobb arányban a keverékek fordulnak elő. Közülük is kiemelkedő jelentőséggel bírnak az oldatok. Ezek a legalább két összetevőt tartalmazó keverékek a mindennapjaink meghatározó szereplői: ilyen például a csapvíz, a gyógyvíz, a limonádé, a tea, az üdítőitalok, a szélvédőmosó folyadék, illetve az izzadság is. Az oldatok igen fontos szerepet töltenek be az élő szervezet működésében is. Számos, a szervezetünkben végbemenő folyamat kizárólag a testünk felépítésében résztvevő oldatokban tud lejátszódni.

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Hogyan jönnek létre az oldatok?

Készíts ki 2 × 8 kémcsövet egy kémcsőállványba! Két-két kémcsőbe rendre helyezz el egy keveset a következő anyagokból: kristálycukor, rézgálic, mészkőpor, konyhasó, jód, vaspor, paraffingyertya-reszelék, homok.

1. Milyen színűek az egyes anyagok?
2. Ismereteid alapján milyen szemmel látható tulajdonságai vannak a víznek, illetve a benzinnek?

Az egyik sorozathoz önts 2-2 ujjnyi vizet, a másik sorozathoz pedig 2-2 ujjnyi benzint. Rázd össze a kémcsövek tartalmát, figyeld meg a bekövetkező változásokat! Rajzold fel a füzetedbe az alábbi táblázatot, majd jegyezd fel a tapasztalatokat!

	kristálycukor	rézgálic	mészkőpor	konyhasó	jód	vaspor	paraffingyertya	homok
a szilárd anyag színe								
+ víz								
+ benzin								

3. Csoportosítsd a vizsgált anyagokat aszerint, hogy miben oldódnak jól! Ehhez rajzold fel a füzetedbe a következő táblázatot, és a tapasztalataid alapján töltsd ki!

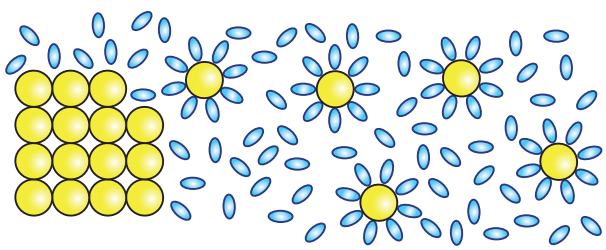
Vízben jól oldódó anyagok	Benzinben jól oldódó anyagok	Sem vízben, sem benzinben nem oldódó anyagok

4. A lecke bevezetőjében felsoroltakon túl milyen más oldatokról hallottál már?

Az oldatok kialakításához legalább két összetevőre van szükség. Az egyik anyag, általában egy folyadék, feloldja a másik anyagot, ami általában egy szilárd anyag. A folyadékot **oldószernek** nevezzük, a másik anyagot pedig **oldandó anyagnak**.
Ahogy azt láthatod, az oldandó anyagokat három nagy csoportba sorolhatjuk: vannak vízoldható, zsíroldható (benzinben jól oldódó), illetve sem vízben, sem zsíroldó szerben nem oldódó anyagok.
Igen gyakran alkalmazott oldószer a víz, a benzin, a kloroform, az éter stb. Vannak ún. **univerzális oldószerek**, amelyek a vízoldható és a zsíroldható anyagokat is oldani képesek. Ilyen a korábban körömlakklemosóként alkalmazott aceton, vagy az alkoholos italokban előforduló borszesz (etil-alkohol).

Mi történik az oldódás közben az anyagi halmazban?

Értelmezzük együtt a következő ábrát!



1. Hogyan helyezkednek el a szilárd halmazállapotú oldandó anyag részecskéi az oldószer részecskéivel való érintkezés előtt, majd után?

2. Az ábra alapján mi a lényeges különbség az oldandó és az oldott anyag között?

Az oldandó anyag részecskéi eredetileg szorosan egymás mellett helyezkednek el. Az oldószer részecskéi az oldandó anyag részecskéi mellé érve kiszakítják azokat a helyükről, a részecskék immár rendezetlenül helyezkednek el. Eközben válik az oldandó anyagból oldott anyag.

Milyen érzékelhető változás következik be oldódáskor?

Helyezz el egy kémcsőben egy kevés lefolyótisztító port (vagy nátrium-hidroxidot), egy másikban pedig pétisót (vagy ammónium-nitrátot)! Önts mindkét fehér színű porra 2-2 ujjnyi vizet! Fogd meg a kémcső alját, hogy megfigyelhesd a kémcső tartalmának hőmérséklet-változását!

1. Miért lehet fontos a kémcsövek tartalmának hőmérsékletét a tényleges oldódás előtt megvizsgálni?
2. Vajon milyen változás fog bekövetkezni, ha a kémcsövek tartalmát alaposan összerázzuk?

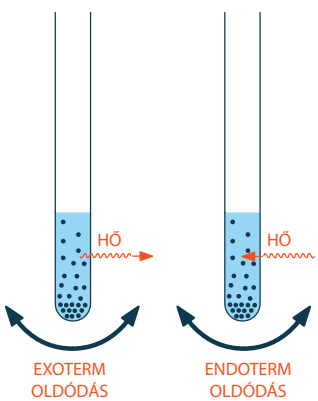
Ezután rázd össze alaposan a kémcsövek tartalmát, majd ismét vizsgáld meg a hőmérsékletet!

3. Bekövetkezett volna-e a teljes oldódás, ha nem rázzuk össze a kémcsövek tartalmát? Milyen hőváltozást tapasztaltunk volna ekkor? Mennyi ideig tartott volna ebben az esetben a folyamat?

A kísérletet megismételheted úgy, hogy a kémcsövek tartalmának hőmérsékletét egy hőmérő segítségével követed nyomon.

4. Miben különbözhet a hőmérővel megvalósított vizsgálat az eredeti méréstől? Mikor célszerű az egyik, és mikor a másik módszert alkalmazni?

Egyes anyagok oldódása során felmelegedést, más anyagok oldódása során lehűlést tapasztalunk. Az előbbi folyamat során, az oldódás közben az anyagi halmazból, vagyis a rendszerből hőenergia szabadul fel. Ezt a folyamatot **exoterm oldódásnak** nevezzük. Utóbbi esetben a folyamat közben az anyagi halmaz (vagyis a rendszer) energiát (hőt) vesz fel a környezetétől, lehűlést tapasztalunk. Ezt a folyamatot **endoterm oldódásnak** nevezzük.

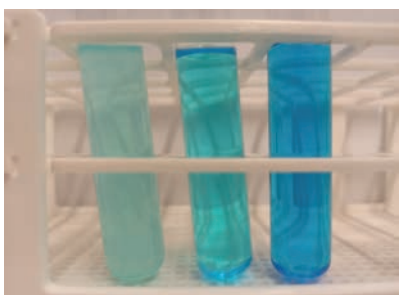


Az oldódás kevergetés (rázogatás) nélkül is lejátszódik, azonban sokkal tovább zajlik a folyamat. Eközben ugyanannyi hő szabadul fel vagy nyelődik el, de a hosszabb ideig tartó folyamat miatt kisebb mértékű változást fogunk észlelni.

A precíz mérésekhez hőmérőt célszerű alkalmazni, de a legtöbb esetben csak az a fontos, hogy felmelegedést vagy lehűlést tapasztalunk-e, így ahhoz elég kézzel megvizsgálni a kémcső tartalmát.

Érdemes kiemelni, hogy a kémcső a környezet része, a rendszer csak a kémcső tartalmát jelenti. Vagyis amikor a kémcső felmelegszik, az nem azt jelenti, hogy a kémcső tartalma is energiában gazdagabb lesz. Sőt! A kémcső tartalma (a rendszer) eközben energiában szegényebb lesz, hőenergiát veszít.

Mit jelent az, hogy a light gyümölcslé <1% cukrot tartalmaz?



1. Az ábrán látható kémcsövek mindegyikében rézgálicoldat található. Mit gondolsz, mi a színek esetében megfigyelhető eltérés oka?
2. Hogyan érhetnéd el, hogy a három kémcsőben közel azonos színű legyen az oldat?

Az oldat egyik fontos jellemzője az összetétele. Ha adott mennyiségű oldószerhez kevés oldandó anyagot adunk, akkor az oldat **híg** lesz. Ezzel szemben, ha ugyanolyan mennyiségű oldószerhez sok oldandó anyagot adunk, az oldat **tömény** lesz. Amennyiben az oldandó anyag hatására színes oldatot kapunk (pl. a rézgálic esetében), az oldat annál mélyebb színű, minél több benne az oldott anyag.

Az oldatok összetétele többféleképpen megadható.

A **tömegszázalék** számértéke megmutatja, hogy hány gramm oldott anyag található 100 gramm tömegű oldatban.



A tömegszázalék leggyakoribb jelölései:

$\frac{m}{m}\%$, $\%\frac{m}{m}$ vagy $w\%$, és a

$$w\% = \frac{m_{o.a.}}{m_{o.}} \cdot 100$$

képlettel számolható ki, ahol az $m_{o.a.}$ az oldott anyag tömege, az $m_{o.}$ pedig az oldat tömege.

A light gyümölcslé <1% cukrot tartalmaz, vagyis 100 gramm, light gyümölcslében kevesebb mint 1 gramm cukor található.

A **térfogatszázalék** számértéke megmutatja, hogy hány cm^3 oldott anyag található 100 cm^3 térfogatú oldatban.

A térfogatszázalék leggyakoribb jelölései:

$\frac{V}{V}\%$, $\%\frac{V}{V}$ vagy $\varphi\%$, és a

$$\varphi\% = \frac{V_{o.a.}}{V_{o.}} \cdot 100$$

képlettel számolható ki, ahol a $V_{o.a.}$ az oldott anyag térfogata, a $V_{o.}$ pedig az oldat térfogata.

A tömeg- és térfogatszázalék közel sem ugyanazt jelöli. Van olyan oldat, amely esetében az oldott anyag tömegszázalékos előfordulása nagy, ellenben a térfogatszázalék értéke kicsi. Ennek magyarázatát a sűrűségekben találjuk meg. Vannak kis és nagy sűrűségű oldandó anyagok, illetve oldószerek. Amennyiben az oldandó anyag sűrűsége kicsi, míg az oldószeré nagy, a tömeg- és térfogatszázalék értéke jelentősen eltér egymástól. Fordított esetben szintén eltérést tapasztalunk a $w\%$ és a $\varphi\%$ értékeiben.

Vegyük példának a kézfertőtlenítésre is kiválóan alkalmazható 90,00 $\varphi\%$ alkoholt tartalmazó alkohol–víz oldat (elegy) 100,0 cm^3-nyi mennyiségét. Ebben 90,00 cm^3 alkohol és 10,00 cm^3 víz található. Az alkohol sűrűsége 0,7890 $\frac{g}{cm^3}$, vagyis az oldatban lévő alkohol tömege $90{,}00 \cdot 0{,}7890 = 71{,}01$ g. A víz sűrűsége 1,000 $\frac{g}{cm^3}$, vagyis az oldatban lévő alkohol tömege $10{,}00 \cdot 1{,}000 = 10{,}00$ g. A 100,0 cm^3 térfogatú oldat tehát 71,01 + 10,00 = 81,01 g tömegű. Ebből az oldat alkoholtartalma meghatározható:

$$w\% = \frac{m_{o.a.}}{m_{o.}} \cdot 100 = \frac{71{,}01}{81{,}01} \cdot 100 = 87{,}66.$$

Látható, hogy a 90,00 $\varphi\%$ alkoholt tartalmazó alkohol–víz oldat 87,66 $w\%$ alkoholt tartalmaz. A két érték hasonlít egymáshoz, de nem ugyanannyi.

JÓ, HA TUDOD!

Oldatnak nevezzük azt a legalább két összetevőt tartalmazó, folyékony halmazállapotú keveréket, amelynek alkotórészei az **oldószer** és az **oldott anyag**. Az oldószer egy folyadék, amelyben feloldjuk a szilárd, folyékony vagy gáz-halmazállapotú oldandó anyagot.

Az **oldódás** egy fizikai változás, amely során az oldószer és az oldandó anyag részecskéi elkeverednek egymással. Az oldandó anyagokat három nagy csoportba sorolhatjuk: vannak vízoldható, zsíroldható, illetve sem vízben, sem zsíroldó szerben nem oldódó anyagok.

A víz a leggyakrabban használatos oldószer. A zsíroldó oldószerek közé tartozik például a benzin. Vannak ún. **univerzális oldószerek**, amelyek a vízoldható és a zsíroldható anyagokat is oldani képesek. Ilyen a korábban körömlakklemosóként alkalmazott aceton, vagy az alkoholos italokban előforduló borszesz (etil-alkohol).

Az oldódás során bekövetkezhet hőfelszabadulás (**exoterm oldódás**), illetve hőelnyelés (**endoterm oldódás**).

Az oldatok egyik fontos jellemzője az összetétel. Az oldatok lehetnek hígak és tömények, de ezek a kifejezések nem pontosak. Az oldatok töménységének számszerű jellemzésére gyakran a tömegszázalékot vagy a térfogatszázalékot használjuk. A **tömegszázalék** számértéke megmutatja, hogy hány gramm oldott anyag található 100 gramm tömegű oldatban. A **térfogatszázalék** számértéke megmutatja, hogy hány cm^3 oldott anyag található 100 cm^3 térfogatú oldatban.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Mondj példákat a hétköznapi életben előforduló oldatokra!
2. Nevezz meg a háztartásban előforduló három vízoldható anyagot!
3. Keress a világháló segítségével három zsíroldható anyagot!
4. Keress a világháló segítségével 3-3 olyan anyagot, ami vízben oldva felmelegedést, illetve lehűlést eredményez!
5. Mit jelent az, hogy a tea 3,15 *w*% hozzáadott cukrot tartalmaz? (**A tea 100 grammnyi mennyisége 3,15 gramm hozzáadott cukrot tartalmaz.**)
6. Hány tömegszázalékos az a sóoldat, amelynek 300 grammnyi mennyisége 15,0 gramm sót tartalmaz? (**5,00 *w*%**)
7. Hány tömegszázalékos lesz az az oldat, amelyet úgy készítettünk, hogy 10,0 gramm cukrot 490 gramm vízben oldottunk fel? (**2,00 *w*%**)
8. Hány gramm só és hány gramm víz szükséges 250 gramm 10,0 *w*%-os oldat készítéséhez? (**25,0 gramm só** és **225 gramm víz.**)
9. Számítással igazold, hogy melyik a töményebb oldat: a 15,00 gramm sóból és 85,00 gramm vízből készült oldat, vagy a 97,50 gramm jódból és az 552,5 gramm benzinből készült oldat! (**Egyforma tömények, mindkettő 15,00 *w*%-os.**)
10. Hány térfogatszázalékos az az alkohololdat, amelynek 200 cm^3-e 40,0 cm^3 alkohol felhasználásával készül? (**20,0 φ%**)

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Vajon tényleg mindig az oldószerből van több?

Sokszor látjuk azt leírva, hogy az oldószer az oldat azon része, amelyből több van. Ez az állítás azonban nem mindig igaz. Például a nátrium-hidroxidból (háztartási nevén lúgkőből) 20 °C hőmérsékleten 52,2 *w*%-os oldatot tudunk készíteni. Vagyis a víz ennek az oldatnak a 47,8 %-a. Ettől függetlenül a víz az oldószer. A 98 *w*%-os kénsavoldatban mindössze 2 *w*% a víz, mégis a vizet tekintjük oldószernek.



Tömény (98%-os) kénsav

Mi az oldat neve?

Az oldat neve olykor nem tartalmazza az oldott anyag nevét. Például a vízben oldott szén-dioxid-gáz esetében a szódavíz elnevezés terjedt el, míg az alkoholban oldott jód esetében jódtinktúráról szoktunk beszélni.

Létezik-e a „térfogat-megmaradás törvénye”?

Ha összekeverünk fél bögre diót és fél bögre mákot, az nem tölti ki a bögrét, mert a dió közé is kerül mák. Oldat készítésekor is előfordul, hogy a kiindulási folyadékok térfogatainak összegénél kevesebb lesz a keletkező oldat térfogata. Ilyen jelenség figyelhető meg az etil-alkohol és a víz összekeverésekor. Ez természetesen befolyásolja a kialakuló anyagi halmaz térfogatszázalék-értékét is.

Hogyan működik a hűtőtasak?

A boltokban megvásárolható hűtőtasak vizet és kapszulába zárt ammónium-nitrátot tartalmaz. Erőteljes ütés hatására a csomagban található kapszula eltörik, és a fehér színű, szilárd anyag feloldódik a vízben. Mivel az oldódás erősen endoterm, a tasak lehűl. Hűtő hatása ficamok, izomrándulások, zúzódások és kisebb égési sérülések kezelésére is használható.

Hogyan lehet kristálycukorral szivárványt készíteni?

A különböző töménységű oldatok eltérő sűrűségűek. A töményebb oldat sűrűsége mindig nagyobb, mint az ugyanolyan oldott anyagot tartalmazó, híg oldat. Ennek az egyik leginkább látványos igazolása a cukorszivárvány nevet viselő kísérlet.

Mi az a tömegkoncentráció?

A hétköznapi életben gyakran alkalmazzák a tömegkoncentrációt az oldatok töménységének megadására. Az ásványvizes palackokon a következő felirat szerepel: min. 4,0 $\frac{\text{g}}{\text{liter}}$ CO_2. Ez azt jelenti, hogy az adott ásványvíz legalább 4,0 g szén-dioxidot tartalmaz literenként (vagyis dm^3-enként).

Mi az a fiziológiás sóoldat?

Fiziológiás sóoldatot használnak infúziókban, illetve a gyógyászatban egyes oldatok hígítására. A fiziológiás sóoldat 9 gramm konyhasót tartalmaz 1 dm^3 (vagyis 1 liter) oldatban.



A fiziológiás sóoldat nagy jelentőséggel bír a gyógyászatban

KITEKINTÉS

Az oldatok komoly szerepet töltenek be a környezetünkben, az élő szervezetben, illetve az ipari folyamatokban egyaránt. Számos olyan átalakulással fogunk a későbbiekben megismerkedni, amelyek oldatokban mennek végbe. Ilyen lesz a legtöbb reakció is.

Az oldatoknak létezik egy különleges formája is, amelyeket kolloid oldatoknak neveznek. Ezekben az oldott anyag részecskéinek mérete jóval nagyobb, mint például a sóoldat esetében. Ilyen oldat például a tej, a vér, a nyirok, amelyekről szintén fogunk a későbbiekben tanulni.





A tej és a vér az oldatok egy különleges csoportjához tartoznak

14. Az oldódás

Amikor kevés cukrot a teába szórunk, majd kanállal megkavarjuk a csésze tartalmát, a cukor feloldódik. Az oldódás közben a csészében lévő oldószer részecskéi kiszakítják a helyükről a cukor részecskéit, és a részecskék elkeverednek egymással. Ugyancsak oldódás játszódik le, amikor benzinbe jódszemcséket szórunk.

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Mennyi cukrot tudunk 100 gramm vízben feloldani?

Mérőhenger segítségével mérjetek ki 20 cm^3 (20 gramm) szobahőmérsékletű vizet egy főzőpohárba!

1. Mit gondoltok, hogy mekkora tömegű porcukor oldható fel a 20 cm^3 vízben?
2. Véleményetek szerint hogyan fog változni az oldódás sebessége (vagyis az, hogy mennyire gyorsan oldódik fel teljesen a hozzáadott cukor) a porcukor folyamatos hozzáadása közben?

Mérjetek ki 2,0 gramm porcukrot egy óraüvegre, majd óvatosan öntsétek a főzőpohárban lévő vízbe! A gyorsabb oldódás érdekében folyamatosan kevergessétek az oldatot egy üvegbot segítségével.

Mérjétek meg egy stopper vagy a mobiltelefonotok segítségével azt, hogy mennyi idő telt el a porcukor hozzáadása és a teljes oldódás között!

Amennyiben a porcukor teljesen feloldódott, akkor ismét mérjetek ki 2,0 gramm cukrot az óraüvegre, majd azt is adjátok a főzőpohár tartalmához! Ezúttal is kevergessétek a folyadékot, és mérjétek az oldódáshoz szükséges időt!

A kísérletet folytassátok, mindaddig adjatok újabb és újabb adag porcukrot, amíg már hosszas keverés után sem oldódik fel teljesen a hozzáadott cukor!

Rajzoljátok fel a füzetetekbe az alábbi táblázatot, és jegyezzétek fel a mért időtartamokat! (A táblázathoz annyi sort illesszetek, amennyi elegendő lesz az adatok rögzítéséhez!)

A hozzáadott cukor tömege (g)	Az oldódáshoz szükséges idő (s)
2,0	
+ 2,0	
. . .	

3. Készítsetek számítógépes diagramot az oldódáshoz szükséges idő bemutatására! Az *x*-tengelyen a hozzáadott porcukor tömegét, az *y*-tengelyen az oldódáshoz szükséges időt tüntessétek fel!
4. A mérések alapján hogyan változik az oldódás sebessége, miközben újabb és újabb adag porcukrot adagoltok az oldathoz?
5. Milyen viszonyban van az oldódáshoz szükséges idő és az oldódási sebesség? Milyen alakú görbét kaptatok volna, ha az *y*-tengelyen az oldódási sebességet jelöltétek volna?
6. Összesen hány gramm cukor oldódott fel a 20 cm^3 szobahőmérsékletű vízben?
7. Ezek alapján hány gramm cukor oldódna fel 100 gramm vízben?

Eleinte tiszta oldószer van az edényben, így az oldószer nagyon sok részecskéje vehet részt az oldási folyamatban. Ennek megfelelően az oldódás kezdetben igen rövid idő alatt lejátszódik, azonban az újabb és újabb oldandó anyagok hatására egyre több idő szükséges a folyamat lejátszódásához. Ennek az a magyarázata, hogy az egyre több oldandó anyag bevitele közben egyre kevesebb szabad oldószerrészecske áll rendelkezésre a folyamathoz. A kevergetés ugyan segíti a szabad oldószerrészecskék és az oldandó anyag részecskéinek egymáshoz történő közeledését, de ez idővel, vagyis a szabad oldószerrészecskék fogyásával egyre nehezebbé válik. Egy adott tömegű oldandó anyag bevitele után pedig teljesen elfogynak a szabad oldószerrészecskék. Az **oldhatóság** megmutatja, hogy 100 gramm tiszta oldószer adott hőmérsékleten hány gramm oldandó anyagot képes feloldani. Ez az érték függ az oldandó anyag és az oldószer anyagi minőségétől. Vannak olyan anyagok, amelyeknek nagy az oldhatóságuk, másoké pedig kicsi.

100 g 20 °C-os víz ekkora tömegű oldandó anyagot old					
lápisz (ezüst-nitrát)	hipermangán (kálium-permanganát)	salétrom (kálium-nitrát)	pétisó (ammónium-nitrát)	konyhasó (nátrium-klorid)	porcukor (szacharóz)
222 g	6,40 g	31,6 g	192 g	36,0 g	210 g

Telített oldatnak nevezzük azt az oldatot, amelyben adott hőmérsékleten több oldott anyag már nem oldható fel. A telített oldatban pontosan annyi oldott anyag található, amennyit az oldhatóság adott hőmérsékleten lehetővé tesz. Ezzel szemben a **telítetlen oldatban** további oldandó anyag oldható még fel.

Amennyiben egy oldandó anyagból olyan sokat teszünk az oldószerbe, ami adott hőmérsékleten maradéktalanul már nem fog tudni feloldódni, az oldandó anyag feletti oldat biztosan telített lesz.

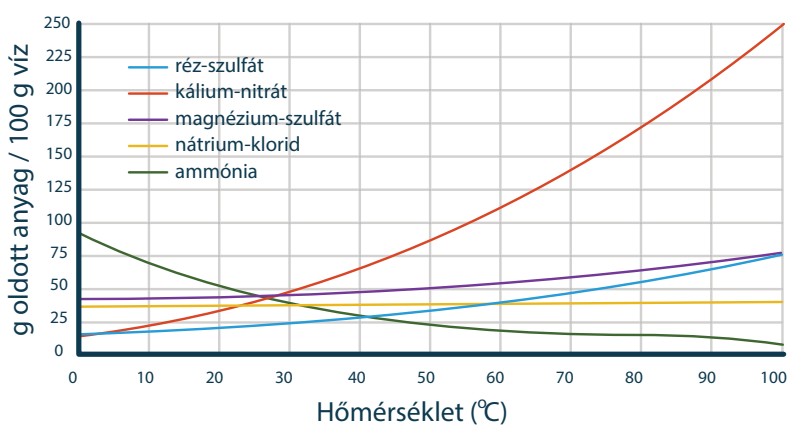
Hogyan változik az oldhatóság a hőmérséklet-változás hatására?

Vizsgáld meg a lap alján látható diagramot!

1. A felsorolt anyagok közül melyiknek/melyeknek nő az oldhatósága a hőmérséklet növelésével? Melyiknek nő az oldhatósága a legnagyobb mértékben 0 és 100 °C között?
2. A felsorolt anyagok közül melyiknek/melyeknek csökken az oldhatósága a hőmérséklet növelésével?
3. A felsorolt anyagok közül melyiknek/melyeknek változik legkevésbé az oldhatósága a hőmérséklet változtatásával?
4. A diagram alapján melyik anyag oldódik a legjobban, és melyik a legkevésbé 20 °C hőmérsékleten? Hogyan változik meg a helyzet 50 °C-ra történő melegítés hatására?
5. Egy kémcsőbe 20 °C-on telített ammóniaoldatot öntünk. Milyen szemmel látható változás következik be a kémcsőben, ha a kémcső tartalmát fokozatosan 50 °C-ig melegítjük?
6. Egy főzőpohárba 100 gramm tömegű (100 cm^3 térfogatú), 20 °C hőmérsékletű vizet öntünk, majd hozzáadunk 100 gramm szilárd kálium-nitrátot (salétromot). Ezután a főzőpohár tartalmát folyamatosan kevergetjük. Fel fog-e oldódni az összes salétrom? Telítetlen vagy telített oldat lesz-e a főzőpohárban? A válaszodat indokold! Ezután a főzőpohár tartalmát fokozatos kevergetés közben 50 °C-ra melegítjük fel. Mi történik? Telítetlen vagy telített oldat lesz-e a főzőpohárban? A válaszodat indokold!

Az oldhatóság nemcsak az oldandó anyag és az oldószer anyagi minőségétől, de a hőmérséklettől is függ. A legtöbb anyag oldhatósága kisebb-nagyobb mértékben nő a melegítés hatására, de vannak olyan anyagok is, amelyeké csökken. Általánosságban kijelenthető, hogy a gázok vízoldhatósága csökken a hőmérséklet növelésével. Ennek megfelelően egy hidegen telített oldatot melegítve, az oldott gáz fokozatosan távozni fog, kibuborékol. Ezzel szemben, ha egy szilárd anyag hidegen kevésbé oldódik, mint meleg oldószerben, akkor a hidegen telített oldatát felmelegítve újabb oldandó anyag oldására lesz képes.

Az oldhatóság hőmérsékletfüggése



JÓ, HA TUDOD!

Az **oldhatóság** megmutatja, hogy 100 gramm adott hőmérsékletű tiszta oldószer hány gramm oldandó anyagot képes feloldani. Ez az érték függ az oldandó anyag és az oldószer anyagi minőségétől. Vannak olyan anyagok, amelyeknek nagy az oldhatóságuk, másoké pedig kicsi.

Az oldhatóság a hőmérséklettől is függ. A legtöbb anyag oldhatósága nő a melegítés hatására, de vannak olyan anyagok is, amelyeké csökken. Általánosságban kijelenthető, hogy a gázok vízoldhatósága csökken a hőmérséklet növelésével.

Telített oldatnak nevezzük azt az oldatot, amelyben adott hőmérsékleten több oldott anyag már nem oldható fel. A telített oldatban pontosan annyi oldott anyag található, amennyit az oldhatóság adott hőmérsékleten lehetővé tesz. Ezzel szemben a **telítetlen oldatban** további oldandó anyag oldható még fel.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Nevezz meg három olyan kémiailag tiszta, szilárd halmazállapotú anyagot, ami jól oldódik vízben, vagyis amelyiknek nagy a vízoldhatósága!
2. Nevezz meg három olyan kémiailag tiszta anyagot, amelyik nagyon rosszul oldódik vízben, vagyis amelyiknek nagyon kicsi a vízoldhatósága!
3. Nézz utána a szakkönyvekben vagy az internet segítségével, hogy a klór, a hidrogén-klorid és az oxigén közül melyik gáz oldódik jól vízben, melyik közepesen, és melyik a legkevésbé! Hogy nevezzük a hidrogén-klorid vizes oldatát?
4. 100 gramm víz 20 °C hőmérsékleten 53,6 gramm kobalt(II)-kloridot old. Számítással határozd meg, hogy hány tömegszázalékos a telített oldat! **(34,9 *w*%)**
5. 250 gramm tömegű, 50 °C hőmérsékletű vízben legfeljebb 130 gramm kálium-hidrogén-karbonát oldható fel. Legfeljebb hány gramm oldott anyag található 100 gramm oldószerben? Hány tömegszázalékos a telített oldat? **(52 gramm oldott anyag, 34,2 *w*%)**
6. Az 50 °C-on telített lápiszoldat (ezüst-nitrát-oldat) 82,0 tömegszázalékos. Legfeljebb hány gramm lápisz oldódik 100 gramm, 50 °C hőmérsékletű vízben? **(455,6 gramm)**
7. 200 gramm, 20 °C hőmérsékletű vízben pontosan annyi hipermangánt oldunk fel, hogy telített oldatot kapjunk. Mekkora tömegű hipermangánra van szükség ehhez? Hány *w*%-os oldatot kapunk? **(12,8 gramm hipermangán, 6,02 *w*%)**

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Hogyan befolyásolja a gázok oldhatóságát a külső nyomás?

A gázok oldhatóságát a külső nyomás is befolyásolja. Nagyobb nyomás mellett a gázok oldhatósága is nagyobb. A szódavíz készítésekor vagy az ásványvíz szén-dioxiddal történő dúsítása közben a gázt nagy nyomáson vezetik a vízbe, ezáltal több szén-dioxid-gáz fog beoldódni.

Mi az a keszonbetegség?

Bár a nitrogéngáz kifejezetten rosszul oldódik vízben, nagyobb nyomáson megváltozik a helyzet.



Régi szódavizes palackok

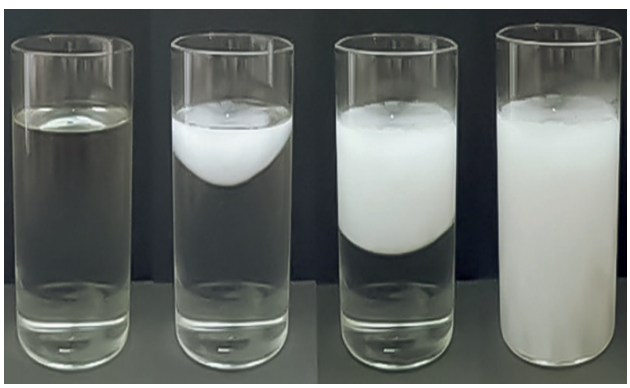
Ha az ember szervezetére nagy külső nyomás hat (például búvárkodás közben), akkor a vér víztartalmában a levegő nitrogéngáz-tartalma is oldódni fog valamelyest. A külső nyomás csökkenésének hatására (amikor hirtelen a felszínre jön a búvár) a nitrogéngáz ismét rosszul fog oldódni a vízben, így a vérben apró buborékok fognak keletkezni. Ezek megjelenése akár halálhoz is vezethet. A jelenséget keszonbetegségnek nevezik. A betegség kialakulásának megelőzése végett, a mélyvízi búvárpalackokban a nitrogéngázt a vízben még kevésbé oldódó héliumra cserélik. Ezt nevezik „mesterséges levegőnek".

Miért pusztulnak el a halak, ha nyáron a tó vize nagyon felmelegszik?

A gázok vízoldhatóságának hőmérsékletfüggése az élővilág szempontjából is kulcskérdés. Nyáron a tavak vize olyannyira felmelegedhet, hogy a víz oldott oxigéntartalma jelentősen lecsökkenhet, amely már veszélyezteti a vízi élővilágot.

Előfordulhat-e több oldott anyag az oldatban, mint amennyi adott hőmérsékleten az oldhatóság szerint lehetne?

Megfelelő körülmények biztosítása mellett létrehozhatunk olyan oldatot, amelyben adott hőmérsékleten több oldott anyag található, mint amennyit az oldhatóság szerint tartalmazhatna. Az ilyen oldatot *túltelített oldatnak* nevezzük. A túltelített oldat nem stabilis rendszer. Ez azt jelenti, hogy amennyiben egy túltelített oldatot bármilyen kis zavaró hatás ér, például beleesik egy kristály, vagy megkocogtatják az edény falát, akkor kiválik az oldatból pontosan annyi oldott anyag, hogy a keletkező oldat már telített lesz. Túltelített oldatot készíthetünk például a nátrium-acetát segítségével. Ha ebből a szilárd anyagból forrón telített oldatot készítünk, majd óvatosan hagyjuk lehűlni szobahőmérsékletűre, túltelített oldatot kapunk. Ha egy kristálykát teszünk a túltelített oldatba, a feleslegben lévő oldott anyag ki fog válni. Ezt a kísérletet gyakrabban forró jég néven szokás emlegetni.

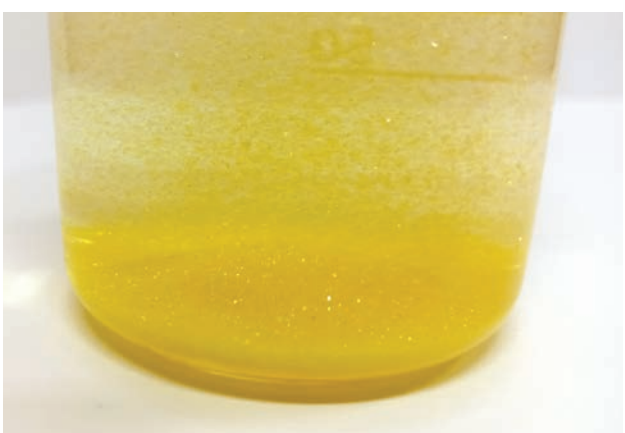


A „forró jég" kialakulásának lépései. A folyamat pár másodperc alatt megy végbe

KITEKINTÉS

A kémiai változások során számos esetben keletkezik vízben nagyon rosszul oldódó anyag. Az ilyen anyagokat a kémiában *csapadéknak* nevezzük. A csapadékképződési folyamatokat régebben anyagok összetételének meghatározásához is használták. A különböző csapadékokról a későbbiekben még sokat fogunk tanulni.

A természettudományos tantárgyak tanulását valamelyest nehezebbé teszi, hogy bizonyos fogalmaknak más a jelentésük, mint amit a hétköznapi életben megszoktunk. Ilyen a kémiában a csapadék fogalma. Amíg a hétköznapi életben a csapadék az esőt vagy a havat jelenti, addig a kémiában a kémiai változás során keletkező, vízben rosszul oldódó anyagot.



Az ólom-jodid-csapadékot méltán szokás „aranyesőnek" is nevezni. A csapadék nagyon szép, csillogó kristályokból áll.

15. Egyszerű kolloidok

Az előző órákon az anyagi halmazok különböző formáival ismerkedhettél meg. Arról beszélgettünk, hogy az anyagok parányi méretű részecskék halmazai, amelyek lehetnek kémiailag tiszta anyagok és keverékek. A keverékek közül kiemelkedő jelentőségűek az oldatok.

Rendszernek nevezzük azt az anyagi halmazt, amely a vizsgálatok tárgyát képezi. A környezet a rendszerre ható tényezők összessége. Egy sós vizet tartalmazó kémcső esetében csak a sós víz tekinthető a rendszernek, a kémcső, illetve a sós vízre ható minden tényező már a környezet része.

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Milyen hasonlóság van az ásványvíz és a tej között?



Öntsetek ki egy magasabb pohárba szénsavmentes ásványvizet, egy másikba pedig körülbelül ugyananynyi 1,5%-os, vízzel hígított tejet.

1. Milyen hasonlóságot fedeztek fel a két folyadék között?
2. Véleményetek szerint mit tapasztalnátok, ha a két poharat a fény felé fordítanátok?

Akkor most tartsátok a két poharat a fény felé!

3. Valóban azt tapasztaljátok, amire előzetesen számítottatok? Milyen különbség van a két folyadék között?
4. Mit gondoltok, miért volt fontos, hogy vízzel hígított tejet használjatok a kísérlethez?

A kémiai rendszerek (anyagi halmazok) összetevőit **komponenseknek** nevezzük. A kémiailag tiszta anyagok egykomponensűek, míg a keverékekben legalább két komponens található.

Egy anyagi halmazt akkor nevezünk **homogén rendszernek**, ha az abban előforduló komponensek még egy igen nagy felbontású mikroszkóp segítségével sem figyelhetők meg. Ilyenek a **valódi oldatok** (vagy egyszerűen: oldatok), mint a sós víz vagy az ásványvíz.



A **heterogén rendszerekben** az egyes komponensek már szabad szemmel vagy egy egyszerű nagyítóval is megkülönböztethetők. Ilyen rendszer jön létre, amikor egy kémiai változás közben vízben rosszul oldódó anyag (csapadék) keletkezik. Erre példa, amikor kálium-jodid-oldathoz ólom-nitrát-oldatot adunk, miközben sárga színű – ólom-jodid-csapadék képződik.

Vannak olyan anyagi halmazok, amelyekben a részecskeméret nagyobb, mint a valódi oldatokban, a részecskék szabad szemmel még nem, de mikroszkóppal már láthatók. Az ilyen anyagi halmazokat **kolloid rendszereknek** nevezzük. Ilyen a tej is, amiben, a fény felé fordítva, szabad szemmel is megfigyelhetjük a részecskéket. Különösen igaz ez, ha vízzel előzetesen hígított tejet használunk a vizsgálatokhoz.

Az anyagi rendszer típusa	Homogén	Kolloid	Heterogén
Példa az anyagi rendszerre	sós víz	tej	csapadékot tartalmazó rendszer
A szétoszlatott részecskék mérete	1 nm-nél kisebb	1–1000 nm közötti	1000 nm-nél nagyobb

Csak folyékony halmazállapotú kolloidok léteznek?



A kocsonya egy kolloid rendszer

1. Milyen tulajdonság(ok)ban különbözik leginkább egy zselés anyag például a vastól?
2. Mi történik, ha a kocsonyát vagy a tortazselét hosszabb ideig állni hagyjuk? Milyen lesz az állaguk, illetve mit figyelhetünk meg a felszínükön?
3. Mi történik, ha a füst útjába hosszabb ideig egy papírdarabot tartunk? (Természetesen a lángtól tartsuk elég távol a papírt ahhoz, hogy se a papír, se a bőrünk ne égjen meg!)
4. Miért nem szeret a hosszú hajúak többsége a ködös időben hosszasan sétálni?

A valódi oldatokhoz leginkább a vizes alapú kolloidok hasonlítanak. Ezen kolloid oldatokban az oldandó anyag nagy méretű részecskéi a vízmolekulákkal keveredve oszlanak el. Kolloid oldatot képeznek például a tojásfehérjében vagy a tejben előforduló fehérjék a vízben oldódás során. A vizes alapú kolloidok, a részecskék között fellépő kölcsönhatás alapján, lehetnek szolok vagy gélek.



A tojásfehérje vizes oldata egy kolloid oldat

A **szol** állapotú kolloid rendszerek folyékonyak. A kolloid részecskéket nagyon sok oldószerrészecske veszi körül, így könnyen elmozdulhatnak. Ilyen például a hígított tojásfehérje vagy a húsleves.

Azonban ha a szol állapotú kolloid rendszer vizet veszít, gél állapotúvá válik.

Gél állapotban az oldószer részecskéi közé keveredett kolloid részecskék térhálós szerkezetet alakítanak ki, ami miatt a kolloid állaga kocsonyás, zselés lesz. Ilyen például a kocsonya és a gyümölcszselé. A gélekre jellemző, hogy állás közben elvesztik a víztartalmuk egy részét, és ennek következtében rugalmatlanná válnak. A távozó víz a gél tetején vagy oldalán megjelenő cseppek formájában figyelhető meg.

A kolloidok közé tartoznak a különböző krémek, a majonéz, a tejföl, illetve a vaj is. Ezek ún. **emulzió típusú kolloid**.

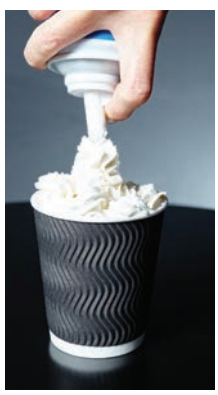


A majonéz egy emulzió

A **szuszpenziótípusú kolloid** közé tartoznak például a rostos gyümölcslevek. Ezek úgy jönnek létre, hogy nagy mennyiségű folyadékban kis mennyiségű, kolloid méretű részecskékkel rendelkező, szilárd anyag oszlik szét.

A különböző **füstök** szintén kolloid rendszerek. Füstről leggyakrabban akkor szoktunk beszélni, ha nagy mennyiségű gáz-halmazállapotú anyagban nagyon kevés szilárd halmazállapotú anyag van szétoszlatva. Ha a füstbe egy papírlapot tartunk, a füstben található szilárd szemcsék összegyűlnek a papíron.

A **habtípusú** anyagi halmazok, mint a borotvahab vagy a tejszínhab, ugyancsak kolloid rendszerek. A habok nagyon sok szilárd és nagyon kevés gáz-halmazállapotú anyagot tartalmaznak.



Tejszínhab

A **köd** egy olyan kolloid rendszer, amely úgy jön létre, hogy nagy mennyiségű gáz-halmazállapotú anyagban (általában levegőben) igen kevés folyadék oszlik szét.

Természetesen a hétköznapi életben ködnek nevezett rendszer is a kolloid rendszerek ezen csoportjába tartozik. Ha hosszasan sétálunk ködös időben, a hajunk és ruházatunk nedves lesz, megázik. Ez a levegőben szétoszlott, igen apró vízcseppek következménye.



A köd egy aeroszol-típusú kolloid

JÓ, HA TUDOD!

A kémiai rendszerek összetevőit **komponenseknek** nevezzük. A kémiailag tiszta anyagok egykomponensűek, míg a keverékekben legalább két komponens található.

Egy anyagi halmazt akkor nevezünk **homogén rendszernek**, ha az abban előforduló komponensek még nagy felbontású mikroszkóp segítségével sem figyelhetők meg. Ilyenek a **valódi oldatok**. A **heterogén rendszerekben** az egyes komponensek már szabad szemmel vagy egy egyszerű nagyítóval is megkülönböztethetők.

Vannak olyan anyagi halmazok, amelyekben a részecskeméret nagyobb, mint a valódi oldatokban, a részecskék szabad szemmel még nem, de mikroszkóppal már láthatók. Az ilyen anyagi halmazokat **kolloid rendszereknek** nevezzük.

A vizes alapú kolloidok a részecskék között fellépő kölcsönhatás alapján lehetnek **szolok** vagy **gélek**. Szintén a kolloid rendszerekhez tartoznak az **emulziók**, a **szuszpenziók**, a **füstök**, a **habok**, illetve a **ködök**.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Nevezz meg három kolloid rendszert a környezetedből!
2. Add meg az alábbi kolloid rendszerek típusát!
   (a kézkrém, a szappanhab, a majonéz, a rostos narancslé, a forrásban lévő víz feletti, párával telített levegő)
3. Válaszd ki, hogy a következő anyagi halmazok közül melyik nem kolloid rendszer!
   (a ketchup, a csapvíz, a fogkrém, a benzin és a víz keveréke, a gumicukor, a vaspor és kénpor keveréke, a mustár, a pálinka, a higany, a benzin és az olaj keveréke, a purhab)
4. Öntsetek egy üvegkádba vagy akváriumba félujjnyi magasságig 1,5%-os tejet, majd kevergetés közben adjatok hozzá annyi vizet, amíg az üvegedény közel teljesen tele nem lesz! Egy működő, kifogástalan állapotban lévő távirányítót (például TV-távirányítót) vagy pointert irányítsatok az üvegedény felé, majd kezdjétek el nyomkodni a gombjait! Mit tapasztaltok? Készítsetek fényképet vagy videofelvételt a kísérletről! Próbáljátok megmagyarázni a megfigyeléseteket! Ismételjétek meg a kísérletet úgy, hogy egy sprayből kifújtok a levegőbe egy keveset, és ezen keresztül próbáltok meg fényt kibocsátani a távirányító vagy a pointer segítségével!

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Nobel-díjasunk is van!

Zsigmondy Richárd magyar származású osztrák kémikus 1925-ben Nobel-díjat kapott kolloidkémiai kutatásaiért és az ultramikroszkóp megalkotásáért.

Miért lesz vörös a naplemente?

A Faraday–Tyndall-jelenség a kolloidokban lejátszódó fényszórási jelenség. A kék fény szóródik a legjobban, a vörös a legkevésbé. A napból érkező fehér fény a légkörben lévő, nagyszámú kolloidrészecskén szóródik, ezért kék az ég. Ha szél van, és sok kolloidméretű por jut a légkörbe, akkor csak a vörös szín jut el a szemünkbe a napból, ezért lesz vörös a naplemente.



A naplementébe burkolózó Parlament

Mi az a szmog?

A szmog (füstköd) egy olyan kolloid rendszer, ahol nagy mennyiségű, gáz-halmazállapotú anyagban kevés folyékony és szilárd halmazállapotú anyag oszlik szét. A szmog a légkör szennyezésével keletkezik, nagymértékben egészségkárosító hatású. A fűtési időszakokban Magyarországon is gyakran alakul ki szmog.



Szmogos időben a Parlament épülete szinte alig látható a Margit hídról

Kolloid rendszerek féldrágakövekben

Az opál nevű féldrágakövet ékszerekben használják. Ez egy olyan különleges gél, amely nagy mennyiségű, szilárd anyagban igen kevés vizet tartalmaz szétoszlatva. Az opálok, a bennük található szennyeződések miatt, igen változatos színűek.



Opált tartalmazó ékszer

KITEKINTÉS

Bár az általános és középiskolai természettudományos órákon jellemzően homogén és heterogén rendszereket szoktak vizsgálni, a környezetünk legalább ugyanakkora mennyiségben tartalmaz egyszerű és összetett kolloid rendszereket, mint homogén és heterogén anyagi halmazokat. A kolloid rendszerek szerkezete azonban meglehetősen összetett, sok esetben még a tudósok számára is fejtörést okoz. A későbbi tanulmányaid során többször fogsz fehérjeoldatokkal dolgozni, amely az egyszerűbb kolloid rendszerek közé tartozik.

16. Elválasztási műveletek

„A lányka tovább kérlelte, a mostohája meg végül is elunta a rimánkodást; azt mondta:
– Jól van, kiszórok neked ide egy tál lencsét a hamuba; ha két óra alatt kiválogatod, velünk jöhetsz.”

A fenti pár sort biztos mindenki jól ismeri: az egyik legismertebb Grimm-meséből, a Hamupipőkéből származik.

Bár a természetben megszámlálhatatlanul sokféle anyag fordul elő, nagyon sok anyagot mesterségesen kell előállítani. Ennek az egyik módja a keverékekből történő kinyerés. Mivel a keverékek igen változatosak, az alkalmazott elválasztási műveletek is különböznek. Egyvalamiben azonban megegyeznek: az elválasztás alapja minden esetben az, hogy a keverékek összetevői legalább egy tulajdonságukban eltérést mutatnak.

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Hogyan választhatunk szét szilárd keverékeket?

1. Melyik tulajdonság alapján lehet a lencsét a hamutól elválasztani?
2. Milyen eszközt lehet ilyen típusú elválasztásokhoz alkalmazni?
3. Nevezz meg két olyan szilárd keveréket, amelyiket ezzel az elválasztási eljárással összetevőire lehet szétválasztani!

Olykor előfordul, hogy a szilárd keverékek különböző szemcseméretű összetevőket tartalmaznak. Bár nem életszerű a lencse és a hamu keveréke, de valójában ebben az esetben is erről van szó. A hamu sokkal kisebb szemcseméretű, így egy szita segítségével az elválasztás elvégezhető. A hamu a szitán átrázható, a lencse viszont a szitában marad. (A mesebeli történet persze sántít egy kicsit, mert a lencse felületén maradni fog hamu, hacsak Hamupipőke és a gerlék egyesével át nem törölgetik a lencseszemeket.)

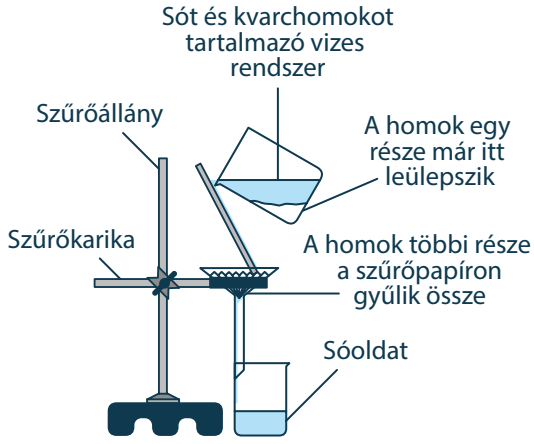
4. Hogyan választhatjuk szét a vas- és kénpor keverékét? Melyik az a tulajdonság, amelyik segít az elválasztásban?
5. Hogyan lehetne szétválasztani a sót a finomra őrölt kvarchomoktól? Mi az elválasztási művelet alapja?

A vas sötétszürke, a kén pedig sárga színű, szilárd anyag. A vas nagy sűrűségű, míg a kén kis sűrűségű anyag. A két elem között azonban a leglényegesebb különbség az, hogy a vasport vonzza a mágnes, míg a kénport nem. Így egy papírba csomagolt mágnes segítségével a két szilárd anyag elválasztható egymástól. Azért célszerű a mágnest becsomagolni, mert anélkül a vaspor magára a mágnesre tapad rá, amiről igencsak nehéz maradéktalanul eltávolítani azt.



A vasat sok anyagtól könnyű elválasztani egy mágnes segítségével

A konyhasó (kémiai nevén nátrium-klorid) por alakban fehér színű, vízben jól oldódó, szilárd anyag. A tiszta kvarchomok (kémiai nevén szilícium-dioxid) szintén fehér színű, nagy sűrűségű, szilárd anyag, amely azonban vízben egyáltalán nem oldódik. (Kvarchomokkal szokták a homokórákat is megtölteni.) Mivel a só oldódik vízben, a homok pedig nem, egy vizes oldással, és az azt követő **szűréssel** a két anyagot szétválaszthatjuk egymástól. Az alkalmazott elválasztási eljárást **kioldásnak** nevezzük.



A kvarchomok és a sóoldat szűréssel történő elválasztása

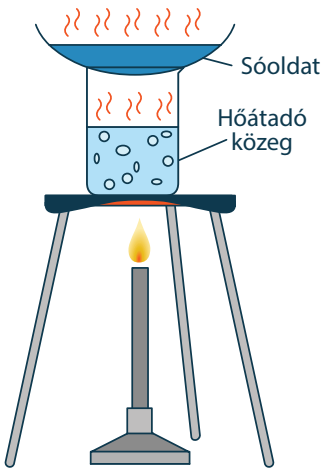
Kioldást alkalmazunk akkor is, amikor a teafűből teát, vagy a kávéőrleményből kávét készítünk.

A kioldással valóban megoldottuk az elválasztást?

1. Hogyan nyerhetjük ki a sóoldatból a konyhasót?
2. Van-e annak jelentősége, hogy a kioldáshoz desztillált vizet (kémiailag tiszta vizet) vagy csapvizet használunk?

A kioldással minden esetben egy oldatot is kapunk. Ha az oldatba vitt összetevőre szilárd állapotban van szükségünk, további elválasztási műveletet kell elvégeznünk.

Amennyiben a sóoldatot elkezdjük melegíteni, a víztartalma gőz formában távozni fog. A teljes vízmennyiség távozása után az edény alján visszamarad a só. Ezt az elválasztási eljárást **bepárlásnak** nevezzük.



Bepárlás

Mivel a csapvíz számos oldott ásványi anyagot tartalmaz, ha a kioldást csapvízzel végezzük el, akkor a bepárlást követően, az edényben a só mellett egyéb ásványi anyagok is jelen lesznek.

Hogyan lehet viszonylag kevés homokot nagy mennyiségű, vizes közegből kinyerni?

1. Milyen viszonyban van a megszűrendő keverék térfogata és a szűrés ideje egymással?
2. Vajon milyen módon kapcsolódik a probléma az ivóvíz előállításához?

A homok nem oldódik vízben, így lehetőség van arra, hogy egy egyszerű szűréssel megvalósítsuk az elválasztást. Azonban ha igen nagy mennyiségű, vizes rendszert kell szétválasztani, a szűrés nagyon hosszú időt vesz igénybe. Ilyenkor előbb a homokot hagyjuk leülni az edény aljára. A vizes rendszer felső része eközben teljesen víztisztává válik. Ezt az eljárást **ülepítésnek** nevezzük.

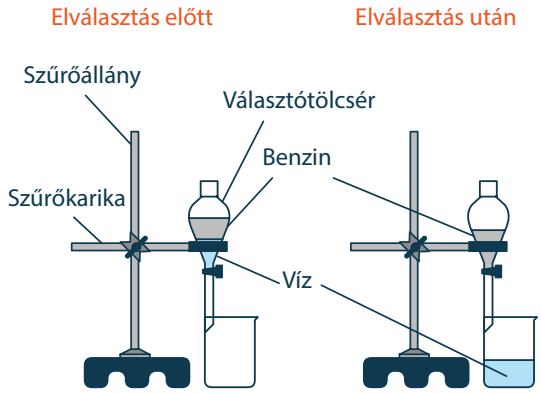
A már tiszta vizet tartalmazó felső részt ezután egyszerűen leöntjük, így sokkal kisebb mennyiségű, vizet és homokot tartalmazó keverék marad vissza, és ezt kell megszűrni. Ez az eljárás a **dekantálás**.

Az ivóvíz előállítása során is alkalmazzák az ülepítést, a dekantálást és a szűrést. A vízműhöz bevezetett természetes vizet egy medencében tárolják egy rövid ideig. Ezalatt a vízben található szilárd anyagok nagy része leülepszik. Mivel csak rövid időt hagynak az ülepedésre, a dekantálás során kapott vizes közeget még meg kell szűrni a nagyon apró szemcséjű, le nem ülepedett, szilárd anyagoktól.

Hogyan lehet szétválasztani egymással nem elegyedő folyadékokat?

1. Nevezz meg két olyan folyadékot, amelyek nem elegyednek egymással!
2. Milyen tapasztalatok jelzik, hogy a két folyadék nem elegyedik?

A víz számos folyadékkal nem elegyedik. Ezek szinte kivétel nélkül zsíroldó szerek, mint például a benzin. Amikor a színtelen vizet és a színtelen benzint összeöntjük, azok nem fognak elegyedni egymással. A két folyadék szemmel láthatóan az edény két külön térrészén foglal helyet: a víz az edény alján, a benzin, a kisebb sűrűsége miatt, a víz tetején. Ha ezt a heterogén keveréket egy választótölcsér-

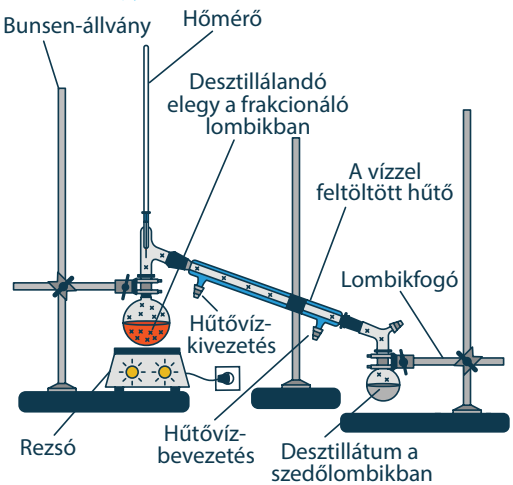


Elválasztás választótölcsér segítségével

be öntjük, az alkotóelemeit könnyen szétválaszthatjuk. Óvatosan megnyitjuk a tölcsér csapját, és addig hagyjuk kicsöpögni a benne lévő vizet, amíg már tisztán csak benzin marad a tölcsérben.

Hogyan lehet szétválasztani egymással kiválóan elegyedő folyadékokat?

1. Nevezz meg két olyan folyadékot, amelyek kiválóan elegyednek egymással!
2. Tudod-e, hogyan készítik a pálinkát?



Desztillálás laboratóriumi eszközökkel

A választótölcséres módszer egymással kiválóan elegyedő folyadékok esetében nem használható, ehelyett leggyakrabban **desztillációt** (másik nevén lepárlást) alkalmaznak. A folyadékelegyek egy jelentős része olyan folyadékokból jön létre, amelyeknek eltérő a forráspontjuk. Ha az összetevők forráspontja között legalább 20 °C különbség van, az elegy desztillációval nagy eséllyel komponenseire bontható. Ilyenkor az elegyet elkezdik melegíteni, aminek következtében egy adott hőmérsékleten a legalacsonyabb forráspontú komponens elkezd forrni. Ez a hőmérséklet az adott összetevő forráspontja. A fejlődő gőzt összegyűjtik és lehűtik, a többi komponens viszont még az eredeti lombikban van, mivel azok még nem érték el a forráspontjukat, így megvalósul az elválasztás.



Házi pálinkafőző-berendezés

Ugyanezen az elven alapul a pálinkafőzés is. A szűrt cefre víz, alkohol, illetve illóolajok elegye. Az elegyet 78 °C fölé melegítik, aminek hatására az alkohol forrásba jön. Az edényből főként alkoholgőzök távoznak. A keletkező gőzöket lehűtik, és cseppfolyós alkoholt kapnak. (Valójában egy 96% alkoholt tartalmazó alkohol–víz elegyet lehet így előállítani.) Ezt aztán szükség szerinti mennyiségű vízzel hígítva kapják a pálinkát.

JÓ, HA TUDOD!

Az elválasztási műveletek célja a keverékek komponenseikre történő szétválasztása. Mivel a keverékek igen sokfélék lehetnek, az alkalmazott elválasztási műveletek is különböznek:

- szilárd keverékek szétválasztása: szitálással, kioldással (vastartalmú keverékek esetében mágnessel);
- folyadék-szilárd keverékek szétválasztása: ülepítéssel, dekantálással, szűréssel;
- oldatok szétválasztása: bepárlással;
- egymással nem elegyedő folyadékok szétválasztása: választótölcsérrel;
- egymással elegyedő folyadékok szétválasztása: desztillálással valósítható meg.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Hogyan választhatunk szét egy olyan szilárd keveréket, amelyben az összetevők szemcséinek mérete jelentősen eltér egymástól?
2. Miben különbözik a bepárlás és a lepárlás? Melyiket milyen esetben alkalmazzuk?
3. Összekeverünk vasport, kénport és konyhasót. Tervezd meg, hogy milyen műveletekkel választhatjuk szét az egyes összetevőket!
4. Miért az alkohol fog összegyűlni a szedőlombikban a vörösbor lepárlásakor?

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Egyes gázelegyek is szétválaszthatók

Egy gázelegy komponenseire történő szétválasztása általában nehéz feladat. A legegyszerűbb akkor a helyzet, ha a két gáz közül az egyik vízoldható, a másik pedig nem. Ilyenkor a gázelegyet lassan vízbe vezetik. Az abban nem oldódó komponens kibuborékol, a vízoldható pedig oldatba megy. Azért fontos, hogy lassan vezessék a gázelegyet a nagy mennyiségű vízbe, hogy legyen elég idő az oldódásra.

A kőolaj és párlatai

A benzin és a gázolaj előállítása is kőolajból történik. A kőolajat ún. frakcionált desztillációval bontják egyszerűbb elegyekre (ún. frakcióra). A folyamat annyiban tér el a korábban megismert, egyszerű desztillálástól, hogy a folyadékelegyet nem két részre, hanem 5-6 különböző, egyszerűbb összetételű elegyre választják szét. A kőolaj-finomítókban a benzin és a gázolaj mellett például petróleum és fűtőolaj is előállítható.



A tengeri sót bepárlással nyerik ki

A tengeri só kinyerése

A tengeri só kinyerése bepárlással valósul meg. A tengervíz akár 3,5 tömegszázalék nátrium-kloridot is tartalmazhat. A tengervizet medencékbe engedik, és hagyják, hogy a víztartalom lassan elpárologjon. A tengeri só természetesen a nátrium-klorid mellett más ásványi anyagokat is tartalmaz.

KITEKINTÉS

A keverékek szétválasztására nemcsak a fizikai tulajdonságokban mutatott különbségek alapján van lehetőség, hanem a kémiai sajátságokban (reakciókészségben) mutatott eltérés is segítségül szolgálhat. Az alumíniumgyártás első fázisában a bauxit nevű ércből kémiai változással történik az alumínium vegyületek kivonása.



Alumíniumgyártás során az első fázisban használt feltáró berendezések

17. Az atom felépítése és fontosabb jellemzői 1.

A világunk nagyon sokféle anyagi halmazból épül fel. Ezeknek közös tulajdonsága, hogy – függetlenül a halmazállapottól – nagyon sok parányi részecskéből épülnek fel. Ezen részecskék megismerése iránti vágy nagyjából egyidős a természettudományokkal. Már az időszámításunk előtti 5. században a tudósok sokat foglalkoztak azzal, hogy miből épülnek fel az őket körülvevő anyagok.

Az elmúlt két és fél évezred során számos elmélet, majd kísérlet igyekezett az anyagok felépítésében résztvevő részecskéket bemutatni, de még napjainkban is nagyon sok a nyitott kérdés.

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Hányszor felezhetünk el egy papírlapot?

Vegyél elő egy A4-es méretű papírlapot, majd a hosszabb oldal közepénél egy ollóval vágd pontosan kettőbe! Az így kapott darabok A5-ös méretűek. Ezután fogd az egyik A5-ös méretű papírlapot, és azt is vágd két azonos méretű darabra a hosszabb oldalának közepénél!

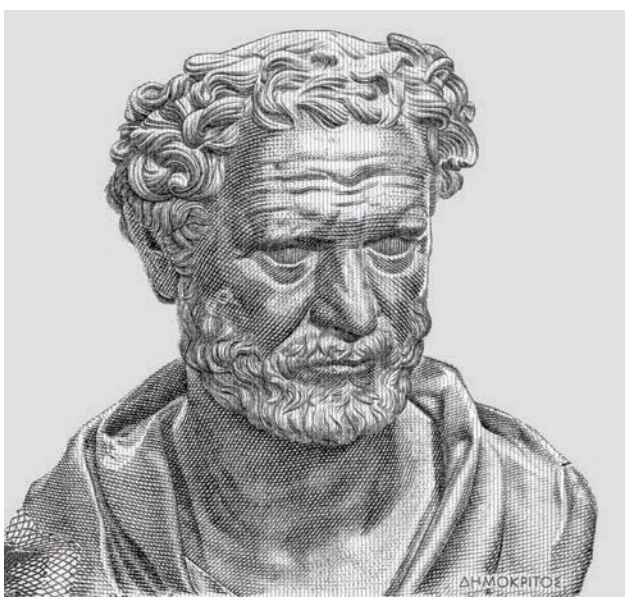
1. Vajon hányszor ismételheted meg a kísérletet, vagyis hányszor lehet az egyre kisebb méretű darabkákat kettévágni?
2. Mi lehet a magyarázata, hogy egy idő után nem tudod folytatni a kettévágást? Mi akadályoz meg ebben?

A képzelőerőnk határtalan, vagyis gondolatban nagyon sokszor megismételhető a kísérlet, a valóságban azonban egy idő után az olló túl nagy lesz ahhoz, hogy elvághassuk a papírlapot.

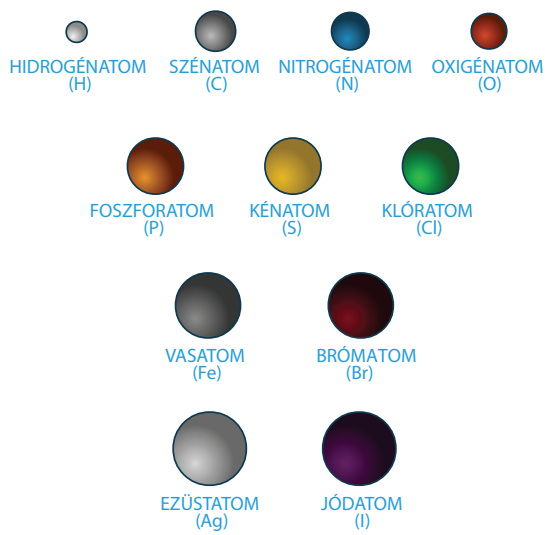
Ha azt feltételezzük, hogy a vágóeszköz adottságai nem befolyásolják a kísérletet, biztosan eljutunk addig a pontig, amikor már csak egy részecskét fog tartalmazni a „papírdarabkánk”. Ezt a részecskét **atomnak** nevezzük. (Az *atomosz* ógörög eredetű szó, jelentése: legkisebb, oszthatatlan.)

Démokritosz (i. e. kb. 460–370) görög filozófus, akit a *természettudományok atyjának* is szoktak nevezni, úgy vélte, hogy minden anyagban másféle alakú és méretű atom található. Noha még napjainkban sem áll rendelkezésre olyan nagy felbontású mikroszkóp, amellyel az atomok láthatóvá válnának, egyéb kísérletek alapján az atomokat leginkább különböző méretű gömböknek képzeljük el.

Az ábrán látható, hogy az egyes atomok modelljeit méretarányosan készítik el, vagyis a kisebb méretű atomot kisebb golyó jelöli. Bár a valóságban az atomoknak nincs színük, a modellek esetében egy egységes színrendszert alkalmaznak, hogy ne legyen szükség az egyes golyók feliratozására.



Démokritosz (i.e. kb. 460–370)



A különböző atomok modelljei

A természettudományos, különösen a kémiai tárgyú könyvekben jellemzően nagyon sok anyagi halmazról esik szó. A szerkesztés leegyszerűsítése érdekében az atomok golyókkal történő jelölését a vegyjelek használata váltotta fel. A **vegyjel** egy olyan, egy vagy két betűből álló, nemzetközileg egységesen alkalmazott jelölés, amely az atom azonosítására szolgál. A vegyjel első betűje mindig nagybetű, míg ha van második betű, akkor az kicsi, és általában az adott atom latin vagy görög nevére utal. Így a szén vegyjele a C, amely a *carboneum* latin nevéből származik. Az arzén vegyjele az As (olvasd: *a-es*), amely a görög *arszenikon* névből eredő rövidítés. A tankönyv végén található táblázatból (a periódusos rendszerből) láthatod, hogy jelenleg 118 különféle atomot ismerünk, és mindegyiknek saját vegyjele van.

Honnan ered az atomok neve?

1. Mely atomokat jelölik a következő vegyjelek: Ga, Ge, Fr, Po, Am, Hf és Mc? Mi a közös az atomok elnevezésének forrásában/eredetében?
2. Mely atomokat jelölik a következő vegyjelek: U és Np? Mi a közös az atomok elnevezésének forrásában/eredetében?
3. Mely atomokat jelölik a következő vegyjelek: Rf, Cm, Rg, Db és Md? Mi a közös az atomok elnevezésének forrásában/eredetében?
4. Az egyik elemet (és a benne található atomokat) a 19. század második felében *bűzenynek* nevezték. Melyik volt ez az elem? Honnan ered a neve?

Az elemek egyféle atomot tartalmazó kémiailag tiszta anyagok. Az elnevezésük (és a bennük előforduló atomok elnevezése is) lehet *földrajzi* (például Eu – európium) és *csillagászati eredetű* (például Pu – plutónium), utalhat a *tulajdonságukra* (például P – foszfor: fényt hordozó), illetve őrizheti valamely *híres ember emlékét* (például Bh – bohrium: Niels Bohr dán kémikus).

A 118 elem között akad olyan is, amelyet magyar tudós nevezhetett el: a hafniumot (Hf) Dánia fővárosáról, Koppenhágáról (latinul Hafnia) Hevesy György nevezte el.

A nyelvújítás korában számos elemnek magyarosított nevet adtak, azonban ezek nem épültek be a szaknyelvbe. Így például az éleny helyett a nemzetközi szaknyelvben is használt oxigén elnevezést használjuk ma is.

Miért áll égnek a hajunk?

Dörzsölj meg egy műanyag vonalzót egy szőrmével vagy száraz papírral, majd tartsd oda egy osztálytársad hosszú hajához!

1. Milyen tapasztalatokra számítasz?
2. Mi történne, ha a megdörzsölt vonalzót papírfecnik közelébe tartanád?

A műanyag vonalzó a dörzsölés hatására elektromosan feltöltődik. Ilyen állapotában magához vonzza a közelében lévő kisebb tömegű tárgyakat (hajszálak, papírfecnik). A jelenséget a testben lévő **elektromos töltésnek** tulajdonítjuk. A töltés **jele**: *Q*, **mértékegysége** a coulomb (C) [ejtsd: kulomb]. Kétféle elektromos töltés van: pozitív és negatív. Az azonos előjelű töltések között taszítóerő, az ellentétes előjelű töltések között vonzóerő lép fel. A töltéssel nem rendelkező anyagra azt mondjuk, hogy elektromosan semleges.

A későbbi kísérletek megmutatták, hogy az elektromos töltés valójában az atomokat alkotó részecskék egyik tulajdonsága.

Hogy kerül egy természettudományos tankönyvbe mazsolás puding?

A 19. század elején *John Dalton* (1766–1844) angol fiziko-kémikus tovább gondolta a démokritoszi elméletet. Dalton úgy vélte, hogy az atomok tömör, oszthatatlan gömbök, amelyek csak méretükben és tömegükben térnek el egymástól.



A mazsolás puding vagy mazsolás kalács egy ideig jó atommodellnek tűnt

Az atomról alkotott elképzelés aztán nagy fordulatot vett, amikor *Joseph John Thomson* (1856–1940) brit fizikus kísérletei során felismerte, hogy az anyagból negatív töltésű részecskék, **elektronok** lépnek ki. Elképzelése szerint az elektronok úgy helyezkednek el az atom pozitív töltésű alapállományában, mint a pudingban vagy a kalácsban a tésztába szórt mazsola. Abból következtetett erre, hogy pozitív töltésű részecskék kilépését az anyagból nem figyelte meg.

1. Mi lehet annak a magyarázata, hogy az atomban az elektronok szétszóródva helyezkednek el?

Az elektronok mindegyike negatív töltésű, így egymást taszítják.

Ezzel a felfedezéssel megdőlt az atom oszthatatlanságáról alkotott korábbi elképzelés. A felfedezésért Thomson 1906-ban Nobel-díjban részesült.

Thomson kísérleteit követően *Henri Becquerel* (1852–1908) fedezte fel az uránércből kilépő radioaktív sugárzást, aminek egyik összetevője pozitív töltésű részecskékből áll. Ezekkel az ún. alfa-részecskékkel végzett kutatásokat *Ernest Rutherford* (1871–1937) brit fizikus. A kísérletei során a sugárzást nagyon vékony aranyfóliára irányította. Azt figyelte meg, hogy a részecskék jelentős része akadálytalanul haladt át a fólián. Kisszámú részecske azonban vagy megváltoztatta az eredeti pályáját, vagy teljesen visszapattant az aranyfóliáról. Rutherford ebből arra következtetett, hogy az atomok középpontjában van egy kis méretű, nagy sűrűségű, pozitív töltésű rész, amit **atommag**nak nevezett el. Az elektronok pedig ezen atommag körül mozognak.

1913-ban *Niels Henrik David Bohr* (1885–1962) dán fizikus arra a következtetésre jutott, hogy az elektronok csak meghatározott sugarú körpályákon mozoghatnak a mag körül.

2. Miért lehet egy modell neve az, hogy „parányi naprendszer”-modell?

A Rutherford-féle atommodell erősen hasonlít egy egyszerűsített, a Naprendszerünket bemutató modellre. Az atommodellben az elektronok úgy keringenek az atommag körül az **elektronburokban**, mint a bolygók a Nap körül.

Rutherford 1917-ben fedezte fel az atommagban található pozitív részecskéket, a **protonokat**.

Az atomok tömegét vizsgálva világossá vált, hogy az atomok magja nem állhat csak protonokból, hanem abban a protonokkal közel azonos tömegű, semleges részecskéknek kell lennie. Ezeket **neutronoknak** nevezték el, amelyek létezését 1932-*ben James Chadwick* (1891–1974) sikeresen ki is mutatta.

Az atomok tehát kisebb részecskékből, protonokból, neutronokból és elektronokból állnak. Ezeket régebben **elemi részecskéknek** nevezték, mára azonban az elnevezés pontatlan. Felfedezték ugyanis, hogy a protonok és neutronok további kisebb részecskékre bonthatók.

Az atomoknak is van rendszámuk?

1. Milyen feladatot tölt be egy személygépkocsin a rendszám?

2. Véleményed szerint miért lehet az hasznos, hogy az atomoknak is legyen rendszámuk?

Az egyes részecskék felfedezése és megismerése közben a tudósok azt figyelték meg, hogy a különböző elemek atommagjainak töltései között összefüggés van. A legkisebb töltéssel a hidrogénatom rendelkezik, amit egy idő után egységnyi töltésnek tekintettek. A hélium atommagjának töltése kétszer, a nátriumé pedig tizenegyszer nagyobb a hidrogén atommagjának töltésénél. A vizsgálatok során rájöttek, hogy az atommagban található egységnyi töltések száma valójában a protonok száma.

A megismert részecske						
Neve	Helye az atomban	Valódi tömege (kg)	Relatív tömege	Valódi töltése (C)	Relatív töltése	Jele
proton	atommag	$1{,}673 \cdot 10^{-27}$	1	$1{,}602 \cdot 10^{-19}$	+1	p^+
neutron	atommag	$1{,}675 \cdot 10^{-27}$	1	0	0	n^0
elektron	elektron-burok	$9{,}109 \cdot 10^{-31}$	$\frac{1}{1836}$	$-1{,}602 \cdot 10^{-19}$	–1	e^-

Az atommagban előforduló protonok számát **rendszámnak** nevezik. Mivel az atom semleges részecske, a benne található pozitív és negatív töltésű részecskék számának meg kell egyeznie. Emiatt a rendszám, az atomok esetében, az atommagban található protonok száma mellett az elektronburokban keringő elektronok számát is megmutatja. Minden atom rendszáma más, egyedi érték.

JÓ, HA TUDOD!

Az **atom** a legkisebb, kémiai módszerekkel oszthatatlan részecske. Fizikai módszerekkel azonban tovább bontható. A középpontjában található a nagyon kis méretű, nagy sűrűségű, pozitív töltésű **atommag**, benne a **protonokkal** és **neutronokkal**. Az atommagot körbeveszi az **elektronburok**, amelyben mozognak az **elektronok**. A proton tömegét egy egységnek tekintjük. A proton pozitív töltésű részecske. A neutronnak nincs töltése, tömege nagyjából megegyezik a proton tömegével. Az elektron negatív töltésű, a töltése azonos nagyságú a proton töltésével. Az elektron tömege a protonhoz és neutronhoz képest elhanyagolható. Az azonos töltésű részecskék között taszítás, a különböző töltésű részecskék között vonzás alakul ki. Ez az ún. elektromos kölcsönhatás tartja egyben az atomokat és általában az anyagi struktúrákat.

Az atomban ugyanannyi proton és elektron található, így elektromosan semleges. Egy test elektromosan akkor semleges, ha azonos mennyiségű pozitív és negatív töltést tartalmaz.

Az atomok jelölésére **vegyjeleket** használunk, az atomokban előforduló protonok számát pedig a **rendszám** mutatja meg. A vegyjelek első betűje nagy, a második pedig kicsi.

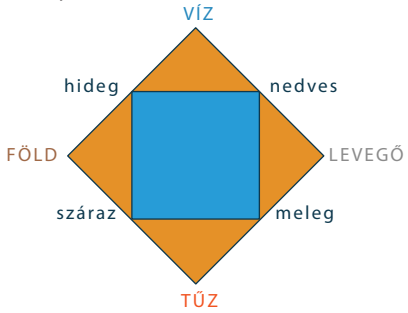
ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Mit nevezünk atomnak?
2. Miért pozitív töltésű az atommag?
3. Keresd ki a tankönyv végén található táblázatból (periódusos rendszerből) a következő atomok rendszámát: kálium, urán, higany, kén, szén, oxigén!
4. Hány proton van a neon atommagjában? (A megoldáshoz használd a tankönyv végén található táblázatot (periódusos rendszert)!)
5. Hány elektron van a rézatom elektronburkában? (A megoldáshoz használd a tankönyv végén található táblázatot (periódusos rendszert)!)

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Az őselemek és őstulajdonságok

Az ókorban – még azelőtt, hogy emberiség az elemeket elkezdte volna megismerni – úgy tartották, hogy minden anyag olyan egyszerű alapelemekből áll, amelyek tovább már nem bonthatók. Az elképzelések szerint a világot felépítő alapelemek, vagyis az őselemek: a föld, a tűz, a víz és a levegő. A négy őselem mellé négy őstulajdonságot is rendeltek: hideg, meleg, nedves, száraz.



Az őselemek és őstulajdonságok viszonya

Ugyan ma már tudjuk, hogy távolról sem ilyen a világunk felépítése, az őselemek szimbólumokká váltak. Számos sci-fi film és sorozat egyik-másik szereplője képes valamely őselem korlátlan irányítására.
Az alkimisták korában (középkor) egy ötödik elemet, az étert is felvették az alapelemek közé.

Mekkora is valójában egy atom és egy atommag?

Az atommag átmérője az atoménak százezredrésze. Ez azt jelenti, hogy amennyiben sikerülne egy atom magját 1 cm méretűre nagyítani, az atom átmérője 100 000 cm, vagyis 1 km lenne.

Honnan ered az elektron neve?

Nagyon régóta ismert, hogy a borostyánkő dörzsölés hatására feltöltődik. Ma már tudjuk, hogy ilyenkor a borostyánt dörzsölő anyagból elektronok kerülnek

át a borostyán felületére. Ebből a jelenségből ered az elektron neve (az elektron görög szó, jelentése borostyánkő).

Az izotópok

Az elemek atommagjaiban a protonok száma állandó, a neutronoké viszont nem feltétlenül az. Például az 1-es rendszámú hidrogénatom egy részében nincs neutron, de olyan hidrogénatomot is ismerünk, amelyik magjában egy vagy két neutron fordul elő. Azokat az atomokat, amelyekben a protonok száma megegyezik, de a neutronok száma eltér, izotópoknak nevezzük. Az izotópok egy része stabilis, azaz nem változik az időben, míg az izotópok egy másik része lassan elbomlik. Bomlás közben energia szabadul fel radioaktív sugárzás formájában. A radioaktív sugárzásból nyert energiát napjainkban számos területen felhasználják. Az atomerőművekben így nyerik az energiát, a gyógyászatban pedig ezek segítségével azonosítják a rendellenesen fejlődő sejteket (daganatos sejteket).



A paksi atomerőmű

A radioaktivitás felfedezése



Marie Curie

A radioaktivitás felfedezésében elévülhetetlen szerepe volt a Curie házaspárnak, különösen Maria Salomea Skłodowska-Curie (1867–1934), lengyel származású francia fizikus-kémikusnak. A radioaktivitással kapcsolatos kutatási eredményeit 1903-ban fizikai Nobel-díjjal ismerték el. Ő volt az első nő, akit Nobel-díjjal jutalmaztak. Tudományos tevékenységének jelentőségét mutatja, hogy 1911-ben neki ítélték a kémiai Nobel-díjat is. A tiszteletére az egyik elemet polóniumnak (Lengyelországról), egy másikat kűriumnak nevezték el.

A radioaktív nyomjelzés



Hevesy György

A radioaktivitás gyakorlati alkalmazhatóságának megismeréséhez Hevesy György (1885–1966) magyar tudós is jelentős mértékben hozzájárult. Ő javasolta elsőként, hogy használják a radioaktív izotópokat nyomjelzőként a rendellenesen fejlődő sejtek vizsgálatánál. A radioaktív nyomjelzés módszerének kidolgozásáért 1943-ban kémiai Nobel-díjat kapott.

Az elemi részecskék vizsgálata

Napjainkban számos elemi részecskét ismerünk. Ezek segítségével mind az anyag szerkezete, mind az anyag kölcsönhatásai hatékonyan magyarázhatók. Tulajdonságaik megértése hozzásegíthet az univerzum jobb megértéséhez is. Az elemi részecskék vizsgálatával is foglalkoznak a CERN kutatói Svájc és Franciaország határán, a Nagy Hadronütköztetőben (LHC).



A CERN kutatói az elemi részecskék vizsgálatával foglalkoznak a Nagy Hadronütköztetőben.

KITEKINTÉS

A modern anyagelmélet bonyolult szimbólumokkal írja le az elemi részecskéket, illetve a belőlük felépülő anyagokat. A modern fizika világa csak meglehetősen bonyolult matematikával írható le. Ahhoz, hogy megértsük a kémiai részecskék közötti kölcsönhatások kialakulását, a most megismert leegyszerűsített képünk az atommagról és az azt körülvevő elektronburokról elegendő támpontot nyújt.



Az Atomium emlékmű a brüsszeli Heysel parkban található

18. Az atom felépítése és fontosabb jellemzői 2.

A legkisebb kémiai részecske, az atom, két nagy részből áll: az atommagból és az elektronburokból. Az atommag tartalmazza a protonokat és a neutronokat, az elektronburok pedig az elektronokat.

Ahogy azt az előző leckében láttuk, az atomok felépítését számos modellel igyekeztek leírni. Ezek alapján alkothatunk képet az atomok elektronszerkezetéről.

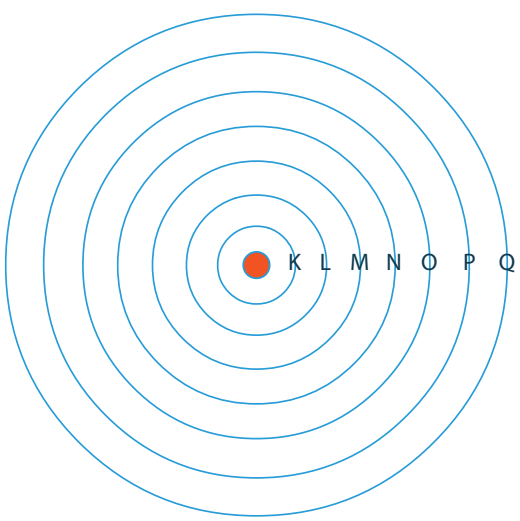
KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Mi köze az elektronburoknak a lila hagymához?

1. Vizsgáld meg egy lila hagyma belsejét! Mutasd be pár szóval, hogy mit láthatsz, amikor kettévágod a lila hagymát!
2. Volna-e eltérés abban az esetben, ha egy vöröshagymát vágnánk kettőbe? Ha igen, akkor mi?



A lila hagyma karikái hasonlítanak az elektronhéjakhoz



Az elektronhéjak

Amennyiben felvágunk akár egy lila, akár egy vöröshagymát, egyből a hagymahéjak (más néven hagymakarikák) tárulnak a szemünk elé.

Ugyanilyen alakzatot figyelhetnénk meg akkor is, ha gondolatban egy atomot vágnánk ketté: az elektronburok ugyanis ugyanúgy héjakból áll. Ezeket **elektronhéjaknak** nevezzük.

Az elektronhéjak az atommag körül azok a térrészek, amelyekben az elektronok mozognak. Az atomokban összesen hét darab elektronhéj található, amelyeket K, L, M, N, O, P és Q betűkkel jelölünk. Újabban egyre gyakrabban találkozunk a betűvel történő jelölés helyett a sorszámokkal történő jelöléssel is. Így a K-héjat 1. héjként, az L-héjat 2. héjként stb. is szokás jelölni.

3. Az elektronhéjakat bemutató ábra alapján döntsd el, hogy van-e méretbeli különbség az egyes héjak között? Ha igen, akkor melyik héj a legkisebb és melyik a legnagyobb méretű?

Az elektronhéjak közül az atommag közvetlen közelében található K-héj a legkisebb, míg a hetedik, vagyis az atommagtól legtávolabb elhelyezkedő héj a legnagyobb méretű.

Hogyan helyezkednek el az elektronok az egyes elektronhéjakon?

1. Melyik héjon lehet kedvezőbb az elektronnak elhelyezkednie: a K-héjon vagy a Q-héjon?
2. Elhelyezkedhet-e az atom összes elektronja például az 1. héjon?

A foszfor rendszáma 15. Ez azt jelenti, hogy a foszforatom atommagjában 15 darab proton található. Mivel az atom semleges kémiai részecske, az elektronburok 15 darab elektront tartalmaz.

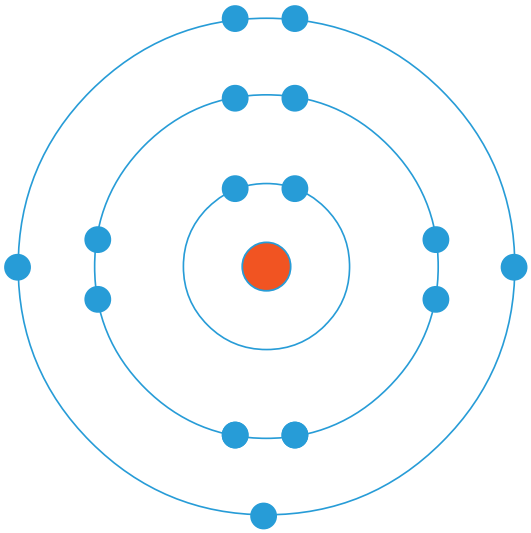
Az atommag vonzza az elektronokat, ezért azok igyekeznek a maghoz lehető legközelebb elhelyezkedni. Mivel azonban az elektronok negatív töltés-

sűek, egymást taszítják. Ennek következtében az egyes héjakon csak véges számú elektron foglalhat helyet. A legkisebb méretű héjon, a K-héjon összesen kettő elektron fér el. Az L-héjra legfeljebb nyolc, míg a 3. héjra maximum 18 darab elektron töltődhet.

3. Az jobboldali ábra alapján hány elektron található a foszforatom egyes elektronhéjain?

Az elektronok elektronhéjakra történő feltöltődését meghatározó legfontosabb szabály az **energiaminimumra való törekvés elve**. Az elektronok szabály szerint történő elhelyezkedése biztosítja a legstabilisabb, vagyis legkisebb energiájú szerkezetet.

Az elektronok elektronhéjakon történő elhelyezkedését **elektronszerkezetnek** nevezzük. A foszforatom elektronszerkezete 2,8,5. Ilyen formában jelöljük azt, hogy a K-héjon kettő, az L-héjon nyolc, míg az M-héjon öt elektron található.



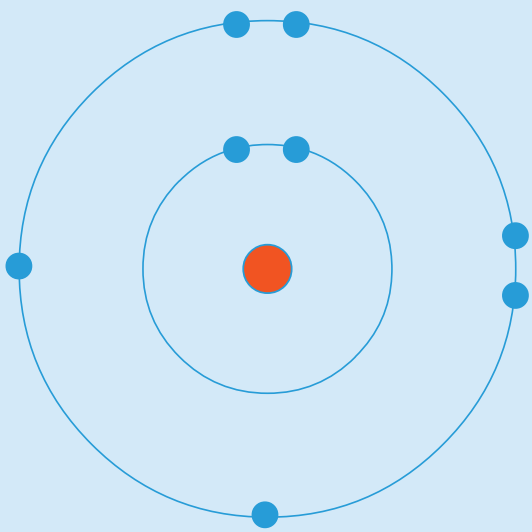
A foszforatom elektronjainak elhelyezkedése az egyes elektronhéjakon

JÓ, HA TUDOD!

Az elektronburok hét **elektronhéjból** áll, amelyeket K, L, M, N, O, P és Q betűkkel jelölünk. Az elektronok elektronhéjakra történő feltöltődését meghatározó szabály az **energiaminimumra való törekvés elve**. Az elektronok szabály szerint történő elhelyezkedése biztosítja a legstabilisabb, vagyis legkisebb energiájú szerkezetet. Az elektronok elektronhéjakon történő elhelyezkedését **elektronszerkezetnek** nevezzük.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Hány elektronhéjjal rendelkeznek az atomok?
2. Milyen jelölésrendszereket használnak az elektronhéjak jelölésére?
3. Legfeljebb hány elektron fér el a 3. elektronhéjon?
4. Melyik szabály érvényesül az elektronok elektronhéjakra történő feltöltődése során?
5. Melyik atom elektronszerkezete látható az ábrán?
6. Írd fel a nátrium-, az alumínium- és a klóratom elektronszerkezetét!
7. Melyik atom elektronszerkezete 2,8,8?



ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Hogyan lehet megfesteni egy lángot?

Amennyiben az elektronok elektronhéjakra történő feltöltődése megfelel az energiaminimumra való törekvés elvének, ún. **alapállapotú atomot** kapunk. Ha megfelelő nagyságú energiát közlünk (például melegítjük az anyagot), az atom **gerjesztett állapotba** kerül. Ilyenkor az atom legalább egy elektronja átkerül egy, az atommagtól távolabb elhelyezkedő, vagyis magasabb energiájú elektronhéjra. Az atom viszont igyekszik a felvett energiát minél hamarabb leadni. Az ilyenkor leadott energia sok esetben látható fény formájában távozik. Ez az elvi alapja az egyik leglátványosabb kémiai kísérletnek, az ún. **lángfestésnek**. A nátriumvegyületek sárga, a rubídiumvegyületek rubinvörös, a kalciumvegyületek téglavörös, a báriumvegyületek halványzöld színűre festik a lángot.

A lángfestés az alapja a tűzijátékoknak is. Ilyenkor a tűzijátékbombákba töltött anyagok kémiai részecskéinek egy része többletenergiához jut, majd ezt az energiát látható fényként sugározza ki.



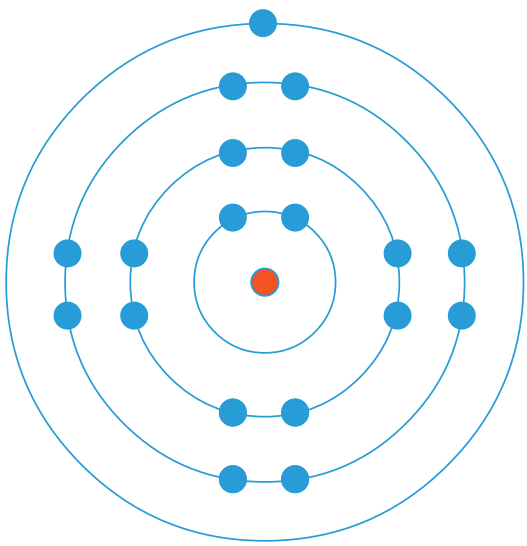
Lángfestés

Az atom felépítése azért jóval bonyolultabb

A fizika terén sokkal gyakrabban alkalmazott kvantummechanikai atommodell az elektronburok egy sokkal pontosabb felépítését írja le. A modell szerint az elektronhéjak **alhéjakból**, az alhéjak pedig **atompályákból** állnak. Egy-egy atompályán egyszerre legfeljebb kettő elektron tartózkodik.

Miben tér el a 18 elektronnál többet tartalmazó atomok felépítése?

Az eddigi ismeretek bevezetéséhez használt egyszerűsített atommodell az első 18 atom esetében viszonylag könnyen kezelhető. A 19-es rendszámú kálium esetében viszont már nehezen értelmezhető, hogy az elektronszerkezete miért 2,8,8,1, és miért nem 2,8,9. Természetesen ebben az esetben is érvényesül az energiaminimumra való törekvés elve. A jelenség magyarázata az, hogy nemcsak az egyes elektronhéjak, de az azokon belül található alhéjak energiaszintjei között is különbség van. Így a 4. héjnak van olyan alhéja, amelyik alacsonyabb energiaszintű, mint a 3. héj egyik alhéja. Így kedvezőbb az N-héj feltöltődésének megkezdődése úgy, hogy közben az M-héj még nem töltődött fel teljes egészében.



A káliumatom elektronjainak elhelyezkedése az egyes héjakon

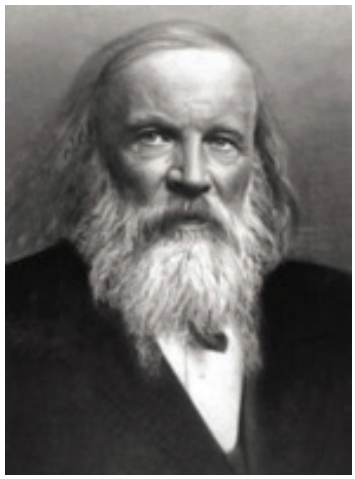
KITEKINTÉS

A kémiában gyakran hivatkozunk az ún. nemesgáz-elektronszerkezetre. Ez az elektronszerkezet egy energetikailag kedvező állapotot jelöl, emiatt a kémiai részecskék egy része arra törekszik, hogy ilyen elektronszerkezettel rendelkezzen. A későbbiekben megismerésre kerülő kémiai változások (más néven reakciók) egy része úgy játszódik le, hogy közben a kémiai részecskék elérik ezt a nemesgáz-elektronszerkezetet.

19. A periódusos rendszer

Napjainkban 118 elemet és valamivel több mint nyolcmillió vegyületet különböztetünk meg. Ezek egy részét már az ókorban is ismerték, nagyon sokat azonban a természettudomány folyamatos fejlődésével párhuzamosan fedeztek fel, illetve kísérleti úton azonosítottak.

Az 1800-as évek közepén már több mint félszáz elemet ismertek, ezért egyre nagyobb igény mutatkozott arra, hogy valamilyen formában rendszerezzék azokat. Nagyon sokan, sokféle módon megpróbálkoztak ezzel, azonban egy orosz tudós 1869-ben egy olyan táblázatot alkotott, amely alapját képezi a mai rendszerezésnek is. Ez a tudós Dmitrij Ivanovics Mengyelejev (1834–1907) volt.



Dmitrij Mengyelejev

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

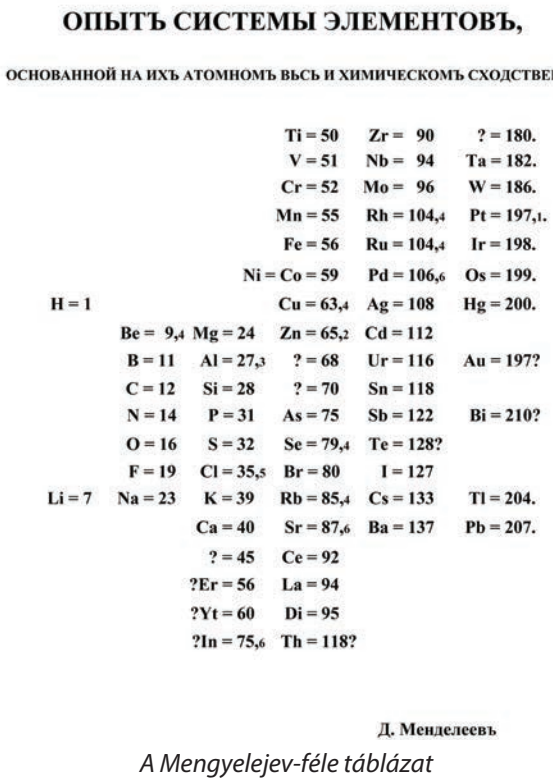
Most akkor táblázat vagy rendszer?

1. Mengyelejev az elemek periódusos táblázatának nevezte el a művét. Vizsgáld meg a bal oldali ábrát! Szerinted melyik a helyesebb megnevezés: táblázat vagy rendszer? A választásodat érvekkel támaszd alá!

Mengyelejev az elemek vizsgálata közben észrevette, hogy mindig talál három-három olyat, amelyek tulajdonságai nagyon hasonlók. A táblázatát ennek megfelelően úgy állította össze, hogy ezeket az elemeket egymás mellé rendezte. A táblázatában balról jobbra, illetve fentről lefelé helyezte el az egyre nehezebb elemeket.

Az ilyen módon történő elrendezés ráadásul rávilágított arra a tényre, hogy minden bizonnyal vannak olyan elemek, amelyeket addig (1869-ig) még nem fedeztek fel. Ezeket kérdőjelekkel jelölte.

2. Keress a Mengyelejev-féle táblázatban olyan vegyjelet, amelyeket ma már nem találunk meg a periódusos rendszerben! (A periódusos rendszert megtalálod a tankönyv végén.)



ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ,

ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ.

			Ti = 50	Zr = 90	? = 180.	
			V = 51	Nb = 94	Ta = 182.	
			Cr = 52	Mo = 96	W = 186.	
			Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,1.	
			Fe = 56	Ru = 104,4	Ir = 198.	
			Ni = Co = 59	Pd = 106,6	Os = 199.	
H = 1			Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200.	
	Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112		
	B = 11	Al = 27,3	? = 68	Ur = 116	Au = 197?	
	C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118		
	N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	Bi = 210?	
	O = 16	S = 32	Se = 79,4	Te = 128?		
	F = 19	Cl = 35,5	Br = 80	I = 127		
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	Tl = 204.	
		Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137	Pb = 207.	
		? = 45	Ce = 92			
		?Er = 56	La = 94			
		?Yt = 60	Di = 95			
		?In = 75,6	Th = 118?			

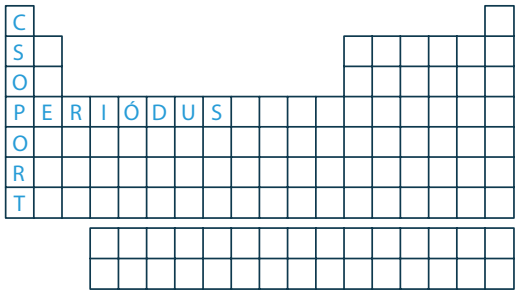
Д. Менделеевъ

A Mengyelejev-féle táblázat

Milyen hasonlóságok és különbségek vannak a Mengyelejev-féle táblázat és a ma használatos periódusos rendszer között?

1. Hasonlítsd össze a Mengyelejev-féle táblázatot a tankönyv végén szereplő periódusos rendszerekkel! Milyen szembetűnő hasonlóságokat és különbségeket veszel észre?

Napjainkban az ún. hosszú periódusos rendszert használjuk. Ebben jelenleg 118 elem található, a rendszámuk szerint sorba rendezve. A periódusos rendszer oszlopai nagyjából ugyanazokat az elemeket tartalmazzák, amelyeket Mengyelejev a táblázatában egy sorban csoportosított. Innen ered a mai periódusos rendszerek oszlopainak elnevezése: **csoportok**. A periódusos rendszer sorait pedig **periódusoknak** nevezzük.



A periódusos rendszer csoportokból és periódusokból áll

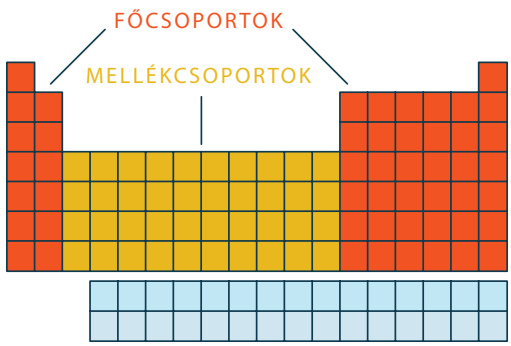
Két lényeges különbségre máris ráakadtunk: a napjainkban használt periódusos rendszer nagyjából kétszer több elemet tartalmaz, és a Mengyelejev-féle táblázathoz képest 90°-kal el van fordítva.

2. Vajon melyik elemet jelölhette a Mengyelejev-féle táblázat azon kérdőjele, amely mellé a 68-as számot írta?

A 68-as számmal jelölt kérdőjel a bórral (B) és az alumíniummal (Al) található egy sorban. A mai periódusos rendszerben a bór és az alumínium egymás alatt vannak, így a keresett elem az alumínium alatt helyezkedik el. Ez a gallium (Ga).

Milyen csoportok vannak a periódusos rendszerben?

1. Nézz utána az interneten, hogy milyen nevekkel jelölik a periódusos rendszer egyes csoportjait!



A fő- és mellékcsoportok helye a periódusos rendszerben

A periódusos rendszer csoportjait napjainkban 1-től 18-ig sorszámozzák. Régebben a magasabb oszlopokat **főcsoportoknak**, a középen található, alacsonyabb oszlopokat **mellékcsoportoknak** nevezték.

Az egyes fő- és mellékcsoportoknak külön nevet is adtak, amelyet a jobb oldali hasáb tetején látható táblázat tartalmaz.

A csoport jele	A főcsoport jele	A csoport neve
1. csoport	I. főcsoport	alkálifémek *(kivétel a hidrogén)*
2. csoport	II. főcsoport	alkáliföldfémek
13. csoport	III. főcsoport	földfémek
14. csoport	IV. főcsoport	a széncsoport elemei
15. csoport	V. főcsoport	a nitrogéncsoport elemei
16. csoport	VI. főcsoport	az oxigéncsoport elemei
17. csoport	VII. főcsoport	a halogének
18. csoport	VIII. főcsoport	a nemesgázok

Miért van kétféle periódusos rendszer?

1. Hasonlítsd össze a tankönyv végén található, kétféle periódusos rendszert! Milyen hasonlóságokat és milyen különbségeket fedeztél fel?

A különböző kémiai tárgyú könyveket lapozgatva kétféle periódusos rendszerrel találkozhatunk. Az egyik változat **az atomok periódusos rendszere**. Ebben az atomokkal kapcsolatos jellemző adatok jelennek meg, mint például a rendszám, illetve az elektronszerkezet. A periódusos rendszerek másik változata **az elemek periódusos rendszere**, ami az elemek legfontosabb adatait tartalmazza. Ezek például a halmazállapot, az olvadás- és forráspont, a sűrűség, a fémes, félfémes és nemfémes jelleg.

Milyen kapcsolat van az atom periódusos rendszerben elfoglalt helye, valamint az elektronszerkezete között?

1. Írd fel a 17-es rendszámú klóratom elektronszerkezetét!

2. Keresd meg a klórt az atomok periódusos rendszerében! Melyik periódus és melyik főcsoport eleméről van szó?

3. Hasonlítsd össze a klóratom elektronszerkezetét és a periódusos rendszerben elfoglalt helyét! Milyen kapcsolatot fedezel fel a kettő között?

A klóratom rendszáma 17, vagyis az atommagjában 17 darab proton, míg az elektronburokjában ugyanennyi elektron található. A klóratom elektronszerkezete 2,8,7. Ez azt jelenti, hogy a klóratom elektronjai három elektronhéjon helyezkednek el, a legkülső (az atommagól legtávolabb lévő) héjon hét darab elektron található.

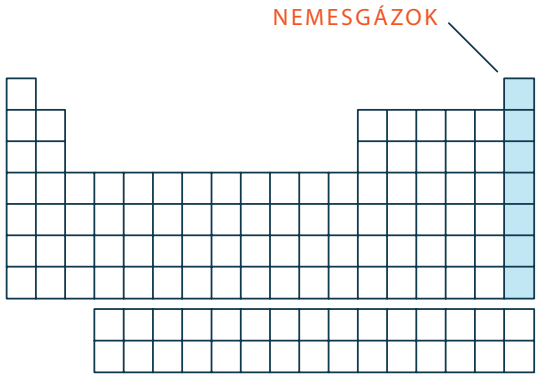
A klór a periódusos rendszer 3. periódusának és VII. főcsoportjának eleme.

Két hasonlóság is szembetűnő lehet. Az első az, hogy három elektronhéjon vannak elektronok, és a periódusos rendszer 3. periódusának eleme. A másik pedig a külső elektronhéjon előforduló elektronok és a főcsoport számának egyezése.

Általánosságban kijelenthető, hogy **egy atom elektronszerkezete és a periódusos rendszerben elfoglalt helye** között kapcsolat áll fenn. A periódus sorszáma megegyezik azon elektronhéjak számával, amelyre legalább egy darab elektron került, a főcsoport száma pedig a külső elektronhéjon előforduló elektronok számával egyezik meg.

A mellékcsoportok esetében ennél bonyolultabb a kapcsolat.

Itt érdemes megjegyezni, hogy a nemesgázok, vagyis a VIII. főcsoport elemei nagyon stabilis elektronszerkezettel rendelkeznek, amelyet úgy is szokás nevezni, hogy **nemesgáz-elektronszerkezet**. Számos olyan kémiai változással fogunk a későbbiekben megismerkedni, amelyek egyik mozgatórugója az lesz, hogy a kémiai részecskék igyekeznek ezt a nemesgáz-elektronszerkezetet elérni.



A nemesgázok a periódusos rendszer VIII. főcsoportjának elemei

JÓ, HA TUDOD!

A periódusos rendszer egy olyan táblázat, amely az elemeket a tulajdonságaik és az atomok rendszáma szerint rendezve tartalmazza. A periódusos rendszer sorait **periódusoknak**, oszlopait **csoportoknak** nevezzük. Az egyes csoportoknak saját nevük is van. Az **atomok periódusos rendszere** az atomok jellemzőit, az **elemek periódusos rendszere** az elemek jellemzőit tartalmazza.

Egy atom **elektronszerkezete és a periódusos rendszerben elfoglalt helye között kapcsolat** áll fenn. A periódus sorszáma megegyezik azon elektronhéjak számával, amelyre került elektron, a főcsoport száma pedig a külső elektronhéjon előforduló elektronok számával.

Különösen stabilis elektronszerkezettel rendelkeznek a nemesgázatomok. Ezt a szerkezetet **nemesgáz-elektronszerkezetnek** is szokás nevezni.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Összesen hány periódust tartalmaz a periódusos rendszer?
2. Hány főcsoportot különböztetünk meg a periódusos rendszerben?
3. Mi az összefoglaló neve a VII. főcsoport elemeinek?
4. Melyik főcsoport elemeit nevezzük alkáliföldfémeknek?
5. Írd fel a 12-es rendszámú magnézium elektronszerkezetét! Az elektronszerkezet alapján melyik periódus és melyik főcsoport eleméről van szó? Ellenőrizd az eredményed a tankönyv végén található periódusos rendszerek segítségével!
6. Egy atom a periódusos rendszer 2. periódusának VI. főcsoportjában helyezkedik el. Melyik ez az atom? A periódusos rendszerben elfoglalt helye alapján írd fel az atom elektronszerkezetét!

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Hová tűnt a didínium?

Mengyelejev 1869-ben olyan elemeket is elhelyezett a táblázatában, amelyeket a mai periódusos rendszerekben már nem találunk meg. Ilyen például a didínium (Di). Ma már tudjuk, hogy önálló elemként nem létezik, mivel ez valójában két különálló elem: a prazeodímium (Pr) és a neodímium (Nd). Napjainkban a neodímium a belőle készített mágnesek miatt lehet ismerős.

Mengyelejev jóslatai sem igazolódtak minden esetben

Mengyelejev a munkássága során összesen 16 elem felfedezését jósolta meg, azonban ezek közül nyolc elképzelés téves volt. Az első sikeresen megjósolt elem a gallium volt (1875). A szintén megjósolt germániumot csak 1886-ban, a táblázat megalkotása után 17 évvel fedezték fel.

Miért olyan nagy dolog az, hogy 1869-ben megalkotott periódusos táblázat a rendszámmal összefüggésbe hozható?

Bár ma már egyértelmű a periódusos rendszer és az elektronszerkezet, valamint a rendszám közötti kapcsolat, 1869-ben erre senki sem gondolhatott. Ekkor ugyanis még fel sem fedezték az elektront és a protont.



Neodímiummágnesek

Hová fog kerülni a majdani 119. elem a periódusos rendszerben?

A 2010-es években a periódusos rendszer 7. periódusa teljesen feltöltődött. Ez azt is jelenti, hogy a jövőben, az igen bonyolult magfizikai és magkémiai változások során létrehozandó új elemek már a nyolcadik periódusban fognak helyet foglalni.

A lantanoidák és aktinoidák

A periódusos rendszer alsó részében van két különállóként jelölt elemcsoport. A felső sorban a lantanoidák, míg alattuk az aktinoidák találhatók. A lantanoidák valójában a 6., míg az aktinoidák a 7. periódus elemei. A két elemcsoportot tagjait összefoglaló néven ritkaföldfémeknek nevezzük.

KITEKINTÉS

A periódusos rendszert sokan a kémikusok kristálygömbjének is szokták nevezni. Az elemek ilyen módon történő rendszerezése ugyanis olyan információkat is megmutat, amelyek egyébként szöveges formában (vagy számokkal jelölve) nem jelennek meg a periódusos rendszerben. A későbbi tanulmányod során számodra is lehetőség nyílik néhány ilyen információt felfedezni.



A periódusos rendszer nagy valószínűséggel sokkal több valós információ megjóslására alkalmas, mint a jósok által használt kristálygömb

20. A molekulák felépítése és fontosabb jellemzői

Az előző órákon megismerkedhettünk a legkisebb, kémiai módszerekkel tovább már nem osztható kémiai részecskével, az atommal és annak felépítésével. Az élő és élettelen környezet felépítésében azonban másféle kémiai részecskék is részt vesznek. Ilyen kémiai részecske például a molekula.

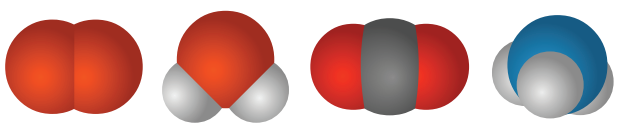
KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Hogyan jönnek létre a molekulák?

Az atomok egy része közönséges körülmények között olyan könnyen részt tudna venni egy kémiai átalakulásban, hogy emiatt nem is fordul elő a természetben. Ilyen például az oxigén- vagy a hidrogénatom is.

Az ilyen atomok számára energetikailag sokkal kedvezőbb állapot alakul ki, ha egymással valamilyen formában összekapcsolódnak. Az ilyen összekapcsolódást **kémiai kötésnek** nevezzük. A kémiai kötés egy erős kölcsönhatás az atomok között, amelynek létrejötte során a kémiai részecskék alacsonyabb energiájú, számukra kedvezőbb állapotba kerülnek. Ha az atomok ilyen formában összekapcsolódnak, molekulák jöhetnek létre. A **molekulák** tehát olyan elektromosan semleges kémiai részecskék, amelyek legalább két atom kémiai kötéssel történő összekapcsolódásával jönnek létre.

1. Milyen és hány atom kapcsolódik össze az alábbi négy molekulában?



oxigén-molekula | víz-molekula | szén-dioxid-molekula | ammónia-molekula

Az egyes molekulák kettő vagy több atom összekapcsolódásával jönnek létre. Az oxigénmolekula például két darab oxigénatomból épül fel. A molekulák kémiai jelölésére a **képletet** használjuk. Az oxigénmolekula képlete O_2. Ez a jelölés jelzi, hogy két darab oxigénatom kapcsolódott össze a molekulában.

A vízmolekula képlete a H_2O. Benne egy oxigénatom két hidrogénatommal kapcsolódik össze kémiai kötéssel. A szén-dioxid-molekulában a szénatomhoz két oxigénatom kötődik, a képlete CO_2. Az ammóniamolekulában a nitrogénatomhoz három hidrogénatom kapcsolódik, így a képlete NH_3.

2. Miben tér el leginkább az oxigénmolekula felépítése a másik három molekulától, ha a kapcsolódó atomok számát nem vesszük figyelembe?

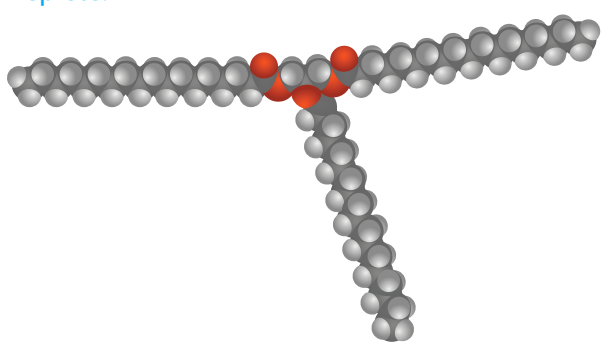
A molekulákat az alkotó atomok minősége szerint két nagy csoportba soroljuk. Az olyan molekulákat, amelyek kizárólag egyféle atomot tartalmaznak, **elemmolekuláknak** nevezzük. Ilyen például az oxigénmolekula is. Amennyiben egy molekula felépítésében többféle atom vesz részt, **vegyületmolekuláról** beszélünk. A víz, a szén-dioxid és az ammónia is vegyületmolekulákból áll.

Mekkora egy molekula?

Bár a molekulák – az atomokhoz hasonlóan – rendkívül kis méretű kémiai részecskék, az élőlényekben számos óriási méretű molekula is előfordul. Ezeket a nagyon sok atomból felépülő molekulákat **makromolekuláknak** nevezzük. Idetartoznak például az élőlények felépítésében résztvevő zsírok és olajok, a fehérjék, vagy például a cellulóz és a keményítő. A vegyipar által előállított műanyagok szintén makromolekulákat tartalmaznak.

Azt azért mindenképpen érdemes kiemelni, hogy még a makromolekulák is túl kicsik ahhoz, hogy szabad szemmel láthassuk azokat.

1. Az ábrán a glicerin-trisztearát nevű vegyületmolekula modellje látható. Ez a molekula számos zsírban megtalálható. Nézz utána a szakkönyvekben vagy az interneten, hogy mi a molekula képlete!



A glicerin-trisztearát-molekula modellje

2. Ránézésre hány atomot tartalmaz a molekula?

A makromolekulák olyan sok atomot tartalmaznak, hogy bármennyire is igyekszünk azt digitális modellel a leghelyesebben bemutatni, sok atom egyszerűen nem látszik a többi takarása miatt. A glicerin-trisztearát esetében például néhány hidrogénatom „elbújik" a többi atom mögött. A fenti vegyületmolekula képlete: $C_{57}H_{110}O_6$, vagyis összesen 173 atomból épül fel.
Ugyan a 173 atom soknak tűnik, egy fehérjemolekula sokszor több ezer atomot is tartalmaz.

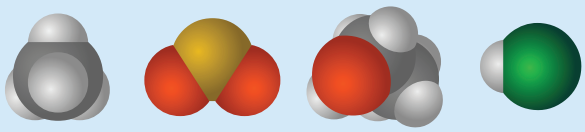
A glicerin-trisztearát-molekula modelljén legalább 25 atomot nem látunk a többi atom takarása miatt.

JÓ, HA TUDOD!

Számos atom számára energiatartalom tekintetében sokkal kedvezőbb állapot alakul ki, ha más atomokkal valamilyen formában összekapcsolódik. Az ilyen összekapcsolódást **kémiai kötésnek** nevezzük. A **molekulák** olyan elektromosan semleges kémiai részecskék, amelyek legalább két atom kémiai kötéssel történő összekapcsolódásával jönnek létre. Az olyan molekulákat, amelyek kizárólag egyféle atomot tartalmaznak, **elemmolekuláknak** nevezzük. Amennyiben egy molekula felépítésében többféle atom vesz részt, **vegyületmolekuláról** beszélünk. A nagyon sok atomból felépülő molekulákat **makromolekuláknak** nevezzük.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Mit nevezünk kémiai kötésnek?
2. Mit nevezünk molekulának?
3. Add meg a következő molekulák képletét! Hány atomot tartalmaznak az alábbi molekulák?



metán-molekula | kén-dioxid-molekula | etanol-molekula | hidrogén-klorid-molekula

4. Mit nevezünk elemmolekulának? Mit nevezünk vegyületmolekulának?
5. Adj egy példát elemmolekulára!
6. Adj legalább két példát vegyületmolekulára!
7. Mit nevezünk makromolekulának? Hol fordulhatnak elő makromolekulák?
8. Keress és próbálj ki az interneten 3D-s, molekulamodellező alkalmazás(oka)t! Milyen szembetűnő különbségeket figyelhetsz meg a víz-, a hidrogén-, a szén-tetraklorid-, valamint a kénsavmolekulák modelljében?

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

A molekulák alakja

A molekulák különböző térbeli alakzatokat vehetnek fel. Így vannak lineáris (például a hidrogén-klorid- vagy az oxigénmolekula), V-alakú (például a víz- vagy a kén-dioxid-molekula), síkháromszög, tetraéderes stb. alakú molekulák.

A molekulák tervezése sok esetben már számítógéppel működik

Napjainkra a hagyományos kísérletezés helyett gyakran már számítógépek segítségével tervezik meg az egyes molekulákat (például a gyógyszermolekulákat). A 2013-ban Nobel-díjjal jutalmazott tudósok munkásságnak lényege, hogy lehetővé

tették azt, hogy egy egész molekula vizsgálatakor jobban fókuszáljanak a molekula igazán fontos részére. Így amikor azt vizsgálják, hogy milyen formában kötődik egy gyógyszermolekula az élő szervezetben, akkor csak a kötőhelyet fogják részletesen vizsgálni (kvantumfizikai alapokon), a molekula többi részének modellezése kevésbé lényeges.

A molekulák polaritása

A molekulákban az elektronok eloszlása lehet egyenletes vagy egyenlőtlen. Szimmetrikus elektroneloszlás esetén apoláris, aszimmetrikus elektroneloszlás esetén poláris molekulákról beszélünk. A molekula polaritása hatással van az anyagi halmaz fizikai tulajdonságaira, mint a halmazállapotra, az olvadás- és forráspontra, az oldhatóságra stb. Apoláris molekulái vannak a metánnak, míg például a víz poláris molekulákból épül fel.

Valóban ezüstmolekulák vannak a dezodorokban?

A reklámokban gyakran találkozunk talán túlságosan is tudományosnak hangzó szövegekkel. Ezek célja meggyőzni a potenciális vásárlókat arról, hogy a reklámozott termék kiváló minőségű. Sajnos sok esetben igen nagy butaságok is elhangzanak. Az egyik ilyen a dezodorba töltött „baktériumölő ezüstmolekulák". Az igaz, hogy az ezüstnek fertőtlenítő hatása van, de az ezüstatomok nem képesek molekulákká összekapcsolódni.

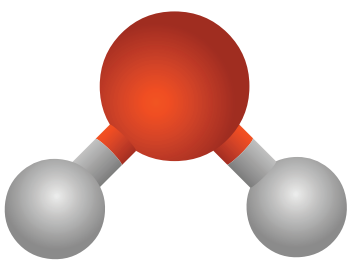


A dezodorok biztosan nem tartalmaznak ezüstmolekulákat

A molekulákon belül működő kémiai kötés

A molekulákban kialakuló kémiai kötést kovalens kötésnek nevezzük. Ez úgy jön létre, hogy az atomok elektronokat tesznek közössé. A vízmolekulában például két kovalens kötés jön létre.

Gyakran előfordul, hogy a modelleket úgy állítjuk össze, hogy a kialakuló kovalens kötéseket pálcikákkal jelöljük. Ez szemléletes ugyan, de nem teljesen helyes megoldás, mivel a kötés lényege, hogy az atomok között szoros kapcsolat van, miközben ez a kötés semmilyen formában nem eredményez az atomok között nagyobb távolságot.



A vízmolekula modelljében a gömbök közötti pálcikák a kovalens kötést jelölik

KITEKINTÉS

A kémiai részecskéknek van egy harmadik nagy csoportja is, amelyeket összefoglaló néven ionoknak nevezünk. A világunkat végtelen számú atom, molekula és ion építi fel. A kémiai részecskék között erősebb és gyengébb kémiai kötések alakulnak ki. Az erősebb kötéssel összekapcsolt részecskék kémiai változásához több, a gyengébb kötéssel összetartott részecskék átalakításához kevesebb energia szükséges.

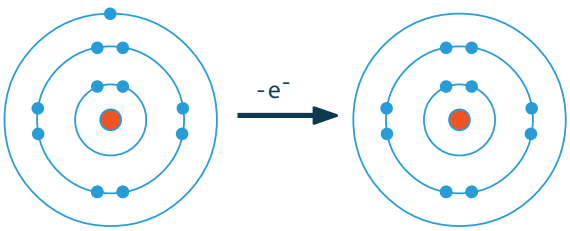
21. Az ionok és az ionvegyületek

Az anyagi halmazokat felépítő atomok és molekulák elektromosan semleges kémiai részecskék. Bennük a protonok és az elektronok száma megegyezik. A környezetünkben és az élő szervezetekben azonban töltéssel rendelkező kémiai részecskék is előfordulnak.

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Hogyan jönnek létre az ionok?

Amennyiben egy nátriumatommal kellően nagy mennyiségű energiát közlünk, a legkülső elektronja leszakad. Ezt a folyamatot szemlélteti az alábbi ábra, amelynek a bal oldalán a nátriumatom, a jobb oldalán az újonnan létrejött részecske látható.



A nátriumatom egy elektron leadásával új kémiai részecskévé alakul

1. Hány proton és hány elektron található a nátriumatomban?
2. Írd fel a nátriumatom elektronszerkezetét!
3. Hány proton és hány elektron található abban a kémiai részecskében, ami a nátriumatomból egy elektron leadásával jött létre? Semleges-e az így létrejött részecske? Ha nem, akkor milyen töltése van?
4. Írd fel az újonnan létrejött részecske elektronszerkezetét! Melyik atomnak ugyanez az elektronszerkezete?
5. Vajon mi lehet annak az oka, hogy pont a legkülső elektron szakad le?

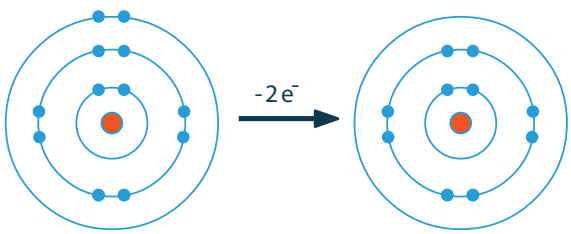
A nátrium rendszáma 11, így az atommagjában 11 darab proton, az elektronfelhőjében pedig 11 darab elektron található. Mivel a pozitív és negatív töltésű elemi részecskék száma megegyezik, a nátriumatom semleges. A nátriumatom elektronszerkezete 2,8,1.

Ha a nátriumatom lead egy elektront, az újonnan létrejött részecskében a 11 darab proton mellett már csak 10 elektron lesz. A részecskében eggyel több a pozitív töltésű elemi részecskék száma, mint a negatív töltésűeké. A részecske emiatt egyszeresen pozitív töltésű lesz. Az olyan kémiai részecskéket, amelyekben a protonok és elektronok száma nem egyezik meg, **ionoknak** nevezzük. Azokat az ionokat, amelyekben a protonok száma nagyobb, mint az elektronok száma, **kationoknak** nevezzük.

A nátriumatomból kialakuló nátriumion kémiai jele (képlete): Na^+, az elektronszerkezete: 2,8. Ugyanilyen elektronszerkezettel rendelkezik a nemesgázok közé tartozó neon is. Számos ion kialakulásának mozgatórugója az, hogy az elektronleadással stabilis, nemesgáz-elektronszerkezetű részecske jön létre.

Az atomok legkülső elektronjára hat legkevésbé a magban található protonok vonzóereje, így azt lehet a legkisebb energiamennyiséggel leszakítani. Ezért a legkülső elektronok szakadnak le legkönnyebben.

Hány elektron szakadhat le egy atomról?



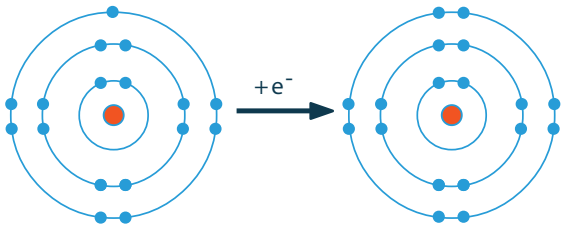
Akár két elektron is leszakadhat az atom legkülső elektronhéjáról

1. Melyik atom ionná alakulása figyelhető meg az ábrán?
2. Hány proton és hány elektron lesz az ionban? Milyen töltése lesz az ionnak?

Az atomok kellően nagy mennyiségű energia hatására akár 2-3 elektront is képesek leadni. A magnéziumatom például két elektron leadásával alakul át a nemesgáz-elektronszerkezetű magnéziumionná. A kétszeres pozitív töltésű magnéziumion képlete: Mg^{2+}.

Csak elektronleadással jöhetnek létre ionok?

Amennyiben egy klóratommal kellően nagy mennyiségű energiát közlünk, a legkülső elektronhéjára egy elektron tud belépni.



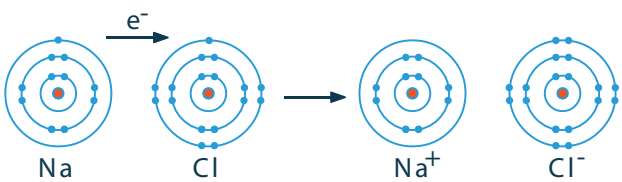
A klóratom elektronfelvétellel alakul ionná

1. Hány proton és hány elektron található a klóratomból képződő kloridionban? Milyen töltésű részecske a kloridion?

A kloridion atommagjában 17 darab proton található, míg az elektronfelhőben 18 elektron fordul elő. Az ionban tehát eggyel több a negatív töltésű elemi részecske, mint a pozitív töltésű, vagyis a kloridion egyszeresen negatív töltésű, kémiai jele: Cl^-. A negatív töltésű ionokat összefoglaló néven **anionoknak** nevezzük.

2. Honnan érkezik az anionok képződéséhez szükséges elektron?

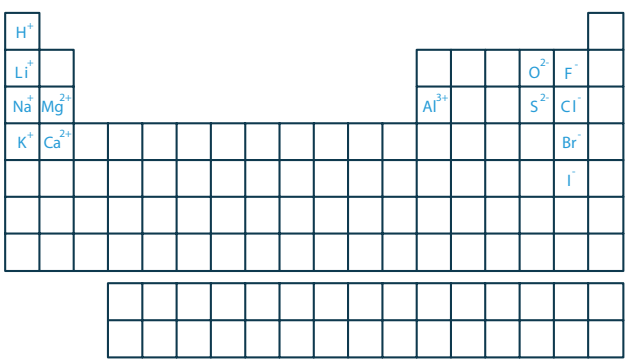
A klóratom azt az elektront tudja felvenni, amit egy másik atom, például egy nátriumatom ionná alakulása közben lead. Vagyis a kationok és anionok képződése egyszerre játszódik le.



A kationok és az anionok képződése egyszerre megy végbe

Honnan lehet tudni, hogy kation vagy anion képződik-e az atomból?

Az alábbi periódusos rendszer főcsoportjaiba a gyakran előforduló ionok egy részét helyeztük el.



1. Milyen kapcsolat vehető észre az ion töltése és az ion létrejöttéhez szükséges atom főcsoportban elfoglalt helye között?

Egyes ionok töltésének eldöntéséhez segítséget jelent a periódusos rendszer. Ha az atom a periódusos rendszer I. főcsoportjában található, belőle egyszeresen pozitív töltésű kation jön létre. A II. főcsoport elemeiből kétszeresen, a III. főcsoport fémeiből háromszorosan pozitív töltésű ion képződik.

A halogének egyszeresen, míg az oxigén és a kén kétszeresen negatív töltésű aniont képeznek.

2. Vizsgáld meg az alábbi táblázatot! Milyen hasonlóság figyelhető meg az eddig megismert kationok nevében? Miben tér el az anionok elnevezése?

A kationok		Az anionok	
képlete	**neve**	**képlete**	**neve**
H^+	hidrogénion	F^-	fluoridion
Na^+	nátriumion	Cl^-	kloridion
K^+	káliumion	Br^-	bromidion
Mg^{2+}	magnézium-ion	I^-	jodidion
Ca^{2+}	kalciumion	O^{2-}	oxidion
Al^{3+}	alumínium-ion	S^{2-}	szulfidion

A kationok nevét úgy képezzük, hogy az atom nevéhez hozzáillesztjük az „-ion” végződést. Ezzel szemben az anionok elnevezése során olykor az atom neve is módosul, illetve „-idion” végződést kap a név.

Hogyan lesz az anyagi halmaz semleges, ha töltéssel rendelkező kémiai részecskékből épül fel?

A különböző anyagi rendszereket nagyon sok atom, molekula vagy ion építi fel. Amennyiben az anyagi halmaz kizárólag ionokból áll, abban kationok és anionok is előfordulnak. A kationok és az anionok között vonzás alakul ki.

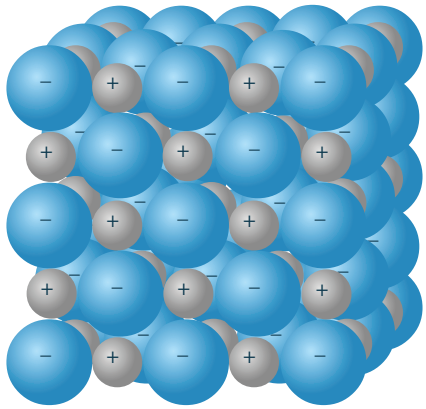
1. Milyen feltételnek kell teljesülnie ahhoz, hogy az ionokat tartalmazó anyagi halmaz semleges legyen?

Az ionokat tartalmazó anyagokban kationok és anionok egyaránt előfordulnak. Az anyag úgy lehet semleges, ha a benne előforduló pozitív és negatív

töltésű ionok töltései tökéletesen kiegyenlítik egymást, vagyis az ellentétes előjelű töltések száma megegyezik.

Az ionokból álló anyagi halmazokat **ionvegyületeknek** nevezzük. Az ionvegyületek összetételét képlettel jelöljük. A NaCl-képlet azt jelenti, hogy a nátrium-kloridban (a konyhasóban) ugyanannyi a nátriumion és a kloridion. Ezzel szemben az $AlBr_3$-képlet azt jelöli, hogy a semleges anyagi rendszerben háromszor több bromidion van, mint alumíniumion.

Néhány fontosabb ionvegyület képletét és nevét az alábbi táblázat tartalmazza.



Az ionvegyületekben kationok és anionok egyaránt előfordulnak

	Cl^-	**Br^-**	**O^{2-}**	**S^{2-}**
Na^+	NaCl	NaBr	Na_2O	Na_2S
	nátrium-klorid	nátrium-bromid	nátrium-oxid	nátrium-szulfid
K^+	KCl	KBr	K_2O	K_2S
	kálium-klorid	kálium-bromid	kálium-oxid	kálium-szulfid
Mg^{2+}	$MgCl_2$	$MgBr_2$	MgO	MgS
	magnézium-klorid	magnézium-bromid	magnézium-oxid	magnézium-szulfid
Ca^{2+}	$CaCl_2$	$CaBr_2$	CaO	CaS
	kalcium-klorid	kalcium-bromid	kalcium-oxid	kalcium-szulfid
Al^{3+}	$AlCl_3$	$AlBr_3$	Al_2O_3*	**
	alumínium-klorid	alumínium-bromid	alumínium-oxid	

* Csak bizonyos körülmények között ionvegyület.

** Nem létezik.

JÓ, HA TUDOD!

Az olyan kémiai részecskéket, amelyekben a protonok és elektronok száma különbözik, **ionoknak** nevezzük. Azokat az ionokat, amelyekben a protonok száma nagyobb, mint az elektronok száma, **kationoknak** nevezzük. A kationok atomokból képződnek elektronleadással. Az elektronfelvétellel képződő ionokat összefoglaló néven **anionoknak** nevezzük. Az anionok negatív töltésűek. Az ionokból álló anyagi halmazokat **ionvegyületeknek** nevezzük. Az ionvegyületek összetételét képlettel jelöljük. Az ionvegyületekben elektrosztatikus vonzóerő működik.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Mit nevezünk ionnak?
2. Mit nevezünk kationnak?
3. Hogyan (mely atomokból és hány elektron leadásával) jön létre a lítiumion és az alumínium-ion?
4. Mit nevezünk anionnak?
5. Hogyan (mely atomokból és hány elektron felvételével) jön létre a szulfidion?
6. Add meg a következő ionvegyületek nevét: NaF, KI, AlI_3!
7. Add meg a következő ionvegyületek képletét: nátrium-jodid, magnézium-fluorid, alumínium-fluorid!

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Az egyszerű és összetett ionok

Az atomokból létrejött ionokat **egyszerű ionoknak** nevezzük. Az ionvegyületek felépítésében azonban összetett ionok is részt vehetnek. Például a mészkő (szabályos kémiai nevén: kalcium-karbonát) a kalciumionok (Ca^{2+}) mellett karbonátionokat (CO_3^{2-}) tartalmaz. Mészkőből épült fel a Bükk és az Aggteleki-karszt vidéke.

Az összetett ionok molekulákból jönnek létre.



Az Aggteleki-cseppkőbarlang

A mellékcsoportok ionjai

A mellékcsoportok elemei is képesek elektronleadással kationná alakulni. Így jön létre például a cinkatomból cinkion (Zn^{2+}). A mellékcsoportok elemeiből képződő kationok a legtöbb esetben nem nemesgáz-elektronszerkezetűek.

Ionok az oldatokban



Ionok oldatokban is előfordulhatnak. A csapvíz, az ásványvíz, a gyógyvizek, illetve a termálvizek számos iont tartalmaznak oldott állapotban. Ilyen például a nátriumion, káliumion, illetve a kloridion. Az ásványvizek iontartalmát a címkén kötelező feltüntetni. Például egy Magyarországon is kapható, igen népszerű erdélyi ásványvíz összetétele a következő:

- 1892 $\frac{\text{mg}}{\text{liter}}$ hidrogén-karbonát-ion,
- 311 $\frac{\text{mg}}{\text{liter}}$ kalciumion,
- 114 $\frac{\text{mg}}{\text{liter}}$ magnéziumion,
- 82,1 $\frac{\text{mg}}{\text{liter}}$ nátriumion.

Ionok az élő szervezetben

Egyes ionoknak az élő szervezetben is kiemelt jelentőségük van. Különösen igaz ez a nátriumionra és a káliumionra. A sejtek viszonylag magas káliumion-, de alacsony nátriumion-koncentrációjáért egy szállítófolyamat felelős. Maga a folyamat a **nátrium-kálium pumpának** köszönhető, amely a két iont a sejthártyán keresztül ellentétes irányba mozgatja. A nátrium-kálium pumpa működésének zavara komoly egészségkárosodással jár.

KITEKINTÉS

Gyakran elhangzik egy oldattal kapcsolatban, hogy savas kémhatású. Az oldat ezen tulajdonsága az oldatban túlsúlyban lévő oxóniumionnak köszönhető. A későbbi tanulmányaitok során látni fogjátok, hogy az ionok képződése sok esetben valamilyen kémiai változás eredménye. Így az oldat savasságát eredményező oxóniumionok is kémiai átalakulással jönnek létre.

22. Keszonbetegség

A keszonbetegség akkor jön létre, amikor nagy mélységből a búvár túl gyorsan, túl rövid idő alatt a felszínre jön. A fellépő elsődleges tünetek a szédülés, gyakran az eszméletvesztés, sőt, extrém esetben a keszonbetegség akár halálhoz is vezethet.

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Mi lehet a betegség kiváltója?

Ha megpróbáljuk végiggondolni, hogy mi változik a mélyből a felszínre emelkedés közben, hamar rájövünk, hogy ez csak a nyomás lehet. Megtanultuk ebben a fejezeteben, hogy a víz súlyából származó hidrosztatikai nyomás nagymértékben függ a vízmélységtől. Tíz méter magas vízoszlop nyomása önmagában akkora, mint a külső légnyomás, így például szervezetünknek a légnyomás kétszereséhez kell alkalmazkodni tíz méterrel a víz felszíne alatt.



Merülés a mélybe

Mi a betegség elsődleges oka?

A betegség meglehetősen veszélyes tüneteit a vérből kiváló nitrogén-, oxigén- és szén-dioxid-buborékok okozzák. Hogy hogyan, erre hamarosan kitérünk. A felsorolt anyagok gázok. De vajon mi bennük a közös?

Honnan származik a vérben lévő oxigén, nitrogén és szén-dioxid?

Nyilván gyorsan kitaláltad, hiszen erről már korábban tanultatok. Ezek a gázok a levegő legfontosabb alkotóelemei. A levegő több mint háromnegyed része nitrogén, majdnem negyede oxigén, és némi szén-dioxid is van benne.

Hogyan kerülnek gázok a vérbe?

Ebben a fejezetben tanultunk az oldatokról. Az oldatok oldószerből és oldott anyagból állnak. Az oldott anyag lehet szilárd halmazállapotú, mint például a só a tengerben vagy a cukor a teában, de a folyadékok gázokat is fel tudnak oldani.

Miből áll a vér?

A vér szerkezetéről és összetételéről később tanulunk részletesen. A vér a gerinces élőlények legfontosabb testnedve. Fontos alkotóit rendszeresen vizsgálva (vérvétel, vérképkészítés) az orvosok számos információt szerezhetnek a szervezetünkben zajló folyamatokról, betegségekről.

Mi a vér szerepe az emberi szervezetben?

A vér legfontosabb szerepe, hogy ez szállítja a testben a létfontosságú oxigént, a tápanyagokat, a vizet és az anyagcseretermékeket is. Az élet elképzelhetetlen anyagcsere nélkül. Az emberi anyagcsere elképzelhetetlen vér nélkül.

Miért probléma, ha sok gáz oldódik fel a vérben?

Ha sok gáz oldódik fel a vérben, az önmagában nem okoz gondot. A bajt az okozza, amikor a vérben oldódott gázok egy része a búvár hirtelen felszínre emelkedésekor kiválik a vérből buborékok formájában.

Miért válnak ki a feloldott gázok a vérből a nyomás csökkenésével?

Amikor a cukoroldatokról tanultunk, beszéltünk arról, hogy a meleg teában több cukor tud feloldódni, mint a hidegben. Ha nagyon elcukrozzuk a teát, ami a legkevésbé sem egészséges, azt tapasztaljuk, hogy a tea kihűlését követően cukor jelenik meg a pohár alján. A lehűlő tea egyre kevesebb cukrot tud oldatban tartani, így a felesleg folyamatosan kiválik a lehűlés során. A vérben lévő gázokkal hasonló a helyzet, de ott a hőmérséklet szerepét a nyomás tölti be. Nagy nyomáson sok gáz oldódik fel a vérben, majd amikor a nyomás csökkenni kezd, a felesleges gáz buborékok formájában kiválik a vérből, éppen úgy, ahogy a cukor kiválik a kihűlő teából.

Milyen gyorsan változik a nyomás a felszínre emelkedve?

Felmerülhet bennünk a kérdés, hogy mennyire lehet heves ez a folyamat. Vajon mennyire gyorsan változik a nyomás, ha a búvár a felszínre emelkedik? Megtanultuk, hogy a víz hidrosztatikai nyomása meglehetősen nagy a légnyomáshoz képest, hiszen a víz sokkal nagyobb sűrűségű, mint a levegő, és így ugyanakkora térfogatban sokkal nagyobb tömegű, ezáltal sokkal nagyobb tömegű víz található, mint levegő. Így nem meglepő, hogy 10 km levegőoszlop nyomása kevesebb, mint 10 méter vízoszlopé.

Miért okoznak gondot a kiváló buborékok?



A vért, ezt a létfontosságú testnedvet az erek szállítják. Az erekben a vért a szív pumpálja. A szív mozgatja a vért, ha kell, a gravitációs térrel szemben. Ha nem pumpálna a szív, hogyan juthatna oxigén az agyunkba? A vérerek behálózzák a szervezetet. Az erek jelentős hányadát teszik ki azok a hajszálerek, amelyek hajszálcsövekként juttatják el a sejtekbe a tápanyagot és a létfontosságú oxigént. A vér hajszálerekben való áramlásában már a hajszálcsövességnek is szerepe van. A hajszálcsövességről szintén ebben a fejezetben tanultunk. A vérből a nyomás csökkenésével apró buborékok válnak ki, amelyek eltorlaszolják ezeket a hajszálcsöveket, megakadályozva ezzel a sejtek oxigénellátását. Ez a jelenség az agy esetében okoz különösen nagy problémát, és vezet a korábban felsorolt tünetekhez. De az oxigénhiányos állapot a bőrre, az ízületekre, valamint a tüdőre is nagyon veszélyes.
Képaláírás: A szívből kifelé tartó erek (piros színnel jelölve) friss vért szállítanak, a szív felé tartó erek (kék színnel jelölve) oxigénszegény vért

Hogyan szabályozhatja a búvár a mélyből való felemelkedésének sebességét?

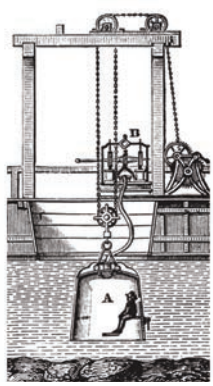
A búvár akkor tud a víz alá merülni, ha a rá ható felhajtóerő kisebb a súlyánál. Ezt úgy lehet elérni, hogy a búvár valamilyen súllyal megy le a mélybe, majd például egy ballon segítségével emelkedik. A súly, amit használ, nagy sűrűségű anyagból van, így a rá ható gravitációs erő lényegesen nagyobb, mint a felhajtóerő. Az emelkedéskor használt ballon esetében a ballont kitöltő gáznak köszönhetően a felhajtóerő lesz lényegesen nagyobb a ballon súlyánál. Ha a keszonbetegséget el akarja a búvár kerülni, fokozatosan emelkedhet fel a víz mélységeiből. Az emelkedés közben szakaszosan hosszabb időre meg kell állnia.

Hogyan szabadulunk meg a felesleges gázoktól a fokozatos felszínre emelkedés esetén?

Ha az emelkedés fokozatos, a buborékoknak van idejük kiürülni a szervezetből a tüdőn keresztül. A szükséges megállások hossza nagyban függ a merülés hosszától, körülményeitől.

Na de mi az a keszon?

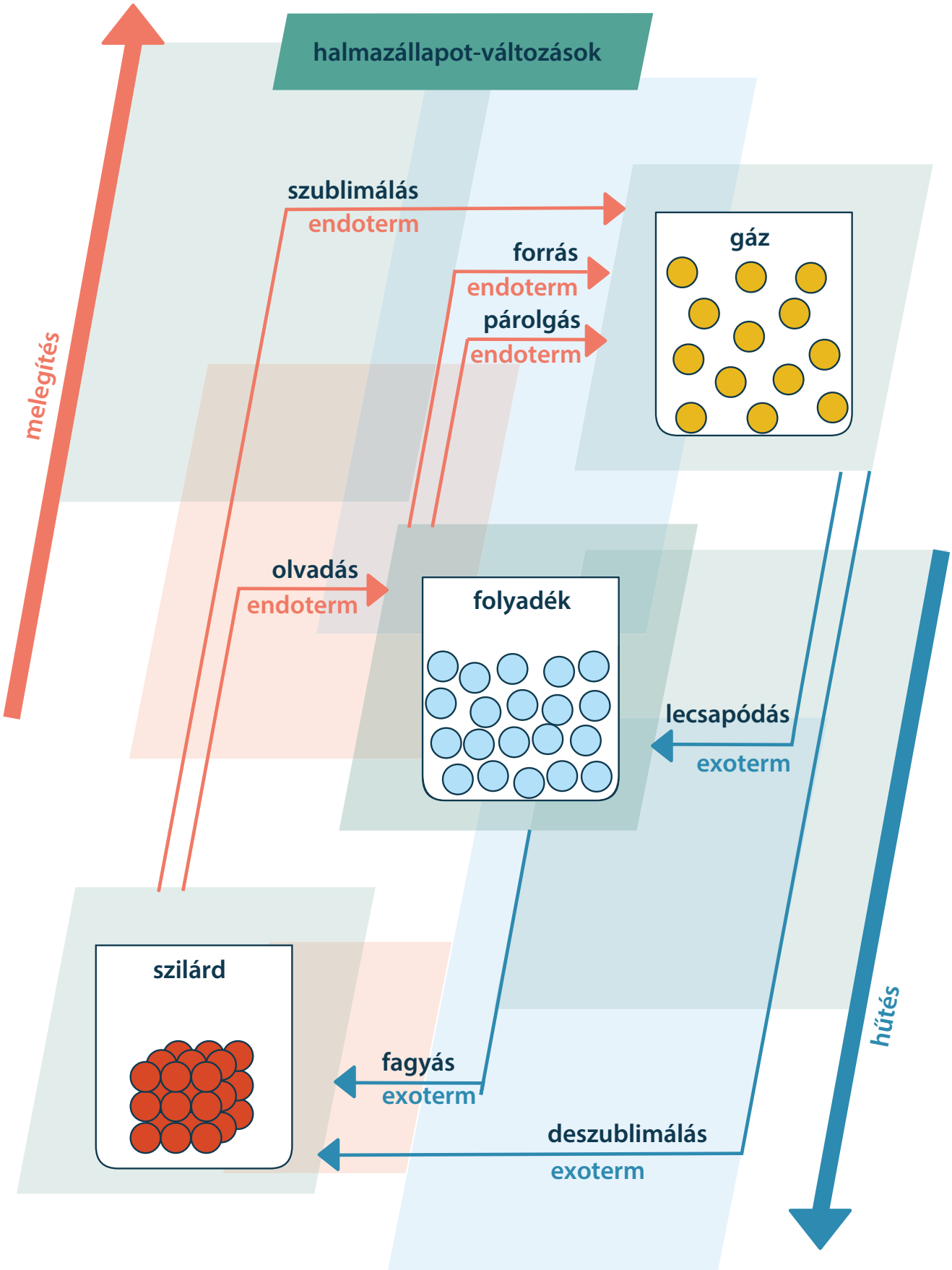
A keszonbetegség a nyomáskiegyenlítődés hiányáról szól. Arról, hogy a szervezet nem tud alkalmazkodni a gyorsan lecsökkent nyomáshoz. A keszon egy olyan alul nyitott szekrény, amelyből sűrített levegővel nyomták ki a vizet, és így a benne álló vagy ülő munkás levegőhöz jutott, miközben a mélységben dolgozott. A keszonban a nyomás az adott mélységben uralkodó nyomással egyenlő, így ha túl gyorsan emelkedik fel a keszon a benne helyet foglaló munkással, bekövetkezhet a címben szereplő keszonbetegség. (képaláírás: Munka a víz alatt)



Hol találkozhatunk hasonló problémával?

Ha valaki egy nyitott repülő szerkezettel gyorsan magasba emelkedik, vagy egy zárt repülő szerkezet falán nagy magasságban repedések keletkeznek, a nyomás gyors csökkenése következik be, ami hasonló problémákhoz vezethet. A fokozatos nyomáscsökkenést is megérzi szervezetünk, például az emelkedő utasszállító repülőgépben gyakori nyeléssel próbáljuk a nyomást kiegyenlíteni a környezetünk és a belsőnk között. Egy 10 000 méter magasan közlekedő repülőben nagyjából akkora nyomás van, mint egy 3000 méter magas hegy tetején. Így még elviselhető nyomáscsökkenéshez kell alkalmazkodnia a repülőgép utasainak, és a gép belső és külső fala közötti nyomáskülönbség sem lesz olyan nagy, mint ha a gépben a tengerszinti nyomás uralkodna. Ahogy erről tanultunk, a vízben a nyomás a mélyben úszót összenyomja, a magasban a repülőt a nyomáskülönbség szétfeszíteni próbálja.




halmazállapot-változások
melegítés
szublimálás
endoterm
forrás
endoterm
párolgás
endoterm
gáz
olvadás
endoterm
folyadék
lecsapódás
exoterm
szilárd
fagyás
exoterm
deszublimálás
exoterm
hűtés

az anyagi hamazok

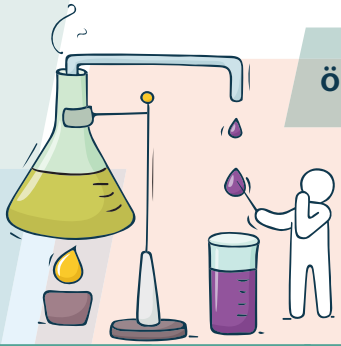
kémiailag tiszta anyagok

összetett anyagok

elemek

vegyületek

keverékek



atomok (pl. Na, Fe, C)

elemmolekulák (pl. O_2, H_2)

homogén rendszerek

kolloid rendszerek (pl. tej)

heterogén rendszerek

vegyületmolekulák (pl. HCl, CO_2, H_2O)

ionvegyületek (pl. NaCl, $MgBr_2$)



elemi részecskék

folyadékelegyek (pl. alkohol-víz)

oldatok

gázelegyek (pl. levegő)



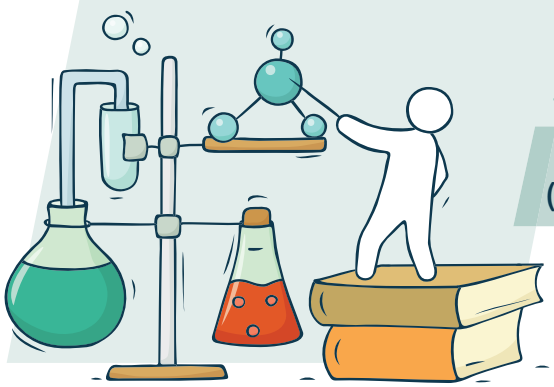
protonok

neutronok

elektronok

porkeverékek (pl. vas + kénpor)

egymással nem keveredő anyagok (pl. olaj + víz)



oldószer (pl. víz, benzin)

oldott anyag (szilárd, folyékony, gáz)


DNS
E=mc²







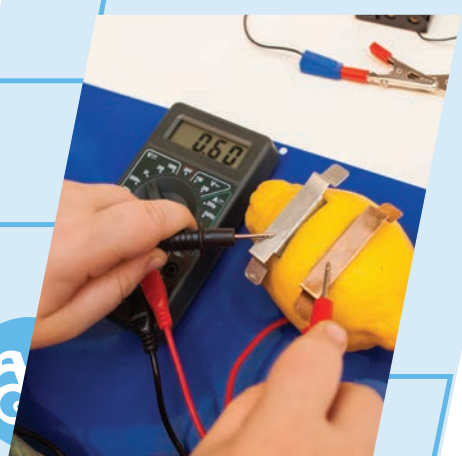


III. FEJEZET

VÁLTOZÁSOK, FOLYAMATOK, ENERGIA







1. Az energia fajtái

Az energia fogalmával a testek melegedésének és lehűlésének tanulmányozása során találkoztunk néhány leckével ezelőtt. Felismertük, hogy melegítés során energiát közlünk az anyaggal, hűtés során pedig az anyag energiát ad le a környezetének. Ezt az energiát hőnek neveztük. Jellemzően olyan folyamatokkal találkoztunk, ahol egy test hőmérsékletének növekedését egy nála melegebb test hőátadása okozta, ahogy például a forró leves felmelegíti a belemerített kanalat. Ugyanakkor számos olyan jelenséget ismerünk, amikor a melegedést okozó energiaátadás ettől eltérő módon történik. A gyorsan haladó kerékpárt lefékezve észrevehetjük, hogy a gumiból készült fékpofák jelentősen felmelegednek. Ha egy kézi pumpával fújunk fel egy focilabdát, a pumpa felmelegszik. Mitől melegedik a kerékpár fékpofája vagy a pumpa? Egy melegebb test felmelegítette? Ennek semmi jele. De akkor honnan származik a felmelegedést okozó energia? A fenti példák arra utalnak, hogy energiára nem csak hőátadással lehet szert tenni. Ebben a fejezetben az energiaátadás újabb módozataival ismerkedünk meg, és közben az energia számos új megjelenési formájával találkozhatunk.



Egy kerékpár fékrendszere

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Ha fázik a tenyered…



Téli hidegben rálehelünk a kezünkre, vagy összedörzsöljük a tenyerünket.

Téli hideg van, és nincs rajtad kesztyű. Hogyan melegíted meg a kezedet? Az egyik lehetőség, hogy meleg levegőt fújsz rá, vagyis rálehelsz. Mi történik ilyenkor? Az ember belső hőmérséklete 36 °C közelében van. A tüdődből kiáramló meleg levegő melegíti fel a kezedet azáltal, hogy hőt ad le a tenyerednek.

Van más megoldás is?

Ha összedörzsölöd a két tenyeredet, érzed, hogy felmelegszenek. A felmelegedés azt jelzi, hogy tenyered energiája megnőtt. De nem hőátadás történt, kezeid ritmikus mozgatása, két tenyered összedörzsölése okozta a melegedést, azaz a tenyered energiájának megnövekedését. A mozgó testeknek energiája van, amit **mozgási energiának** nevezünk. Kezeid mozgási energiája az összedörzsölés közben létrejövő súrlódás során alakul át hővé, és melegíti fel a tenyereidet.

A súrlódást használjuk fel egy gyufa meggyújtásához is. Tűzgyújtáskor a gyufa feje a gyufásdoboz érdes felületéhez dörzsölődik, és a súrlódás során keletkező hő melegíti fel, s lobbantja lángra a fejet alkotó gyúlékony anyagot. A gyufa Irinyi János, magyar vegyész találmánya.



A súrlódás során keletkező hő miatt gyullad meg a gyufa

Miért nem fogyott el az összedörzsölés közben a kezünk mozgási energiája?

Azért, mert izmaid folyamatosan mozgásban tartották a két kezed, energiát adtak át neki.

Az izmok működtetéséhez használt energiát pedig az elfogyasztott táplálékokból nyerjük.

Mi a forrása az ételeinkben lévő energiának?

Az ételeinkben lévő energia forrása a Nap energiája. A Nap energiájára van szükség a növények növekedéséhez, a növények elfogyasztásával pedig a növényevő állatok használják fel a Nap energiáját. Mi is az ételeinkben tárolt energiából nyerjük a testünk mozgatásához és belső hőmérsékletünk fenntartásához szükséges energiát.

Honnan ered a Nap energiája?

A Nap energiájának forrásai a Nap belsejében lezajló fizikai folyamatok, melyekben hidrogénatomok alakulnak át héliumatomokká. Eközben sokkal több energia szabadul fel, mint például az égés során. A Nap energiája a napfény révén jut el a Földre.

Az energiamegmaradás törvénye

Az energiaátalakulások vizsgálata során felismerhetjük az **energiamegmaradás törvényét**. A leírt példákban is látszik, hogy a különböző folyamatokban az energia átalakul egyik megjelenési formájából egy másikba. Ez általánosan is igaz. A természetben lezajló folyamatokban az energia különböző formái alakulnak át egymásba, miközben az összes energia megmarad. Energiát nem lehet a semmiből létrehozni, vagy megsemmisíteni. Az energiamegmaradás törvénye a természet leírásának egyik legfontosabb elve, amelynek segítségével megérthetjük a körülöttünk zajló fizikai, kémiai, biológiai folyamatokat.

Energiaátalakulások esés és emelkedés közben - a helyzeti energia

Hogyan változik a lehulló kókuszdió energiája?

A kókuszpálma tetejéről leesik egy kókuszdió. Kezdetben állt, nem volt mozgási energiája. Zuhanás közben a Föld vonzóereje miatt sebessége jól láthatóan egyre nő, és ezáltal a mozgási energiája is egyre nagyobb lesz.



A trópusokon veszélyt jelenthetnek a magasból lehulló kókuszdiók

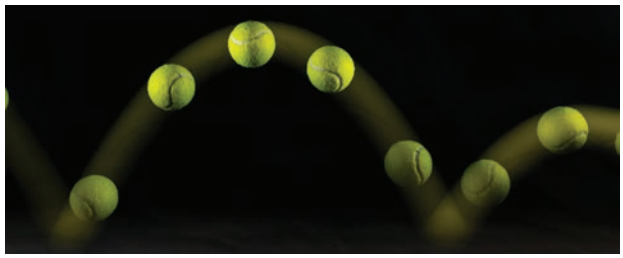
Hogyan teljesül esés közben az energiamegmaradás elve?

Ennek megértéséhez az energia egy újabb fajtáját kell számításba vennünk. A Föld gravitációs vonzása miatt a tárgyak leeshetnek. Ez azt jelenti, hogy ahhoz a helyhez képest, ahová leeshetnek van valamekkora energiájuk. Az ilyen energiát **helyzeti vagy magassági energiának** nevezzük. Az a test, amelyik magasabbról zuhan, nagyobb sebességgel ér földet. Zuhanás közben a testek magassági energiája csökken, éppen annyival, amennyivel a mozgási energiájuk növekszik. A magassági energia arányosan növekszik a magassággal. A magasságot egy alkalmasan választott kiindulási helyzettől mérjük, a kókuszdió esetében a talajszinttől, legtöbbször onnan, ahová a test az esés során leérkezik.

Hogyan változik a feldobott labda energiája?

A feldobott labda sebessége láthatóan csökken. Lassulásának oka, a Föld vonzóereje, ami lefelé irányul és csökkenti a labda sebességét, így mozgási energiáját. A magassági energiája viszont növekszik, éppen annyival, amennyivel a mozgási energiája csökken. Emelkedés közben a test mozgási energiája helyzeti energiává alakul át.

Rugalmas labda pattogása - a rugalmas energia



Pattogó teniszlabda

Ha egy rugalmas gumilabdát kemény padlóra ejtünk, az visszapattan.

Hogyan értelmezhetjük ezt a mozgást energiákkal?

A labdának kezdetben helyzeti energiája van. A helyzeti energia esés közben mozgási energiává alakul át. A labda a földet érés pillanatában egy rövid ideig megáll, de közben kismértékben behorpad. Ha egy rugalmas test alakja **megváltozik, rugalmas energiára** tesz szert. A leeső labda mozgási energiája földet éréskor rugalmas energiává alakul át. Ezután a labda elindul visszafelé, a deformáció megszűnik, és a rugalmas energia visszaalakul mozgási energiává. Emelkedés közben a mozgási energiából újra helyzeti energia lesz.



A talajjal való ütközés pillanatában az energia egy része átadódik a környezetnek

Ha az energiaátalakulások során az energia megmarad, miért nem pattant fel a labda a kezdeti magasságig?

A padlóval való ütközés során a labda mozgási energiája nemcsak rugalmas energiává alakul át. A labda energiájának egy része átadódik a földnek, a pattanás hangja is energiát szállít. Az ütközés során a talaj és a labda kismértékben fel is melegedhet. Így a labda mozgási energiája közvetlenül a visszapattanás után kisebb lesz, mint leérkezéskor, és ezért nem emelkedik fel az eredeti magasságig.

JÓ, HA TUDOD!

A mozgó testeknek **mozgási energiája** van. Ha a rugalmas testek alakja megváltozik, **rugalmassági energiára** tesznek szert. Ha egy test helyzete megváltozik például a talaj szintjéhez képest, azaz lejjebb vagy feljebb kerül, megváltozik a **helyzeti energiája**. Ha egy testet melegítünk, energiája nő. Energiát tartalmaznak az ételeink, és energiát hordoz a Nap sugárzása.

Energia nem keletkezik a semmiből, és nem is tűnik el vagy válik semmivé. Egy test energiája akkor változik meg, ha a test a környezetéből, azaz a vele érintkező, rá hatást gyakorló más testektől energiát vesz fel, vagy a környezetének energiát ad le.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Milyen energiafajtákat ismersz? Sorolj fel néhány példát ezek egymásba alakulására!
2. Egy asztalon meglökött, csúszó test lefékeződik, és végül megáll. Milyen energiaátalakulás zajlott eközben?
3. Egy golyót felfelé lökünk egy lejtőn, majd visszagurul. Írd le az energiaátalakulás lépéseit.
4. Egy rugóra akasztott test rezeg függőleges egyenes mentén. Hogyan alakulnak az energiaviszonyok ebben a folyamatban?

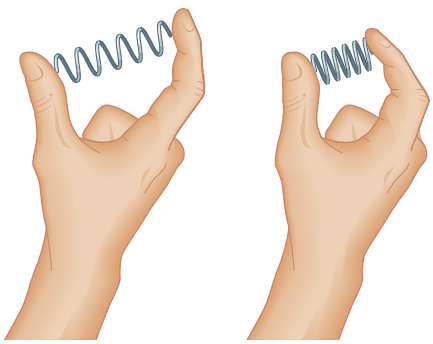
5. Hogy szól az energiamegmaradás törvénye?
6. Egy gumiasztalon ügyesen ugrálva egyre magasabbra tudunk emelkedni. Milyen energiaátalakulásokat ismersz fel a folyamatban? Honnan származik az emelkedéshez szükséges energia?
7. Az őskori ember számára életbevágó jelentőségű volt a tűz. Hogyan gyújtottak tüzet a gyufa feltalálása előtt?



Honnan van ennyi energiájuk?

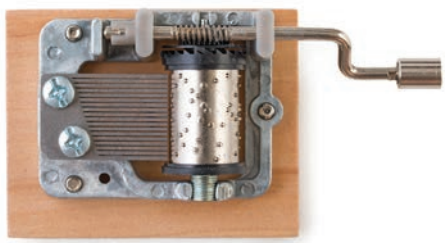
ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

A rugókban tárolt energia



Az összenyomott rugó energiát tárol

A rugalmas testek képesek hosszú ideig tárolni az energiát. Jó példa erre az ugró béka nevű játék vagy a zenélő dobozok, amelyek a felhúzás során megfeszített rugó energiáját használják fel működésük közben. A régi ingaórák is sokáig működtek felhúzás nélkül. Na de mit húztak fel a régi ingaórákban? Keress a környezetedben felhúzható szerkezeteket, figyeld meg, hogyan működnek!



Felhúzható zenélő doboz belseje

Az energiaformák egymásba alakulásának korlátai

Sokat hallunk arról, hogy a Föld felmelegszik, az óceánok hőmérséklete nő. Vajon lehet-e olyan gépeket készíteni, melyeket működéséhez szükséges energiát az óceánok lehűtésével nyerjük? Felemelkedhet-e egy test az asztalról, úgy, hogy energiáját az asztal lehűtésével nyeri? A fizika törvényei korlátokat szabnak az energiaformák egymásba alakulásának. A legtöbb energiaforma képes hővé átalakulni, de a hőből csak meglehetősen bonyolult módon lehet például mozgási energiát nyerni. Az olyan gépezeteket, melyek erre mégis képesek, hőerőgépeknek hívják.

KITEKINTÉS

Az atomok kapcsolódása során kialakuló, kémiai kötések is tárolnak energiát. Ez adja a tűz melegét, vagy ez hajtja a benzinmotort. Testünk közel állandó hőmérsékletének biztosításához, agyunk működéséhez sok energiára van szükség. A cukrokban tárolt kémiai energia az élő szervezetek egyik legfontosabb energiaforrása. A kémiai folyamatok energiamérlege az energiák kérdéskörének fontos problémája.

2. Az elektromos áram

Lakásunkban számos elektromos technikai eszköz vesz körül minket. Ezeket egyszerűen csatlakoztathatjuk a hálózathoz, és bekapcsolásuk után máris melegszik a teavíz, felpörög a turmixgép motorja, fény tölti be a sötét szobát. Honnan származik az ehhez szükséges energia? A hálózathoz csatlakoztatott berendezésekben **elektromos áram** folyik. Mit tudunk az elektromos áramról? Hogyan működteti eszközeinket, hogyan szállítja az energiát? Ezekkel a kérdésekkel foglalkozunk a továbbiakban.



A víz áramlása jó kiindulópont lehet ahhoz, hogyan képzeljük el az elektromos áramot



Elektromos árammal működő háztartási eszközök

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Válaszd szét a töltéseket!

Ahogyan az atomok felépítésével kapcsolatban a könyv 2. fejezetében tanultad, kétféle töltés létezik, pozitív és negatív. Az azonos előjelű töltések taszítják, a különböző előjelűek vonzzák egymást. Egy elektromos szempontból semleges testben azonos mennyiségű pozitív és negatív töltés van.

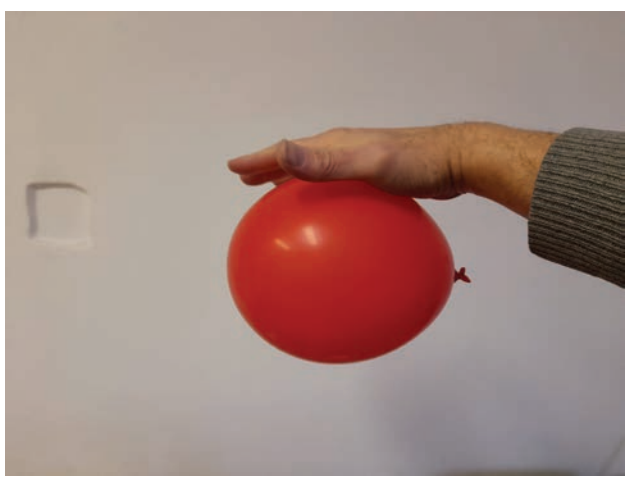
Szétválaszthatók-e egy anyag ellentétes előjelű töltései?

Bizonyos esetekben igen!

Ha két megfelelő anyagot összedörzsölünk, akkor az egyikről elektronok juthatnak át a másikra, felborítva ezzel mindkét anyagban a töltések egyensúlyát.

Dörzsölj meg a tenyereddel egy léggömböt! Meglepve tapasztalhatod, hogy a léggömb a tenyeredhez ragad. A tapadás olyan erős is lehet, hogy ha tenyered lefelé fordítod és oldalra nyújtod, akkor sem esik le a léggömb! Hasonló a helyzet a műanyagok egy részével is. Például a fagyasztótasak, vagy egyes édességek csomagolása is könnyen hozzáragad a tenyerünkhöz használat során.

A léggömbös kísérlet kezdetén a léggömb és a kezed is elektromosan semleges volt. A dörzsölés során a kezedről elektronok kerültek át a léggömbre. A kezed tehát pozitív töltésűvé vált, mert egy semleges testből negatív töltéseket elvéve, az pozitív töltésűvé válik. A léggömb viszont negatív töltésű lett, mivel egy semleges testhez negatív töltéseket adva, az negatív töltésű lesz. Az ellentétes töltésű testek közötti vonzóerő tartja a léggömböt a tenyereden.



A léggömb odaragad a tenyeredhez, amivel előzőleg megdörzsölted!

Miért nem veszíti el a rákerült negatív töltéseket a léggömb?

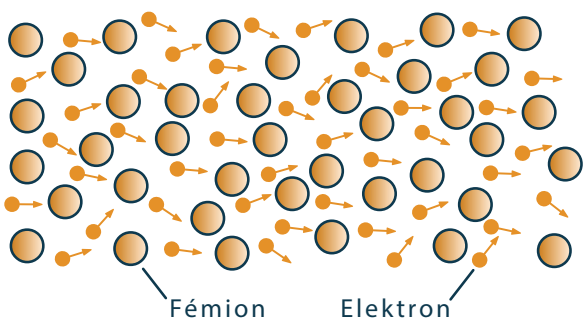
Felmerülhet a kérdés, hogy miért nem hagyják el gyorsan a negatív töltések a léggömb felületét például a levegőn keresztül. Ennek magyarázata, hogy a levegőn keresztül nehezen áramolnak a töltések. A levegő szigetelő. Egy fémtárgy segítségével azonban elvezetheted a töltéseket a léggömbről. A fémekben ugyanis könnyen mozognak az elektronok, a fémek jó vezetők.

Mit nevezünk elektromos áramnak?

Elektromos áramnak a töltések áramlását nevezzük. A folyóban víz áramlik, a vezetőkben töltések. A fémek felépítése olyan, hogy a bennük lévő elektronok egy része könnyen elmozdulhat a helyhez kötött atomok (pontosabban fémionok) között. A töltések kiegyenlítődése tehát a fémes vezetőkön keresztül úgy zajlik, hogy az elektronok áramlanak a pozitív töltések felé. Az elektromos áram a töltött részecskék rendezett mozgása. Az áramok töltést szállítanak a vezeték egyik pontjából a másikba.

Hogyan adhatjuk meg egy áram erősségét?

Szarvascsorda rohan át az országúton. Megállt az autó, figyeled, hogy hány szarvas száguld el előtted. Az eredmény attól függ, hogy hány szarvas rohan egymás mellett, milyen gyorsan rohannak, és mennyi ideig tart a vonulás. Ha egy vezetőben töltések áramlanak, az átáramló töltések mennyisége egy adott helyen, a vezető egy adott keresztmetszetén ugyanezektől a tényezőktől függ. Az áramlás erősségének vagy áramerősségnek a vezeték egy adott keresztmetszetén egy másodperc alatt átáramló töltések mennyiségét nevezzük.



Az elektromos áram szemléletes ábrázolása

Az elektromos áram erősségét jellemző fizikai mennyiség az **áramerősség**.

Jele I, mértékegysége az A (amper), ami a nevét André-Marie Ampère, francia fizikus, kémikus, matematikusról kapta.

Az áramerősséget úgy kaphatjuk meg, hogy az áram által a vezeték egyik pontjából a másikba szállított töltés mennyiségét elosztjuk az ehhez szükséges idővel.

$$\text{áramerősség} = \frac{\text{a szállított töltés mennyisége}}{\text{az ehhez szükséges idő}}$$

Képlettel: $I = \frac{Q}{t}$, $1\ \text{A} = 1\ \frac{\text{C}}{\text{s}}$

Ez alapján látszik, hogy ha két áramot összehasonlítunk, annak nagyobb az erőssége, amelyik ugyanannyi idő alatt több töltést szállít.

Mi kell ahhoz, hogy az áramok tartósan fennmaradjanak?

Tartósan folyó elektromos áramhoz **áramforrásra** van szükség. A legegyszerűbb és széles körben használt áramforrás az **elem**. Az elem belsejében kémiai folyamatok hatására válnak szét az ellentétes előjelű töltések. Az elem két kivezetése közül az egyik tartósan pozitív töltésű, ezt jelölik plusz jellel (+). A másik tartósan negatív töltésű, ezt mínusz jellel (-) jelölik. Ha ezt a két kivezetést vezetővel összekötjük, a vezetőben megindul az áram, a szétválasztott töltések kiegyenlítődése. Az elektronok elindulnak az elem pozitív sarka felé.



Boltban megvásárolható elemek

Mi a magyarázata annak, hogy az elemek sokáig használhatóak?

Az elem használata közben, annak belsejében folyamatosan zajlanak azok a kémiai folyamatok, melyek szétválasztják a vezetőkön keresztül kiegyenlítődő töltéseket. Így az áramlás folyamatos, körbe-körbe mozognak a töltések. Létrejön az áramkör. De ez a

folyamat nem tarthat örökké. A töltéseket az elem belsejében szétválasztó kémiai folyamatok előbb-utóbb leállnak. Ilyenkor a telep belsejének anyaga átalakul.

Vissza lehet fordítani az átalakulást?

Ha egy elem kimerül, használhatatlanná válik. A kimerült elem veszélyes hulladék, ezért azokat az elemek gyűjtésére felállított tárolókba dobd! Az áramforrások egy típusa az **akkumulátor**. Az akkumulátor belsejében zajló kémiai folyamat visszafordítható, az akkumulátor sokszor újratölthető.

Mi dönti el, hogy melyik elem vagy akkumulátor tud több töltést elindítani egy vezetőben?

Az elemek és akkumulátorok legfontosabb jellemzője a kivezetéseik között mérhető feszültség. Az elem feszültsége a töltések szétválasztását okozó kémiai folyamatok erősségét jellemzi.



Az elektromos eszközökben gyakran használt 3V-os gombelem

A **feszültség** jele *U*. Nagyságát voltban (V) adják meg.

Egy elem feszültségét így adhatjuk meg: U=3 V

A mértékegységet egy Alessandro Volta nevű olasz fizikus tiszteletére nevezték el, aki az elektromos jelenségeket kutatta, és tartós áram létrehozására alkalmas elemet talált fel.

Az elemek, akkumulátorok feszültségének mérése

Az elemek, akkumulátorok feszültségét voltmérővel, más néven feszültségmérővel mérhetjük meg. A mérés során a műszer + és - kivezetését az elem vagy akkumulátor + és - kivezetéseihez kell csatlakoztatni. A műszeren általában beállítható a méréshatár, ami a mérhető legnagyobb feszültség. Ha a mérés során a mért feszültség nagyobb, mint a méréshatár, a műszer nem fog helyes értéket mutatni.



Egyszerű feszültségmérő műszer



Így mérheted meg egy 1.5 V-os ceruzaelem feszültségét

JÓ, HA TUDOD!

Az anyagokban a töltések eloszlása általában egyenletes, a pozitív és negatív töltésű részecskék, a közöttük lévő vonzás miatt, egymás közelében helyezkednek el. Az elektromosan semleges anyagokban azonos mennyiségű pozitív és negatív töltés található. Ha két, megfelelő semleges anyagot összedörzsölünk, bennük a töltések szétválhatnak. Az egyik anyagra elektronok kerülnek, és negatívvá válik, a másik anyag elektronokat veszít, és pozitív össztöltésűvé válik ezáltal. Ez az állapot akkor tud tartósan fennmaradni, ha a szétválasztott töltések között nincs vezetőanyag. Az ellentétes előjelű töltések ugyanis vonzzák egymást, és a vezetők lehetővé teszik a szétválasztott töltések kiegyenlítődését azáltal, hogy bennük el tudnak mozdulni a töltések egymás felé. A vezetőkben megindúló töltésáramlást **elektromos áramnak** nevezzük. A hosszabb ideig folyó áram létrehozására alkalmas elemekben kémiai folyamatok hatására szétválnak a töltések, az elem pozitív pólusa tartósan pozitív, a negatív pólusa tartósan negatív töltésű. A kémiai folyamatok erejét és így az elem erősségét a **feszültség** adja meg. A feszültség jele U, mértékegysége V. Az elektromos áram a töltött részecskék rendezett mozgása. Az elektromos áram erősségét jellemző fizikai mennyiség az **áramerősség**. Jele I, mértékegysége A. Az áram erősségét megkaphatjuk, ha az áram által a vezeték egyik pontjából másikba szállított töltés mennyiségét elosztjuk a szállításhoz szükséges idővel.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Miért ragad a tenyeredhez a léggömb, ha előtte megdörzsölted vele?
2. Miért alkalmasak az elemek és akkumulátorok tartós áram létrehozására?
3. Milyen fizikai mennyiséggel jellemezhetőek az áramforrások?
4. Képzeld el, hogy olyan nagyítóval nézed az árammal átjárt drótot, ami képes megmutatni az atomokat és elektronokat is. Mit látnál? Rajzold le!
5. Egy kísérlet során egy vezetékben 0,2 A erősségű áram folyik, 10 másodpercen keresztül. Mekkora az áram által szállított töltés nagysága? **(2 coulomb)**
6. Az egyik áram 5 s alatt 30 coulomb töltést, a másik áram 8 s alatt 24 coulomb töltés szállít. Melyik esetben nagyobb az áramerősség? **(Az első esetben, 6 A, 3 A)**
7. Mindennapjaink során is megfigyelhetők apró villámok, szikrák. Mondj példákat szikrák, apró kisülések keletkezésére!

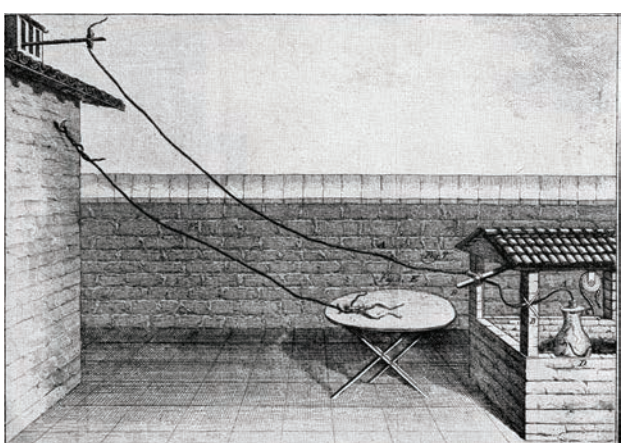
ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Galvani és Volta felfedezése

Az olasz Luigi Galvani békák boncolása során vette észre, hogy a vaslapra helyezett békacomb összerándul, ha a rajtuk átszúrt rézkampó a vaslaphoz ér. Úgy vélte, hogy felfedezte az állati elektromosságot, melynek az izmok rángása tulajdonítható. Később kollégája, Alessandro Volta felismerte, hogy az elektromosságnak nem maga a béka volt a forrása. Ha folyadékba merítünk két érintkező fémet, áram keletkezik. Ezzel a felfedezéssel alapozta meg a tartós áramforrások kifejlesztéséhez vezető utat.



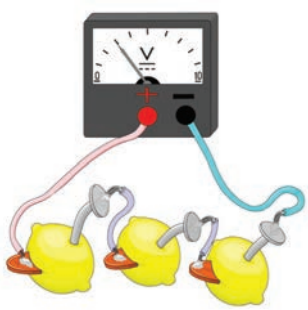
Cink- és rézlemezeket tartalmazó, Volta-féle elem



Galvani kísérlete a békacombbal

Készíts gyümölcselemet!

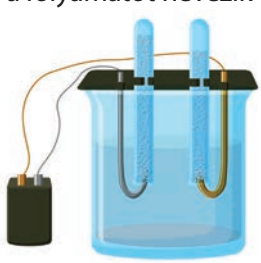
A Volta által megalkotott elemekhez hasonló, egyszerű áramforrást bárki készíthet. Ehhez csak két különböző fémből készült lemezt vagy szeget kell valamilyen zöldségbe vagy gyümölcsbe szúrni. A fémek kivezetései között a megfelelő műszerrel mérhető a feszültség. Az így kapott telep azonban nem alkalmas erősebb áram létrehozására, ezért használunk a boltban vásárolható áramforrást.



Citromelem

A folyadékokban folyó áram

Elektromos áram nemcsak szilárd vezetőanyagokban, hanem oldatokban és gázokban is folyhat. Áramokat jól vezető, vizes oldatokba vezetett elektromos árammal például hidrogén- és oxigéngázt lehet előállítani. Ezt a folyamatot nevezik vízbontásnak.



Hogyan keletkeznek a villámok?

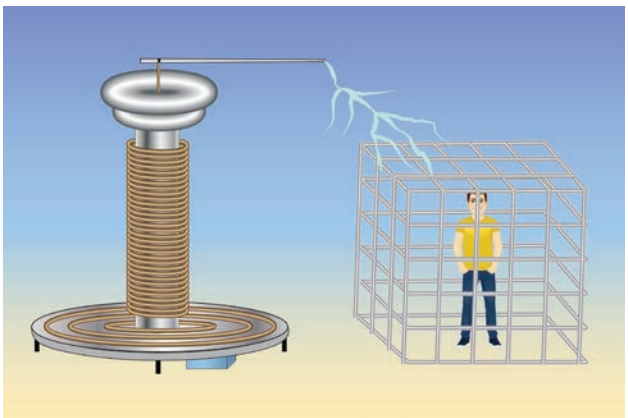
A száguldó viharfelhők között ugyanúgy töltésmegosztás alakul ki, mint a léggömbös példánkban kezünk és a léggömb között. Ha a többlettöltések valahol nagyon összesűrűsödnek, akkor az is lehetséges, hogy a töltések átütnek szikrák és villámok formájában a szigeletőrétegen. A töltések hegyes dolgokon szoktak összesűrűsödni, hegyes dolgokra szoktak átütni. Ezért a villámhárítók hegyes fémrudak, amelyeket a földdel vastag fém vezetékekkel kötnek össze. Ha egy villám belecsap egy villámhárítóba, a villám által szállított töltéseket ezeken keresztül a földbe vezetjük.



A zivatarfelhőből a földre csapó villám

Faraday-kalitka

Egy fémtest belsejében, például egy fém karosszériájú autóban, vagy egy repülőgépben, de akár egy fémháló belső oldalán védettek vagyunk a villámcsapás esetleges következményeitől. A fém belsejébe ugyanis az elektromos töltések nem hatolnak be, annak felszínén maradnak.



KITEKINTÉS

Az elektromos áram körül mágneses mező alakul ki, az áramnak mágneses hatása is van. A tudósok kezdetben azt gondolták, hogy az elektromos és mágneses jelenségek között semmilyen kapcsolat sincs. Amikor azonban a vezeték közelében elhelyezett iránytűk az áram bekapcsolásakor kimozdultak, meg kellett változtatni ezt a vélekedést.



Az erős árammal átjárt vezeték körül az iránytűk nem észak felé mutatnak

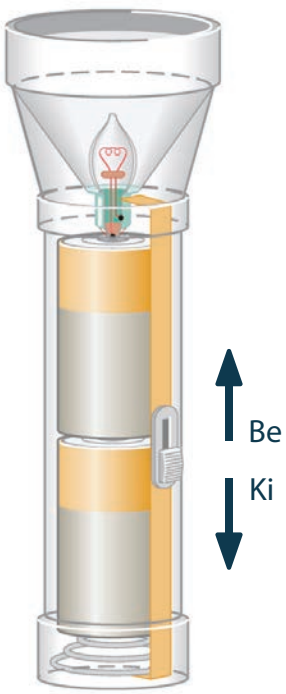
3. Egyszerű áramkörök

Az előző leckében megbeszéltük, hogy az elektromos áram töltött részecskék rendezett mozgása. A fémekben elektronok haladnak az áramforrás negatív kivezetésétől a pozitív kivezetése felé, és szó esett arról is, hogy az elemben zajló kémiai folyamatok felelősek a folyamatos töltésáramlás fenntartásáért. Tartósan áramot csak **áramkörökben** lehet fenntartani. Áramkör működik egy egyszerű zseblámpában, és a legbonyolultabb számítógépben vagy mobileszközben is. Milyen jellemzői vannak az egyszerű áramköröknek? Hogyan tudjuk ezeket a jellemzőket mérni? Milyen módszerekkel tudjuk befolyásolni azokat és hogyan függenek össze egymással? Mely legfontosabb alkatrészek építik fel egyszerűbb elektromos eszközeinket? Ezekkel a kérdésekkel foglalkozik ez a lecke.

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Hogyan működik a zseblámpa?

Szerelj szét egy zseblámpát, tanulmányozd az alkatrészeit!

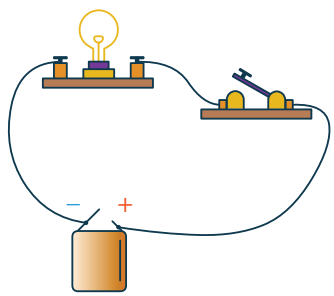


Zseblámpa

A zseblámpa működését a legkönnyebben akkor tudod megérteni, ha tanulmányozod az alkatrészeit. A belsejében megtalálod az elemet, vagy több, egymással megfelelően összekapcsolt elemek sorozatát. Ezeket általában könnyen hozzáférhető módon helyezik el a lámpában, hogy kicserélésük ne legyen gond. A másik fő alkatrész maga az égő, ami a rajta áthaladó áram hatására izzik, világít. Régebben 4,5 V feszültséggel üzemeltethető zsebizzó volt a zseblámpák jellemző fényforrása, ma inkább világító diódákat (LED) használnak erre a célra. Az égő kivezetéseit össze kell kötni az áramforrás – az elem vagy elemek – megfelelő kivezetéseivel. Erre a célra fémből készült vezetékek alkalmasak, amelyek jól vezetik az áramot. Az így kialakított áramkörben tartósan elektromos áram folyik az áramforrás hatására, és az égő világítani fog. A zseblámpák fontos része a mechanikus kapcsoló. Ezzel lehet az áramkört zárni, ha világítani szeretnénk, vagy megszakítani, ha ki szeretnénk kapcsolni a lámpát.

Az egyszerű áramkör

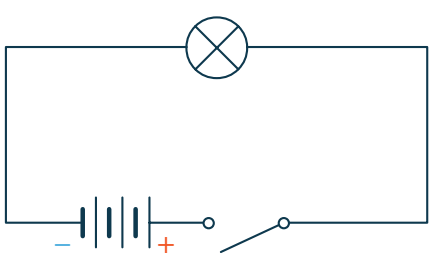
A zseblámpa belsejében egy egyszerű áramkör van. Ennek részei az **áramforrás**, a **kapcsoló**, a **vezetékek** és az **égő**. Az égő világít és melegszik, elektromos energiát fogyaszt. Az égő egy **fogyasztó**.



Az egyszerű áramkör felépítése

Az áramkör működése közben, a kapcsoló zárása esetén, az elektronok az áramforrás negatív pólusa felől az égőn és a kapcsolón is áthaladva mozognak a pozitív pólus felé.

A mérnökök a jobb áttekinthetőség kedvéért az áramköröket kapcsolásirajz segítségével szemléltetik, melyen az áramköri elemeket szimbólumokkal jelölik. Felismered melyik szimbólum mit jelenthet?



Az egyszerű áramkör kapcsolási rajza

Könnyen beszerezhető alkatrészekből ilyen egyszerűen is lehet áramkört készíteni!

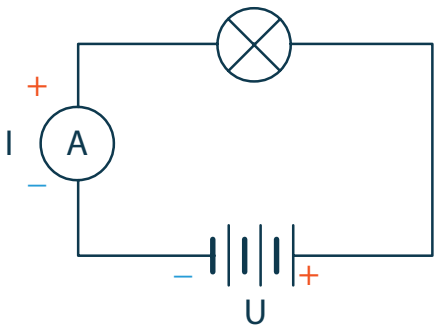


Az alábbi áramkör két egymásra helyezett, egyenként három 3 voltos CR2032-gombelemet tartalmaz, amihez egy sárga színű, fényemittáló dióda (LED) kapcsolódik.

Az áramerősség mérése

Az áramkörben folyó áram erősségét árammérő műszerrel, más néven ampermérővel mérhetjük meg. A mérés során az áramkört meg kell szakítani ott, ahol mérni akarjuk az áram erősségét. Az áramkör megszakítása során két új vezetékvég keletkezik. Ezek közül azt, amelyik az áramforrás negatív végéhez kapcsolódik közvetlenül, vagy az égőn keresztül a műszer negatív kivezetéséhez, azt, amelyik az áramforrás pozitív sarkához kapcsolódik, a műszer pozitív kivezetéséhez kell csatlakoztatni. Ezzel újra zárjuk az áramkört, de úgy, hogy a mérendő áram most már teljes egészében átfolyik a műszeren. A méréshatár helyes beállítása ugyanolyan fontos, mint a feszültség mérésénél!

A kísérleteink során általában 200 mA-nél kisebb áramerősségekkel dolgozunk. A mA (milliamper) az amper ezredrésze, tehát 1 mA=0,001 A. 200 mA=0,2 A



Az izzón átfolyó áram erősségét mérő ampermérő az áramkörben

Hogyan változik az áram erőssége az egyszerű áramkörben?

Építs egyszerű áramkört, és mérd meg az áramerősséget két helyen. Először az égő és az áramforrás pozitív kivezetése között, másodszor az égő és az áramforrás negatív kivezetése között megszakítva az áramkört. Azt tapasztalhatod, hogy a mért értékek lényegében azonosak lesznek. Az áram erőssége tehát nem változik meg, miközben áthalad az égőn. Az egyszerű áramkörben az áramerősség mindenütt ugyanakkora.

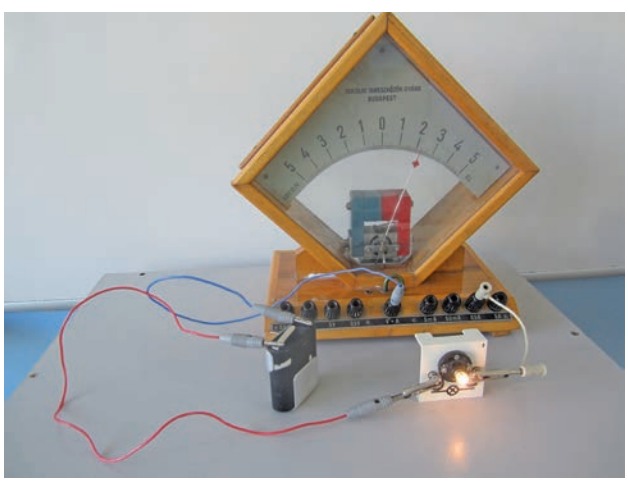
A mérés során azt is felismerheted, hogy a mérés ideje alatt az áramerősség lényegében változatlan. Ha egy áramkörben az áram erőssége időben nem változik, **egyenáramról** beszélünk.

Mitől függ az egyszerű áramkörben a kialakuló áram erőssége?

A zseblámpa áramkörében az égő akkor világít a kívánt fényerővel, ha megfelelő erősségű áram folyik át rajta. De vajon mitől függ a körben kialakuló áram erőssége?

Hogyan befolyásolja a telep feszültsége a kialakuló áramerősséget?

Állíts össze egyszerű áramkört elemekkel, izzóval, kapcsolóval. Cserélgesd az elemeket, s figyeld meg, hogy a bekapcsolást követően hogyan alakul az izzó fényereje a különböző esetekben. A mérést úgy is elvégezheted, hogy árammérőt iktatsz az áramkörbe. Megfigyelheted, hogy amikor az izzó fényereje nagyobb, az áramkörben folyó áram erőssége is nagyobb.



Egy lehetséges kísérleti elrendezés, a háttérben a demonstrációs célú, iskolai mérőműszerrel.

Ha az elem feszültsége kicsi, az égő nem világít, vagy alig pislákol. Ha a feszültség túl nagy, az égő nagyon erősen világít, majd tönkremegy, kiég. A telep feszültsége tehát nagyban befolyásolja az áram erősségét.

Hogyan befolyásolja az égő tulajdonságai a kialakuló áramerősséget?

Ha ugyanahhoz az áramforráshoz különböző égőket kapcsolsz, az égők ezúttal is eltérő mértékben fognak világítani, a mérőműszer eltérő áramerősségeket jelez. Ebből felismerheted, hogy az áramerősség értékét maga az égő is befolyásolja!

Az anyagok és a belőlük készült alkatrészek tehát eltérő mértékben csökkentik a rajtuk átfolyó áram erősségét, lassítják a töltésáramlást.

Az áramköri elemek ellenállása

Az anyagok és a belőlük készült alkatrészek egyfajta ellenállásként jelennek meg az áramkörben, hiszen akadályozzák a töltések áramlását. Az ezt leíró fizikai mennyiséget ellenállásnak nevezzük.

Az **ellenállás** jele R, mértékegysége az ohm, amit a görög ábécé omega betűjével (Ω) jelölünk, és Georg Simon Ohm német fizikusról kapta a nevét.

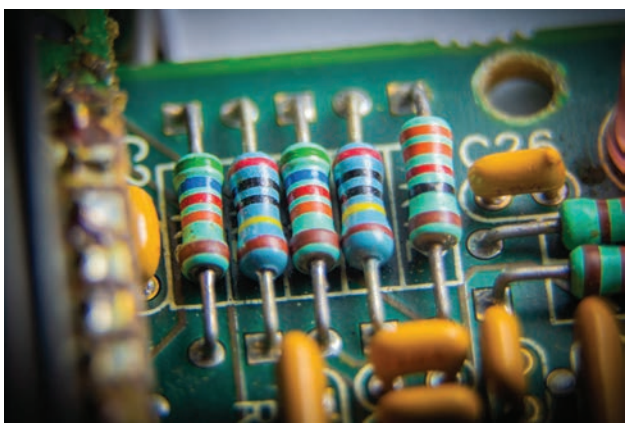
Az áramkör vezetékeit olyan anyagból készítik, hogy ne akadályozzák a töltésáramlást. Az ilyen anyagoknak kicsi az ellenállása. Például az alumínium vagy a réz rendelkezik ezzel a tulajdonsággal.

Az egyszerű áramkörbe áramforrást kötünk. Hogyan befolyásolja az izzó ellenállása az áramkörben folyó áram erősségét?

A kialakuló áram erősségét annál nagyobbnak mérjük, minél kisebb az áramkörbe kötött izzó ellenállása. Az árammérő műszernek, az áramforrásnak, sőt az ezeket összekötő drótoknak is van ellenállása, de ezek még együtt is sokkal kisebbek, mint az izzó ellenállása. Így adott áramforrás által működtetett áramkör áramát elsősorban az izzó ellenállása határozza meg.

Hogyan szabályozhatjuk az áram erősségét az áramkörben?

Egy izzó rendeltetésszerű működéséhez az izzón átfolyó áram erősségének egy meghatározott értéket kell felvennie. Azt az értéket, amelyre az izzót tervezték. Ha az izzón túl nagy áram folyik át, akkor az kiég. Az izzón átfolyó áramot ellenállásokkal szabályozhatjuk. Az ellenállás tehát nemcsak egy fizikai mennyiséget jelent, hanem az ellenállások egyben áramköri elemek is. Segítségükkel az áramerősség nagyságát szabályozhatjuk az áramkörben. Ha az izzó és az áramforrás közé ellenállást kötünk, az áramerősség csökkenni fog az áramkörben.



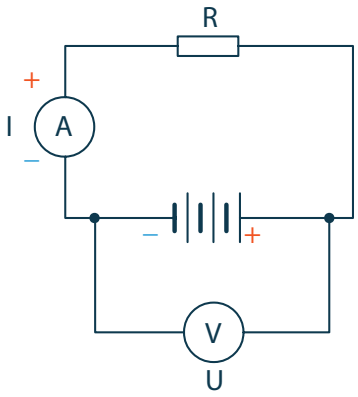
A csíkos alkatrészek ebben a bonyolult áramkörben különböző nagyságú ellenállások. Az ellenállás értékét a színes csíkokból lehet kiolvasni, de ehhez ismerni kell a kódot.

Milyen kapcsolat van egy ellenálláson mérhető feszültség és a rajta átfolyó áram erőssége között?

Építs egy egyszerű áramkört, amelyben az égő helyett egy nagyobb értékű, például ezer ohmos ellenállást helyezel el. Árammérő segítségével mérd meg, hogy, az ellenállást különböző feszültségű áramforrásokra kapcsolva, hogyan változik az áramkörben az áram erőssége!

Könnyebb lesz a feladat megoldása, ha változtatható feszültségű áramforrást tudsz használni.

Ha ezer ohmos ellenállást használsz és 3 V-os telepet, akkor körülbelül 3 mA erősségű áramot mérhetsz. Ha az áramforrásod feszültsége 1,5 V, a mért áram 1,5 mA lesz. 6 V feszültség esetén 6 mA, 9 V esetén pedig 9 mA lesz az áramerősség.



Az áramforrás feszültségének és az ellenálláson átfolyó áram erősségének mérésére alkalmas áramkör kapcsolási rajza

A rajzon A betű jelzi az ellenálláson átfolyó áram erősségét mérő műszert, V betű pedig a telep feszültségét mérő műszert.
Az adatokból látszik, hogy az áramforrás feszültsége, azaz az ellenállásra kapcsolt feszültség és az ellenálláson átfolyó áram erőssége jó közelítéssel egyenesen arányos, hányadosuk állandó. Ezt az összefüggést fogalmazza meg **Ohm törvénye**.

Képlettel: $\frac{\text{feszültség}}{\text{áramerősség}} = \frac{U}{I} = \text{állandó}$

A hányados nagysága megegyezik az áramkörben használt fogyasztó (esetünkben az 1000 ohmos ellenállás) ellenállásának értékével.

Képlettel kifejezve: $R = \frac{U}{I}$

JÓ, HA TUDOD!

Az egyszerű **áramkör** működése közben, a kapcsoló zárása esetén, az elektronok az áramforrás negatív pólusa felől az égőn (fogyasztó) és a kapcsolón is áthaladva mozognak a pozitív pólus felé. Ehhez hasonló áramkör található a zseblámpában is. A zseblámpa áramkörében az égő akkor világít a kívánt fényerővel, ha megfelelő erősségű áram folyik át rajta. Az áramkörbe kapcsolt vezetékek és alkatrészek akadályozzák az elektronok áramlását, ezt a tulajdonságukat adja meg az ellenállásuk. Az **ellenállás** jele *R*, mértékegysége az ohm (Ω). Ellenállásnak nevezzük ugyanakkor azt az áramköri elemet, alkatrészt is, aminek segítségével szabályozható az áramkörben folyó áram erőssége. Ha egy ellenállást különböző feszültségű áramforrásokra kapcsolunk, akkor azt tapasztaljuk, hogy az áramforrás feszültsége és az ellenálláson átfolyó áram erőssége, egymással jó közelítéssel, egyenesen arányos mennyiségek. Ezt az összefüggést nevezzük **Ohm-törvénynek**. Az egyenes arányosság következtében a feszültség és áramerősség hányadosa állandó. Ezt az állandót hívjuk ellenállásnak (*R*). Ha egy egyszerű áramkör egy áramforrásból és egy izzóból áll, akkor az áramkörben folyó áram erőssége az áramforrás feszültségének és az égő ellenállásának a hányadosa.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Milyen részekből áll egy áramkör?
2. Milyen a jó elektromos vezetékek ellenállása? Nagy vagy kicsi?
3. Szerelj szét egy kerékpárvillogót! Milyen elemet találsz benne? Mi okozhatja a villogást?
4. Egy izzó ellenállása 20 ohm. Milyen erősségű áram halad át rajta, ha közvetlenül egy 12 V feszültségű telephez kapcsoljuk? **(0,6 A)**
5. Egy égőre 3 V feszültséget kapcsolva azon 12 mA erősségű áram folyik át. Milyen erős lenne benne az áram, ha 4,5 V feszültséget használnánk? **(18 mA)**

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Ellenállás és hőmérséklet

Az anyagok többségének az ellenállása a hőmérséklet növekedésével növekszik. Ilyen tulajdonságúak például a fémek. Vannak azonban olyan anyagok is, amelyek ezzel éppen ellentétesen viselkednek. Ilyen anyag például az üveg vagy a félvezetők, amilyen a szilícium, germánium. Ez is közrejátszik abban, hogy a számítógépek működésében fontos szerepet betöltő félvezetőkből készült áramköri elemek a hőmérséklet emelkedésével hamar tönkremennek a bennük folyó mind nagyobb áramok miatt. Éppen ezért hűtik folyamatosan a számítógép alaplapját egy hűtőventilátor segítségével.

Az állati elektromosság

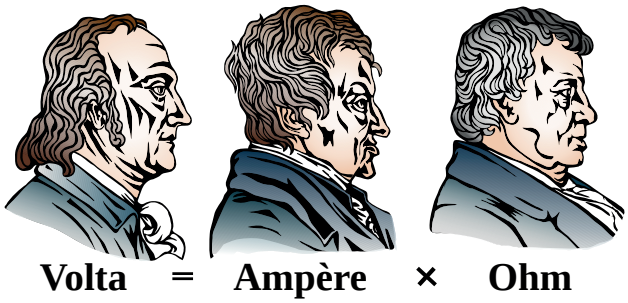
Az elektromos rája átöleli áldozatát, és akár 200 volt feszültséget is létrehoz a saját testében, amivel nagy erejű áramütést mérhet rá.



A tengerfenék felett úszó elektromos rája

Kikről szól az Ohm-törvény?

Az Ohm-törvényben szereplő minden mennyiséget egy-egy, az elektromosság témakörében eredményesen alkotó fizikusról neveztek el. Velük "felrajzolva" így néz ki az összefüggés:



Elektromos jelek az emberi szervezetben

Az agy és az egyes szervek között elektromos impulzusok útján zajlik a kommunikáció. Az érzékszervek elektromos impulzusok útján informálják az agyat, s elektromos impulzusokat bocsát ki agyunk, amikor például izmainkat összehúzódásra készteti. Hozzáérsz a forró fűtőtesthez, majd félrerántod a kezed. Az elektromos jel eközben oda-vissza megjárta az utat kezedtől az agyadig.



KITEKINTÉS

Az összetett elektromos berendezések, például okos háztartási eszközök vagy robotok fontos alkotórészei a környezet tulajdonságait érzékelő különböző szenzorok, amiket közös néven érzékelőknek neveznek. Ilyenek például a fotoellenállások, amelyek ellenállása széles határok között változik aszerint, hogy sötétben vagy napfényben használják az áramkört. Ebből következően a megvilágítás befolyásolja az áramkörben folyó áram erősségét.



Fotoellenállás

4. Az elektromos energia

Az előzőekben megismerhetted az energia fajtáit. A melegítés során átadott hőt, a mozgási energiát, a megnyúlt vagy összenyomott rugóban tárolt rugalmas energiát, a testek helyzetével kapcsolatos magassági energiát. Az elektromos áramnak is van energiája, hiszen hőt fejleszt az áramköri elemeken, vezetékeken, izzásba hozza az izzószálat. Honnan származik, mekkora ez az energia? Hogyan lehet ezt az energiát a saját hasznunkra fordítani?

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Az elektromos áram hőhatása

Miért melegszenek fel az árammal átjárt vezetékek, elektromos eszközök?

Az elektromos áramban töltött részecskék, a fémek esetében elektronok áramlanak. Mozgásuk során ütköznek annak az anyagnak az atomjaival, amin áthaladnak, és energiájuk egy részét leadják azoknak. Ennek következtében az anyag felmelegszik. Vagyis az elektromos áram hőt fejleszt.

Honnan származik az elektromos áram által fejlesztett hő?

Az áramban mozgó elektronok energiája az áramforrásból származik, ami lehet elem, akkumulátor vagy a lakásunkban üzemeltetett eszközök esetében az elektromos hálózat. A hőfejlődés során, az áram által fejlesztett hővel megegyező mennyiségű energiát ad le az akkumulátor, az elem vagy a hálózat. Mindez összhangban van az energiamegmaradás törvényével.

Miért merülnek le az elemek, akkumulátorok, és miért nem merül le a hálózati csatlakozón keresztül elérhető áramforrás?

Az elemeket huzamosabb ideig használva észreveheted, hogy halványabban világít a zseblámpa, csökken az elem által biztosított feszültség. Mindez azt jelenti, hogy a használat során csökken az elem kémiai töltésszétválasztó képessége, másképpen csökken, egy idő után pedig teljesen elfogy az elemben raktározott energia. Ekkor az elem lemerül.

Az akkumulátorokkal is ez a helyzet. Az akkumulátorok előnye az, hogy akár sok ezerszer feltölthetőek újra, azaz a bennük lezajló kémiai folyamat elektromos energia felhasználásával visszafordítható. Ehhez az akkumulátor kivezetéseit csak össze kell kapcsolni a töltőberendezés (tápegység) kivezetéseivel. A töltő áramot indít az akkumulátoron keresztül, és visszapótolja az elhasznált energiát.

A lakásunkban található hálózati csatlakozók az áramot szolgáltató cég által üzemeltetett elektromos hálózatból folyamatosan kapják az energiát, ezért azok feszültsége nem csökken, a használat ellenére sem.

Hogyan működik az elektromos hősugárzó?

Az elektromos hősugárzó bekapcsolásakor megfigyelhetjük, ahogyan felizzik és világítani kezd a fűtőszál, melyet a balesetek megelőzése érdekében



Az elektromos főzőlap melegét az áram hatására felizzó fűtőszál adja



Az elektromos hősugárzó

fémhálóval vesznek körül. A bekapcsolást követően a fűtőszál által egységnyi idő alatt leadott hő mennyisége folyamatosan növekszik, majd amikor a fűtőszál hőmérséklete állandósul, a fűtőszál által egységnyi idő alatt leadott hő is állandóvá válik.

Mitől függ az elektromos áram által fejlesztett hő nagysága?

Az elektromos áram fejlesztette hő az elektronok és az anyag atomjai közötti ütközésekből származik. A leadott energia mennyiségét az ütköző elektronok száma és mozgási energiája határozza meg. Ha egy áramforrás feszültsége nő, akkor nő az áramforrás által indított elektronok sebessége és mozgási energiája. Ha az áramló elektronok száma nagyobb, akkor több ütközés történik az elektronok és az anyag atomjai között. Tehát a leadott hőt az áramforrás feszültsége és az áthaladó elektromos töltés mennyisége egyaránt befolyásolja. S persze fontos tényező az idő. A hősugárzó hosszabb idő alatt több energiát ad le.

Hogyan számolhatjuk ki az áram által fejlesztett hő mennyiségét?

Az előbbi gondolatmenetet követve a feszültséget meg kell szorozni az áramerősséggel és azzal az idővel, ameddig az eszközt használtuk.
Képlettel:

$$Q = U \cdot I \cdot t$$

Ezt a hőmennyiséget nevezik **Joule-hőnek**.

Hogyan érdemes megadni egy hősugárzó vagy más elektromos fogyasztó energialeadó képességét?

Mivel a leadott energia mennyisége az időtől függ, érdemes megadni az időegység alatt leadott energia mennyiségét. Ezt a fogyasztó **teljesítményének** nevezik. A teljesítmény betűjele a *P*, mértékegysége a watt (W). James Watt skót feltaláló és mérnök volt. Úgy is kiszámolhatjuk, hogy az eszköz által leadott energiát elosztjuk azzal az idővel, amennyi idő alatt azt leadta.

$$\text{teljesítmény} = \frac{\text{leadott energia}}{\text{idő}}$$

Képlettel: $P = \frac{E}{t}$

Ha a teljesítmény az időegység alatt leadott energia, akkor egy bizonyos idő alatt leadott energia úgy kapható meg, hogy az időt összeszorozzuk a teljesítménnyel.

Képlettel: $E = P \cdot t$

Ha a teljesítményt wattban (W), az időt másodpercben (s) mérjük, az energia mértékegységét a képlet alapján wattmásodpercben (Ws) kapjuk meg. Ezt az egységet joule-nak (J) nevezik. Esetenként megkönnyíti a számolást, ha az időt órában (h) mérjük, ilyenkor a felhasznált energiát Wh vagy kWh egységben kapjuk meg.

Hogyan határozható meg egy izzó, hősugárzó vagy fogyasztó teljesítménye az elektromos adatokból?

A leadott energiát a Joule-hő adja meg.

$$E = U \cdot I \cdot t$$

A teljesítmény az energia és az idő hányadosa:

$$P = \frac{E}{t} = \frac{(U \cdot I \cdot t)}{t} = U \cdot I$$

Tehát:
teljesítmény = feszültség · áramerősség

Az elektromos áramköri elemek, elektromos eszközök mint fogyasztók

Az elektromos eszközök rendeltetésüknek megfelelő energiatípussá alakítják át az elektromos energiát.

Milyen fajta energiává alakítják át a háztartásban vagy az iskolában található elektromos eszközök az elektromos energiát?

A vasalóban vagy az elektromos vízmelegítőben lévő fűtőszál hővé alakítja az elektromos energiát.

Az elektromos hősugárzóban az elektromos energia elsősorban hővé alakul.

Az égőkben az energia főleg fénnyé alakul. Vannak olyan égők, amelyek működése során jelentős hő is fejlődik, ezek általában erősen felmelegszenek. Ilyen tulajdonságú a ma már kevésbé használatos izzószálas égő.

A turmixgépben az elektromos energia elsődlegesen a kések mozgási energiájává alakul át, de valamennyi hő is fejlődik. Hosszabb használat során érezzük az eszköz felmelegedését.

Mit árulnak el a fogyasztók jellemző adatai?

Melyek a fogyasztókat elektromos szempontból jellemző, fontos adatok?

A gyártók az elektromos eszközökön feltüntetik a működésükhöz szükséges adatokat, általában a

feszültség, az áramerősség és a teljesítmény közül kettőt.

Egy zsebizzó esetében a két megadott adat például: 2,5 V és 0,2 A.

Egy úgynevezett ipari izzó esetében 60 W és 230 V a két adat.

Egy erősebb LED esetén 1,5 W és 12 V.



A porszívókon jól látható helyen tüntetik fel a teljesítményüket.

Mire következtethetsz a fogyasztót jellemző adatokból?

Az Ohm-törvény ($R = \frac{U}{I}$)

és az elektromos teljesítményre vonatkozó $P = U \cdot I$ összefüggésből minden hiányzó adat kiszámolható.

A zsebizzó esetében a teljesítmény:
$P = 2{,}5\ \text{V} \cdot 0{,}2\ \text{A} = 0{,}5\ \text{W}$

és az ellenállás:
$R = \frac{U}{I} = \frac{2{,}5\ \text{V}}{0{,}2\ \text{A}} = 12{,}5\ \text{ohm}.$

Az ipari izzó esetén az áramerősség:
$I = \frac{P}{U} = \frac{60\ \text{W}}{230\ \text{V}} \sim 0{,}26\ \text{A}$

és az ellenállás:
$R = \frac{U}{I} = \frac{230\ \text{V}}{0{,}26\ \text{A}} \sim 884{,}6\ \text{ohm}.$

A LED estében:
$I = \frac{P}{U} = \frac{1{,}5\ \text{W}}{12\ \text{V}} = 0{,}125\ \text{A} = 125\ \text{mA}$
erősségű áram folyik át a LED-en, működés közben.

Melyek a legnagyobb háztartási energiafogyasztók?

Mitől függ az, hogy egy háztartási elektromos eszköz sok vagy kevés energiát fogyaszt?

Az **energiafogyasztás** részben a teljesítménytől függ, részben attól, hogy mennyi ideig használjuk a berendezést.

Vedd számba a háztartásban használt eszközök teljesítményét és azt, hogy mennyi ideig működnek egy átlagos héten!

Töltsd ki az alábbi táblázat első három oszlopát, add meg az eszköz nevét, teljesítményét és hogy egy hét alatt körülbelül mennyi ideig működik!

Az eszköz neve	Teljesítménye	Működési idő/hét	Energiafogyasztás
Hajszárító	800 watt	1h	

Melyek háztartásod legnagyobb és a legkisebb energiafogyasztói?

Töltsd ki a harmadik oszlopot, szorozd össze a teljesítményt és az eltelt időt! A kapott energiafelhasználás alapján állapítsd meg, mely eszközök nagy és melyek kis energiafogyasztók!

JÓ, HA TUDOD!

Az elektromos áram kisebb-nagyobb mértékben felmelegíti azokat az anyagokat, amelyekben halad. Ennek során az áram által szállított **elektromos energia** hővé alakul, és melegíti a vezetékeket, alkatrészeket. Az elektromos eszközök energiafogyasztását a teljesítményük segítségével lehet megbecsülni. A **teljesítmény** jele *P*, mértékegysége a watt, aminek a jele W.

Gyakran használt mértékegység a kW (kilowatt), ami 1000 wattot jelent. Egy eszköz energiafogyasztását úgy kell kiszámolni, hogy a teljesítményét szorozzuk azzal idővel, ameddig használtuk. Az egyenáramú eszközök teljesítménye a rájuk kapcsolt feszültség és az ennek hatására rajtuk átfolyó áram erősségének a szorzata.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Melyik energiafajtából származik az elektromos áram által fejlesztett hő? Magasság, mozgási vagy rugalmas energia? Indokold a döntésed!
2. Egy 3000 watt teljesítményű vasalóval 15 percen át vasalunk. Mennyi energiát fogyasztunk ezalatt? **(2700 kJ)**
3. Egy 2 V feszültséggel működő égőn működés közben 30 mA erősségű áram folyik át. Számold ki az égő teljesítményét és a 2 órán át tartó világítás során felhasznált elektromos energiát! **(0,06 W, 432 J)**
4. Az ugyanolyan feszültségre egyszer kisebb, másszor nagyobb ellenállású vezetéket kapcsoltunk. Melyik melegszik fel jobban? Miért?
5. Hogyan befolyásolja egy fogyasztó teljesítményét a rajta átfolyó áram és a rákapcsolt feszültség?

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Milyen a jó fűtőszál?

A legnagyobb háztartási energiafogyasztók melegítésre használják az elektromos energiát. Ezekben az eszközökben – például az elektromos hősugárzókban – a fűtőszál gyakran felizzik a rajta átfolyó áram hőhatása miatt. Megfigyelhető, hogy a fűtőszálak általában vastagok. Vajon miért?

A vezetékek ellenállása függ a méreteiktől. A vastagabb fűtőszálnak kisebb az ellenállása, és ezért nagyobb erősségű áram folyik át rajta, ami több hőt termel. A vastagabb fűtőszálak másik előnye, hogy felületük nagyobb, így gyorsabban adják le a hőt a környezetüknek. Ez az oka annak is, hogy a fűtőszálak gyakran meg vannak csavarva.

KITEKINTÉS

Az elektromos energia termelésében fontos szerepet játszanak az atomerőművek. A jelenleg működő paksi erőmű négy blokkjának összes teljesítménye 2000 MW, azaz kétezer megawatt. Ezzel a közelítő értékkel számolva, az erőmű egyetlen másodperc alatt 2000 MJ elektromos energiát termel.

Korábban megismertük az energia fajtáit, és láttunk példákat az energiaátalakulásokra. Az energiafajták jelölésére esetenként más és más betűt használunk. A melegítés során közölt hőt *Q*-val szokás jelölni, a mozgási, magassági vagy rugalmas energia esetében az E betű a használatos. A használt mértékegységek is változatos képet mutatnak. Az ételek energiatartalmát kalóriában adják meg, a villanyszámlán a fogyasztást kWh-ban mérik, az elektronok és protonok energiáját az atomfizikusok eV (elektronvolt) egységben adják meg. Pedig mindegyik esetben ugyanarról a fizikai mennyiségről van szó!



Egy atomerőmű vezérlőterme

5. Elektromosság a háztartásban

Mindannyian rutinszerűen használjuk az elektromos energiát. Előfordul, hogy egy nagy fogyasztású eszköz, például porszívó bekapcsolása következtében elsötétül a lakás. Kiment a biztosíték! - szokás ilyenkor mondani. Mi történik ilyenkor, mi az a biztosíték, hogyan lehet újra bekapcsolni a lakás elektromos berendezéseit? Ha kevesebb eszközt üzemeltetünk egyszerre, nem csap le a biztosíték. De van amikor egyetlen eszköz hatására a lakás újból és újból elsötétül. Talán zárlatos az eszköz? Rövidzár keletkezett a hálózatban? De vajon mit jelent a rövidzárlat, és miért veri le a biztosítékot? Ebben a fejezetben ezekre a kérdésekre keressük a választ.

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Milyen feszültséget biztosít a hálózati csatlakozó?

Hogyan változik a hálózati feszültség?

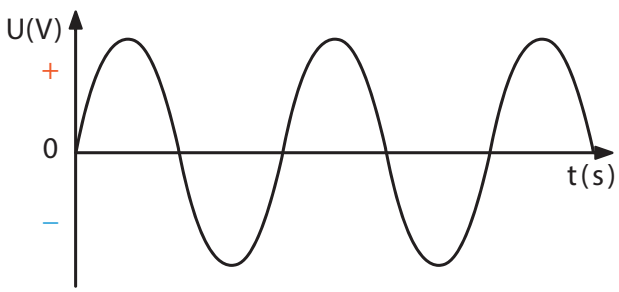


A hálózati csatlakozó váltófeszültséget szolgáltat

Amikor a lakásunkban elektromos eszközt használunk, általában hálózati csatlakozóról üzemeltetjük. A hálózati csatlakozó kivezetései közötti feszültség folyamatosan változik, sőt bizonyos időközönként előjelet is vált (felcserélődik a pozitív és negatív kivezetése). Ennek megfelelően, az innen táplált áramkörben kialakuló áram erőssége és iránya is változik. Ilyenkor beszélünk **váltófeszültségről**, illetve **váltóáramról**. A hálózati csatlakozókról a váltóáramú elektromos berendezéseket üzemeltethetjük.

Mit jelent az, hogy a hálózati feszültség értéke 230 V?

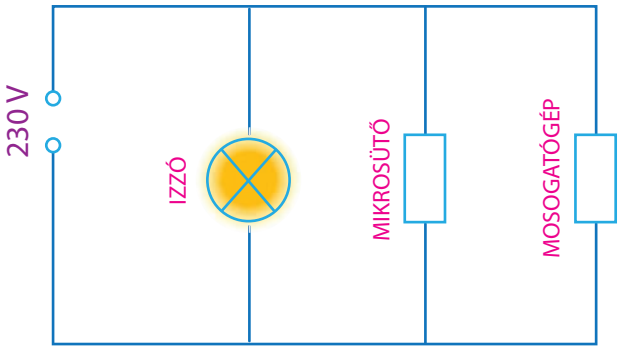
Mivel a váltóáram iránya állandóan változik, ezért – szemben az egyenárammal – összességében nem szállít egy irányba töltéseket. Hőhatása azonban ugyanúgy van az oda-vissza áramló töltéseknek, mint az egy irányba áramlóknak. Amikor azt mondjuk, hogy a hálózati feszültség 230 V, akkor a valójában folyamatosan változó feszültség helyett annak az egyenáramnak a feszültségét adjuk meg, ami ugyanolyan körülmények között, ugyanannyi idő alatt, ugyanannyi hőt fejlesztene egy fogyasztón, mint a váltóáram.



A váltófeszültség nagysága folyamatosan változik, az áramforrás pólusai időről-időre felcserélődnek

Hogyan üzemeltethető a hálózatról több fogyasztó?

A lakásban számos csatlakozót, régies nevén konnektort találunk, így egyszerre több fogyasztót is tudunk működtetni egymástól függetlenül. Ha nincs elegendő csatlakozónk, akkor a konnektorba elosztókat dughatunk. Egy elosztó több csatlakozót tartalmaz, így a csatlakozási pontok száma megnő. A fő csatlakozókról és az elosztók csatlakozóiról működtetett elektromos eszközök, fogyasztók egymással párhuzamosan vannak kapcsolva, és mindegyik ugyanakkora, 230 V hálózati feszültséget vesz fel. A hálózati áram az egyes fogyasztókon átfolyó áramok összege. Minél több fogyasztót használunk, annál több elektromos energiát veszünk ki a hálózatból, annál magasabb lesz a villanyszámla.



Egy lakás elektromos hálózatának egyszerűsített rajza

A háztartás havi energiafogyasztásának meghatározása

Mit mutat a fogyasztásmérő?

A digitális vagy mechanikus fogyasztásmérők állása azt mutatja, hogy a felszerelésük óta mennyi energiát fogyasztottak a háztartásban élők. A használt mértékegység a kWh.

Ahogyan a mértékegységből is látható, 1 kWh az az energiamennyiség, amit egy 1000 W-os (1kW-os) elektromos berendezés egy órán át tartó működése során elhasznál.

A havi fogyasztást tehát úgy kell kiszámolni, hogy a kérdéses hónap végén leolvasott mérőállásból ki kell vonni a hó elején leolvasott mérőállást.



Mekkora energiafogyasztást mutat ez a fogyasztásmérő?

Az energia ára

A háztartásban felhasznált energia árának meghatározásához ismerni kell még az egységárat, ami azt mutatja meg, hogy 1 kWh energia mennyibe kerül.

A felhasznált energia árát az egységár és a havi fogyasztás szorzata adja meg.

A számlán azonban ennél nagyobb összeg fog szerepelni, mivel a végső ár tartalmazni fogja az általános forgalmi adót és a szolgáltató egyéb költségeit is.

Hogyan használjuk biztonságosan a háztartási elektromos eszközöket?

Mi az áramütés, mikor lehet veszélyes?

Áramütés akkor alakul ki, ha egy áramkör a testünkön keresztül záródik. Az ilyenkor meginduló áram átfolyik a testünkön, és életveszélyes, akár halálos sérülést is okozhat.

Miért biztonságos a földelt csatlakozó használata?

Az áramszolgáltató saját hálózatából három vezetékből álló kábelen jut be az áram a lakásokba. A három vezetékből kettő a szolgáltató hálózatához kapcsolódik, ez a fázis- és a nulla vezeték, a harmadik a védőföldelés. Az elektromos eszközöket úgy alakítják ki, hogy rendeltetésszerű használat esetén ne érhessünk hozzá az eszköz árammal átjárt vezetékeihez. Ha a berendezés elromlik, megrongálódik, előfordulhat, hogy a benne folyó áram a berendezés burkolatán keresztül is folyni fog. A földelt csatlakozó segítségével, a burkolathoz csatlakoztatott földvezeték azonban elvezeti ezt az áramot, és így az nem a mi testünkön keresztül halad tovább a föld felé, ezáltal elkerüljük az áramütést.

Hogyan lehet elkerülni a veszélyes áramütést?

Ügyelj arra, hogy a testeden keresztül soha ne záródjon az áramkör!
Ne fogj meg olyan vezetéket, amely áram alatt lehet!
Ne vigyél bekapcsolt elektromos berendezést közvetlenül víz közelébe.
Ne mosd el a botmixert, miközben csatlakoztatva van a hálózathoz!
Ne szárítsd a hajad fürdőkádban!
A megfelelő feszültségű áramforrást használd az elektromos eszközeid csatlakoztatásához!
Ha egy elektromos berendezésnél előírják, használd a földelt aljzatot!

Hogyan és miért kell védekeznünk a túl nagy áramok ellen?

Mi történik, ha valaki véletlenül egy kis ellenállású eszközt (zsebizzó, LED) csatlakoztat közvetlenül a hálózathoz?

Ha valaki a 230 V-os hálózathoz mondjuk egy olyan zsebizzót csatlakoztat, aminek ellenállása 10 Ω, akkor a létrejövő egyszerű áramkörben $\frac{230\ \text{V}}{10\ \text{ohm}}$ azaz 23 A erősségű áram indul meg. Ez nagyon erős áram! Ezért azonnal kiég az izzó. 23 A-es áram hatására a falban futó vezetékekben hatalmas hő fejlődhet, ami tüzet is okozhat a lakásban.

Milyen a zárlatos eszköz?

Az előző bekezdésben megbeszélt esethez hasonló hatású, ha valamilyen műszaki hiba folytán az áramkör, a fogyasztó megfelelően méretezett ellenállása helyett, egy nagyon kis ellenállású vezeték segítségével záródik. Ilyenkor mondjuk, hogy az eszköz zárlatos lett. Ilyenkor nem pusztán az a gond, hogy az eszközt nem lehet használni, hanem az is, hogy a hálózatból felvett áram erőssége jelentősen megnövekszik.

Hogyan védekezzünk az ilyen balesetek ellen?

Szerencsére a megfelelően kialakított elektromos hálózattal rendelkező lakásban minden fali csatlakozóhoz tartozik egy biztosíték. A biztosíték olyan kapcsoló, ami akkor szakítja meg az áramkört, ha az áramkörben folyó áram értéke átlépi a még biztonságos működést jelentő határértéket.



A képen látható automata biztosítékok mágneses elven működnek, és segítségükkel visszakapcsolható a lakásba az áram. Ha sötét van, segítségünkre lehet a mobiltelefon akkumulátoráról üzemelő LED fénye.

A régi, könnyebben felmelegedő alumínium-vezetékkel szerelt lakásokban 6 A volt az az érték, amikor a bíztosíték megszakította az áramkört. Ma már 15-20 A árammal is biztonságosan üzemelő vezetékeket használunk, és a biztosítékokat ezekhez a nagyobb áramokhoz igazították. Az előző példánkban említett, 23 A-es áram nem sokáig rongálta volna a hálózati áramkört, mert a biztosíték megszakította volna az áramot.

JÓ, HA TUDOD!

A hálózati csatlakozó kivezetései között folyamatosan változó, úgynevezett **váltófeszültség** található. Az ennek hatására kialakuló váltóáram töltéseket tartósan nem szállít egy irányba, hőhatása viszont ugyanúgy van, mint az egyenáramnak. A lakás elektromos hálózatában bármelyik aljzathoz is csatlakozol, ugyanazt a feszültséget használhatod, az eszközök egymástól függetlenül működtethetők, párhuzamosan vannak kapcsolva. Minél több eszközt használsz egyszerre, annál nagyobb lesz a hálózatból felvett áram erőssége, és annál nagyobb lesz a háztartás energiafogyasztása. A biztosíték megszakítja az áramkört, ha abban – műszaki hiba vagy emberi tévedés miatt - túl nagy áram folyik, vagy ha csak egyszerűen túlterhelted a hálózatot. A földelt csatlakozó megakadályozza, hogy a meghibásodott eszköz burkolatára jutott áram a felhasználó testén keresztül folyjon tovább, azaz a felhasználót **áramütés** érje. Az árammal átjárt vezetékek érintése ugyanis akár életveszélyes áramütést is okozhat.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Sorold fel a háztartás legnagyobb teljesítményű elektromos berendezéseit!
2. Nézz utána, mekkora egy háztartás átlagos havi fogyasztása és az mennyibe kerül!
3. Melyik fogalom jelent energiát? A teljesítmény vagy a fogyasztás?
4. Mitől véd a biztosíték?
5. Mitől véd a földelt csatlakozó?
6. Mire kell figyelni a háztartásban, hogy elkerüljük az áramütést?

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

A karácsonyfaizzók működése

Régen a karácsonyfaizzókat a megfelelő tápegységen keresztül, a hálózati feszültségre kapcsolva olyan áramkört hoztak létre, amelyben egyszerre sok fogyasztón folyt át ugyanaz az áram. Az egyes izzók között nem volt elágazás. Az ilyen kapcsolást **soros kapcsolásnak** nevezzük. A sorosan kapcsolt karácsonyfaizzókon azonos az áramerősség, ugyanolyan fényesen világítottak. Ha azonban valamelyik tönkrement, az áramkör megszakadt, és a többi, hibátlan izzó sem világított tovább. Ez volt a sorosan kapcsolt áramkör hátránya.

Ezt elkerülendő, úgy alakították ki a karácsonyfaizzókat, hogy ha az egyik kiég, akkor a bennük lévő izzószál összeolvadjon, így tartva zárva az áramkört. Ma már számos más, ötletes megoldást ismerünk, melyek a lámpafüzér egy izzójának kiégése esetén megakadályozzák, hogy az áramkör megszakadjon.

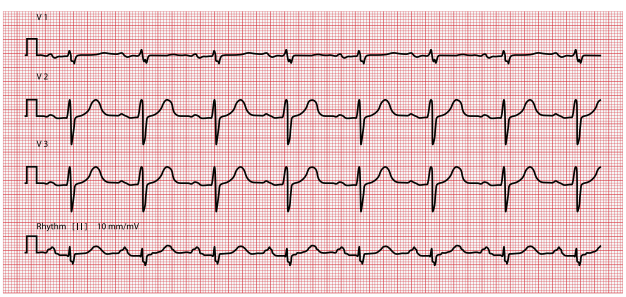
Olvadóbiztosíték

Az olvadóbiztosítékban egy vékony vezetőszálon halad az áram. Ha az áramkörben túl nagy áram folyik, a szál elég, és megszakad az áramkör. A biztosítékot nem lehet újra bekapcsolni, ki kell cserélni.



KITEKINTÉS

A szívizom összehúzódásakor elektromos feszültség keletkezik. Ezt a feszültséget a megfelelő helyen, a bőrünkre helyezett elektródák érzékelik, és egy úgynevezett EKG-készülék rögzíti. Így készül a szív működésének vizsgálatára alkalmas Elektrokardiogram. Egy kardiológus (szívgyógyász) a jelek lefutásának milyenségéből, esetleges szabálytalanságaiból tud következtetni a szív állapotára.



Elektrokardiogram



A sportolók rendszeres vizsgálatának is része az EKG mérés.

6. A fizikai és a kémiai változások

A természettudományos vizsgálatok során gyakran az anyag fizikai és kémiai tulajdonságait tanulmányozzuk. A fizikai tulajdonságok közé tartozik például a halmazállapot, az olvadás- és forráspont, a szín, a szag, az oldhatóság különböző oldószerekben, valamint a sűrűség.

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Mi a különbség a fizikai és a kémiai változások között?

Tölts egy 250 cm^3 térfogatú főzőpohárba kb. 150 cm^3 csapvizet! Fogj meg egy csipesszel egy kockacukrot, majd dobd a vízbe! Egy üvegpálcával a változás befejeződéséig kevergesd a folyadékot!

1. Milyen színű kezdetben a kockacukor?
2. Mire számítasz, hogy mi fog történni a kockacukorral?

A fehér színű kockacukor a vízben, a kevergetés hatására, lassan fel fog oldódni, miközben színtelen oldatot kapunk. A végbement folyamat, az oldódás a fizikai változások egy típusa. A **fizikai változások** során kizárólag az anyagi halmaz szerkezetében történik változás, az anyagot felépítő részecskékben nem.

A legismertebb fizikai változások az oldódási folyamatok, valamint a halmazállapot-változások.

Márts meg egy kockacukrot hamuban, majd tartsd borszeszégő lángjába!

3. Milyen változásra számítasz?
4. Mi történt volna, ha nem mártod hamuba a kockacukrot? *(Amennyiben nem ismered a választ, végezd el egy harmadik kockacukorral ezt a kísérletet is!)*

A borszeszégő lángjának hatására a hamuba mártott kockacukor lángra lobban. Az égés közben a cukor megfeketedik, elszenesedik. Eközben színtelen szén-dioxid-gáz és vízgőz is keletkezik. A folyamat során új anyagok keletkeztek. Az olyan átalakulásokat, amelyek során új anyag keletkezik, **kémiai változásnak** nevezzük. A kémiai változásokat gyakran **reakcióknak** is nevezzük. Az égés az egyik legismertebb kémiai változás.

A kémiai változások során az anyagi halmazt felépítő részecskék átalakulnak. Például a cukormolekulák égése közben szén-dioxid- és vízmolekulák jönnek létre.



Pillecukor sütése

A tiszta kockacukor lángba tartva nem gyullad meg, csak elkezd megsárgulni, majd megbarnulni. Eközben kellemes illatú gázok távoznak. A barna színű termék a karamell, amelyet a cukrászatban gyakran használnak. A karamellizáció szintén kémiai változás.



A dobostorta elkészítéséhez sok karamellre van szükség (Megalkotója Dobos C. József, magyar cukrász, szakácsmester, szakíró.)

A fizikai és a kémiai változások között tehát a legfontosabb különbség, hogy amíg a fizikai változások esetében kizárólag az anyagi halmaz szerkezetében következik be változás, addig a kémiai változások során új anyag keletkezik.

JÓ, HA TUDOD!

A **fizikai változások** során kizárólag az anyagi halmaz szerkezetében történik változás, az anyagot felépítő részecskékben nem. A legismertebb fizikai változások az oldódási folyamatok, valamint a halmazállapot-változások.
Az olyan átalakulásokat, amelyek során új anyag keletkezik, **kémiai változásnak** nevezzük. A kémiai változásokat gyakran **reakcióknak** is nevezzük. A kémiai változások során az anyagi halmazt felépítő részecskék átalakulnak. Az egyik legismertebb kémiai változás az égés.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Mit nevezünk fizikai változásnak?
2. Mondj két példát fizikai változásra!
3. Mit nevezünk kémiai változásnak?
4. Adj egy példát kémiai változásra!

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Az elefántok fogkrémje

A kémiaórákon számos, igen izgalmas kísérletet lehet elvégezni. Ezek közül talán az egyik legismertebb az „elefántfogkrém” címet viselő kísérlet. A reakció során a kálium-jodid-oldat és a hidrogén-peroxid-oldat oxigéngázt fejleszt, amely a lombikban jelen lévő mosószert habbá fújja fel.

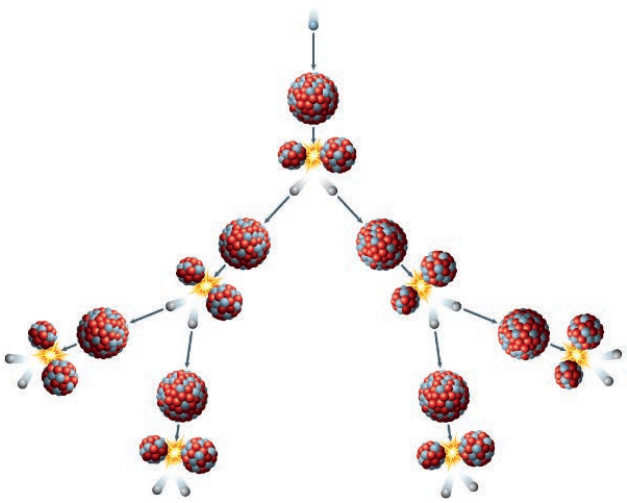


„Elefántfogkrém"

A láncreakciók

Az atomerőművekben végbemenő átalakulások szintén a kémiai változások közé tartoznak. Ezek a reakciók jellemzően láncreakciószerűen játszódnak le. A folyamat során az atommagok hasadnak, miközben neutronok távoznak. Ezek a neutronok pedig további atommagok hasadását indítják be.

Az atomerőművekben a maghasadási reakciókat szabályozzák, annak érdekében, hogy elkerüljék a robbanást. 1986. április 26-án, a csernobili atomerőműben – igen súlyos emberi mulasztások és tévedések következtében – mégis bekövetkezett a katasztrófa.



Az atomerőművekben láncreakciók mennek végbe

KITEKINTÉS

A különböző típusú kémiai változásokat energiaváltozás is kíséri. Ezt használjuk ki akkor, amikor például befűtünk a cserépkályhában, vagy beindítjuk az autónk belső égésű (benzines, gázolajos) motorját.

7. A reakciók típusai, a reakcióegyenlet

Napjainkban 118 elemet és nagyjából nyolcmillió vegyületet ismernek, a vizsgált keverékek száma pedig több százmillió. Ha minden egyes anyagi rendszer esetében csak egyetlenegy kémiai változást tudnánk bemutatni, emberi szemmel nézve az is óriási mennyiségű reakciót jelentene. De ez közel sem így van. Vannak kifejezetten nagy reakciókészségű anyagok, amelyek esetében akár több ezer kémiai változást is ismernek. Ez a nagyszámú átalakulás szükségszerűen igényli, hogy csoportosítsák azokat.

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

A kémiában is van egyenlet?

Tégy egy cinkdarabkát egy óraüvegre! Ezután önts kb. kétujjnyi sósavat egy üres kémcsőbe!



Cinkgranulátumok

1. Milyen szemmel látható, fizikai tulajdonságokkal rendelkezik a cink?
2. Milyen fizikai tulajdonságai vannak a sósavnak?

A fizikai tulajdonságok meghatározása után egy csipesszel tedd a cinkdarabkát a sósavba!

3. Milyen változás figyelhető meg?

A cink egy szürke színű, szilárd anyag, míg a sósav egy színtelen, kissé kellemetlen, szúrós szagú folyadék. Amikor a cinket a sósavba (a hidrogén-klorid vizes oldatába) dobjuk, a kémcsőben hirtelen pezsgés figyelhető meg, miközben a cinkdarabka mérete szemmel láthatóan egyre kisebb lesz. Ha elég tömény a sósav, és megfelelően kis méretű a cinkdarabka, akkor a fém teljesen el fog tűnni.

A lejátszódó reakció eredménye: a cink a sósavval cink-kloridot és hidrogéngázt képez. A pezsgés a fejlődő színtelen, szagtalan hidrogéngáz miatt figyelhető meg.

A lejátszódó kémiai átalakulások jelölésére a **reakcióegyenletek** szolgálnak. Ezek legegyszerűbb formái a **szóegyenletek**. A már említett reakció, a cink és a sósav közötti kölcsönhatás a következőképpen írható le:

cink + sósav → cink-klorid + hidrogén

A nyíltól balra írjuk a kiindulási anyagokat, vagy más néven reaktánsokat, a nyíl után pedig a reakció termékeinek neveit soroljuk fel.

Milyen típusú reakciókat különböztetünk meg?

Vizsgáld meg egy kis darab magnéziumszalag színét! Ezután tartsd egy borszeszégő vagy gázégő lángjába! Törekedj arra, hogy a kísérlet közben ne nézz tartósan a lángba!



A magnézium égése

1. Milyen változásokat figyelhetünk meg?

A szürke színű magnéziumszalag a lángba tartva meggyullad, és vakítófehér fénnyel fog elégni. A folyamat során a magnézium a levegő oxigénjével lép reakcióba, miközben fehér színű magnézium-oxid keletkezik.

Az átalakulást leíró reakcióegyenlet:

magnézium + oxigén → magnézium-oxid

A folyamat során két kiindulási anyagból egy termék keletkezik. Az olyan reakciókat, amelyek során kettő vagy több reaktánsból egy termék keletkezik, **egyesülésnek** nevezzük.

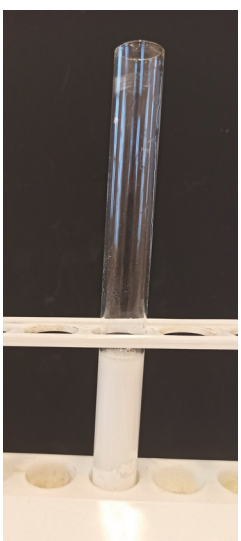
Ha egy tojáshéjdarabkát hevítettünk volna, akkor a tojáshéj mészkőtartalma (kalcium-karbonát-tartalma) égetett mésszé (kalcium-oxiddá) és szén-dioxiddá alakult volna. Vagyis egy kiindulási anyagból kettő termék képződött volna. Az olyan reakciókat, amelyek során egy reaktánsból kettő vagy több termék keletkezik, **bomlásnak** nevezzük. A mészkő bomlásának egyenlete (a mészégetés folyamata):

kalcium-karbonát → kalcium-oxid + szén-dioxid

Ahogy azt láttuk, a cink és a sósav reakciója során hidrogéngáz keletkezik. Az olyan kémiai változásokat, amelyek során gáz képződik, **gázfejlődéssel járó reakcióknak** nevezzük.

Önts egy kémcsőbe híg ezüst-nitrát-oldatot, egy másikba pedig sósavat. Vizsgáld meg a két folyadékot! Ezután öntsd össze a két folyadékot!

2. Milyen színű a két folyadék?
3. Milyen változás figyelhető meg a két oldat összeöntésekor?



Az ezüst-klorid-csapadék fehér színű

Az ezüst-nitrát-oldat és a sósav is színtelen folyadék. Összeöntés közben fehér színű, szilárd anyag, ezüst-klorid képződik. Az olyan kémiai változásokat, amelyek során vízoldhatatlan termék válik ki az oldatokból, **csapadékképződésnek** nevezzük. A reakció következtében kiváló szilárd terméket **csapadéknak** nevezzük.
Az ezüst-klorid-csapadék képződését leíró reakcióegyenlet:

ezüst-nitrát + sósav → ezüst-klorid + nátrium-nitrát

Az oxigénnel való reakciók nagy részét **égésnek** nevezzük. A hidrogén égésével víz, a szén égésével szén-dioxid, a magnézium égése közben magnézium-oxid keletkezik:

hidrogén + oxigén → víz
szén + oxigén → szén-dioxid
magnézium + oxigén → magnézium-oxid



A szén égése

A felsorolt égések viszonylag gyorsan játszódnak le, ezért ezeket **gyors égésnek** nevezzük. Ezzel szemben a fa korhadása vagy egy vastárgy rozsdásodása nagyon lassan megy végbe. Ez utóbbiakat **lassú égésnek** nevezzük.



A fa korhadása egy lassú égés

Katalizátor nemcsak az autókban van?

Önts két kémcsőbe 2-2 ujjnyi hidrogén-peroxid-oldatot! Kb. két perc elteltével tarts izzó gyújtópálcát mindkét kémcső szájához!

1. Mit tapasztalsz a vizsgálat során?

Ezután egy vegyszeres kanál segítségével adj az egyik kémcső tartalmához egy csipetnyi barnakőport! Tarts ezúttal is egy izzó gyújtópálcát a kémcső szájához!

2. Mi történt a barnakőpor hatására?

A hidrogén-peroxid-oldat egy színtelen folyadék. Igen lassan elbomlik, miközben oxigéngáz képződik:

hidrogén-peroxid → víz + oxigén

Tiszta oxigéngáz hatására az izzó gyújtópálca lángra lobban.

A hidrogén-peroxid bomlása annyira lassú, hogy a képződő oxigén nem mutatható ki, az izzó gyújtópálca nem lobban lángra. A barnakőpor hatására azonban a bomlási folyamat jelentősen felgyorsul, sokszor az oldat ki is fut a kémcsőből. Ha ekkor közelítünk egy izzó gyújtópálcát a kémcső szájához, az azonnal lángra lobban.

Az olyan anyagokat, amelyek egy adott reakciót jelentősen gyorsítani képesek, **katalizátoroknak** nevezzük. A barnakőpor katalizálja a hidrogén-peroxid bomlását.

Az autókban is van katalizátor. Ez olyan folyamatokat gyorsít meg, amelyek következtében a kibocsátott füst sokkal kevesebb káros gázt tartalmaz.



Az autókban is van katalizátor

JÓ, HA TUDOD!

A lejátszódó kémiai átalakulások jelölésére a **reakcióegyenletek** szolgálnak. Ezek legegyszerűbb formái a **szóegyenletek**.

A reakciók több csoportba sorolhatók. Ilyenek a **bomlások**, az **egyesülések**, az **égések**, valamint a **gázfejlődéssel** és a **csapadékképződéssel járó reakciók**.

A reakciók meggyorsíthatók **katalizátor** alkalmazásával.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Mit mutat meg egy szóegyenlet?

2. Adottak a következő egyenletek:
   a) cink + kén → cink-szulfid
   b) sósav + nátrium-hidroxid → nátrium-klorid + víz
   c) kalcium + oxigén → kalcium-oxid
   d) hidrogén + klór → hidrogén-klorid
   e) higany-oxid → higany + oxigén
   f) nátrium + víz → nátrium-hidroxid + hidrogén
   g) víz → hidrogén + oxigén

Sorold be az egyes reakciókat a megfelelő csoport(ok)ba!

Bomlások	Egyesülések	Égések	Egyik sem

3. Miért alkalmazunk katalizátort egy reakció során?

4. A véleményed szerint miért lehet szükség arra, hogy egy reakciót lassítsunk?

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

A reakcióegyenletek máshogy is felírhatók

A szóegyenletek tökéletesen leírják a kémiai változásokat. Azonban egy magyar nyelven felírt szóegyenletből egy magyarul nem tudó olvasó jó eséllyel semmit nem ért. A nyelvi akadályok kiküszöbölésére vezették be a 19. század első felében az anyagok jelölésére a vegyjeleket és a képleteket. Ezekkel pedig a reakció egyenleteit is fel tudjuk írni, ami már érthető lesz bárki számára a világon, aki tanult kémiát. A mészkő bomlásának egyenlete képletekkel:

$$CaCO_3 \rightarrow CaO + CO_2$$

Most akkor nyíl vagy egyenlőségjel?

A reakcióegyenletekben a nyilat gyakran egyenlőségjellel helyettesítik. Ez főként nyomdatechnikai kérdés: az egyenlőségjelet régebben könnyebben meg tudták oldani, mint a nyilak rajzolását. Ráadásul az „egyenlet” kifejezés pontosan azt sugallja, hogy itt egyenlőség van a két oldal között. Ugyan ez a jelölés nem minden esetben helyes, nem számít hibának az egyenlőségjel használata, mivel a kiindulási anyagok és termékek össztömege valóban megegyezik.

KITEKINTÉS

A reakcióknak más típusai is léteznek. Vannak olyan kémiai változások, amelyek során elektronátmenet következik be. Ezeket redoxireakció névvel fogjuk a későbbiekben illetni. A protonátmenettel járó reakciókat pedig sav-bázis reakcióknak nevezzük.



A különböző színekkel világító, karkötők által kibocsátott fény a belsejükben lejátszódó kémiai változások eredménye. A jelenséget kemilumineszcenciának nevezzük.

8. A sav-bázis reakciók

Az oldatok jellemzése során eddig kizárólag azzal foglalkoztunk, hogy milyen összetevői vannak az adott oldatnak, illetve milyen a töménysége. Például a háztartási ételecet általában 10 tömegszázalékos oldatként kerül forgalomba. Ez azt jelenti, hogy a vízben oldott ecetsav 10%-ban van jelen az ételecetben. Az ecetet gyakran használják saláták és levesek ízesítésére, de akár tartósításra is alkalmas.



Az ételecetet savanyú íze miatt ételkészítéshez is használják

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Milyen más jellemzője lehet egy oldatnak?

1. Sorolj fel néhány olyan gyümölcsöt, zöldséget, élelmiszert vagy italt, amely savanyú ízű!



A citrom leve is savanyú

Gyakran találkozunk olyan ételekkel és italokkal, amelyek savanyú ízűek. Ezek egyik közös jellemzője, hogy valamilyen **savat** tartalmaznak. A citromlében citromsav, a háztartási ételecetben ecetsav, a sóskában pedig oxálsav (más néven sóskasav) van. Nemcsak az ételekben és italokban, de például a háztartási tisztítószerekben is gyakran használnak fel savakat. A háztartási vízkőoldóban sósav (vízben oldott hidrogén-klorid), citromsav vagy foszforsav van. Mindegyik közös jellemzője, hogy tömény oldat formájában maró hatású folyadékok, a bőrre kerülve bőrpírt és csípő, olykor viszkető érzést okoznak. A használatuk során ezért javasolt gumikesztyűt viselni.

A savakat tartalmazó oldatokat összefoglaló néven **savas kémhatású oldatoknak** nevezzük.

Milyen más kémhatású oldatokat különböztetünk meg?

1. Nézz utána otthon, hogy milyen zsíroldó és mosószereket használtok!



A zsíroldó vizes oldata lúgos kémhatású

A háztartásban számos zsíroldó és mosószerrel találkozhatunk. Ezek közös tulajdonsága, hogy vizes oldatuk **lúgos kémhatású**. A legtöbb zsíroldó szer marónátront (nátrium-hidroxidot) tartalmaz. A mosószerek hatóanyaga gyakran a mosószóda (nátrium-karbonát). A marónátron és a mosószóda egy **bázis**. A bázisok vizes oldatát **lúgnak** nevezzük.

A viszonylag tömény, lúgos kémhatású oldatok szintén maró hatásúak, a bőrfelszínt roncsolva, azt síkossá teszik. A zsíroldó szerekkel és mosószerekkel való munkavégzés közben szintén javasolt a gumikesztyű használata.

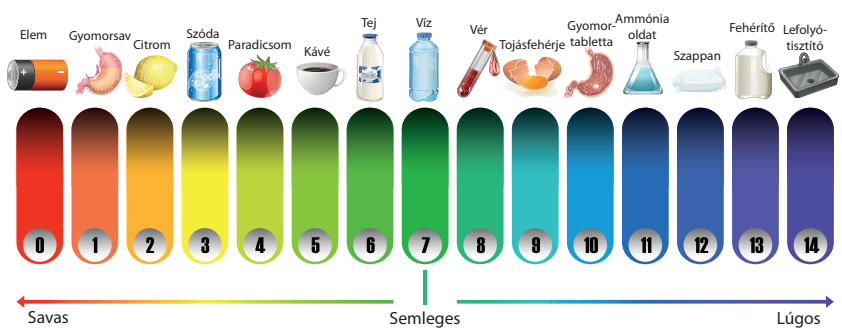
Természetesen olyan vizes oldatokkal is gyakran találkozunk, amelyek sem savas, sem lúgos kémhatást nem mutatnak. Az ilyen oldatokat **semleges kémhatású oldatoknak** nevezzük. A konyhasó vagy a kristálycukor vizes oldata semleges kémhatású.

Van-e gyengén savas és erősen savas oldat?

A kémhatást valójában két ion, a vizes oldatban előforduló oxóniumion (H_3O^+) és a hidroxidion (OH^-) mennyiségének viszonya szabja meg. Amennyiben a két ion azonos mennyiségben van jelen, az oldat semleges kémhatású. A savas kémhatású oldatokban az oxóniumion mennyisége nagyobb, mint a hidroxidioné. A lúgos kémhatású oldatokban pedig a hidroxidion mennyisége a nagyobb.

1. Véleményed szerint mikor lesz erősebben savas egy oldat: ha a vizes oldatban az oxóniumion kicsit vagy sokkal nagyobb mennyiségben van jelen a hidroxidionhoz képest?
2. Vajon hogyan lehet egy erősen savas oldatból gyengén savas oldatot kapni?

pH-skála



Az oldat kémhatásának számszerűsítésére a **pH-értéket** használjuk. 25 °C hőmérsékleten a pH-t 0–14 között értelmezzük.

Amennyiben egy vizes oldatban az oxóniumion mennyisége sokkal nagyobb, mint a hidroxidionoké, az oldat erősen savas lesz. Ha ezt az oldatot elkezdjük vízzel hígítani, az oldat egyre gyengébben lesz savas kémhatású.

Ez fordítva is igaz: amennyiben egy vizes oldatban az oxóniumion mennyisége sokkal kisebb, mint a hidroxidionoké, az oldat erősen lúgos kémhatású lesz. Ha ezt az oldatot elkezdjük vízzel hígítani, az oldat egyre gyengébben lesz lúgos.

Hogyan lehet a legegyszerűbben jelezni egy oldat kémhatását?

1. Milyen színűek a következő oldatok: háztartási sósav, csapvíz, illetve mosószódaoldat?

Önts egy kémcsőbe kétujjnyi háztartási sósavat, egy másik kémcsőbe kétujjnyi csapvizet, míg egy harmadik kémcsőbe kétujjnyi híg mosószódaoldatot! Cseppents minden kémcső tartalmához kevés univerzál indikátoroldatot! Rázd össze alaposan az oldatokat!

2. Milyen színűek lettek az egyes oldatok a becseppentést és összerázást követően?

Ismételd meg a vizsgálatot úgy, hogy ezúttal vörös káposzta levét cseppented az oldatokhoz!

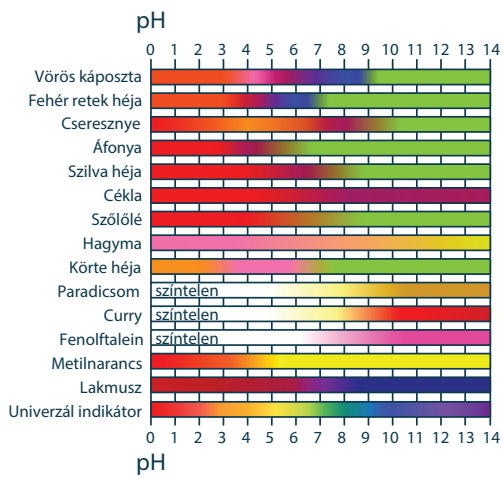
3. Ezúttal milyen színűvé váltak a vizsgált oldatok?

A háztartási sósav, a csapvíz, illetve a mosószóda vizes oldata egyaránt színtelen folyadék. A sósav savas, a mosószóda lúgos, míg a csapvíz semleges kémhatású oldat. Az univerzál indikátor hatására a háztartási sósav színe pirossá, a csapvíz zölddé (esetleg sárgászöldessé vagy zöldes-sárgássá), míg a mosószódaoldat kékeslilássá válik. A vörös káposzta levét alkalmazva a sósav piros, a csapvíz lilaskékes, a mosószódaoldat sárgászöldes vagy zöldes-sárgás színűre változik.

Az olyan anyagokat, amelyek meghatározott színnel jelzik a vizsgált oldat kémhatását, **indikátoroknak** nevezzük.

Vannak természetes és mesterségesen előállított indikátorok. A vörös káposzta levében lévő antocián egy olyan anyag, ami indikátorként működik.

Különböző indikátorok színei a pH függvényben



Az univerzál indikátor pedig számos mesterségesen előállított indikátor keveréke.

A laboratóriumi munka során az indikátorokat vagy oldat formájában vagy indikátorpapírként alkalmazzuk.



Indikátorpapír

Mi történik, ha egy savas és egy lúgos kémhatású oldatot összeöntünk?

Önts egy kémcsőbe kétujjnyi, tízszeresére hígított háztartási sósavat! Adj hozzá két csepp univerzál indikátoroldatot!

1. Milyen színű lesz az indikátortól az oldat?
2. A véleményed szerint mi történne, ha lassan egy lúgos kémhatású oldatot kezdenénk a sósavhoz adagolni?

Ellenőrizd le az elképzelésed: egy cseppentő segítségével cseppenként kezdj el marónátronoldatot (nátrium-hidroxid-oldatot) adagolni a sósavhoz! Figyeld meg a bekövetkező változásokat!

A sósav a savként viselkedő hidrogén-klorid vizes oldata, míg a marónátron egy bázis. Amikor a bázis vizes oldatát a sav vizes oldatához kezdjük el adagolni, az indikátor színe fokozatosan változni fog. A folyamat közben a hidrogén-klorid a nátrium-hidroxiddal reakcióba lép.

hidrogén-klorid + nátrium-hidroxid → nátrium-klorid + víz

Az olyan reakciókat, amelyek során egy sav egy bázissal lép reakcióba, **közömbösítésnek** nevezzük. Amennyiben a reakció végeredményeként semleges kémhatású oldat keletkezik, a közömbösítést **semlegesítésnek** nevezzük.

A közömbösítés során mindig víz és egy sótípusú vegyület keletkezik. A **sók** olyan vegyületek, amelyek egy savoldat és egy bázis vizes oldata között végbemenő reakció során keletkeznek. Az egyik legismertebb sótípusú vegyület a konyhasó (nátrium-klorid).

SAV + BÁZIS → SÓ + VÍZ

JÓ, HA TUDOD!

A **kémhatás** a vizes oldatok azon tulajdonsága, amely alapján megkülönböztetünk **savas**, **semleges** és **lúgos kémhatású oldatokat**. Az oldat kémhatásának számszerűsítésére a **pH-értéket** használjuk. 25 °C hőmérsékleten a pH-t 0–14 között értelmezzük. A semleges kémhatás pH = 7-es értéket kap. Az ennél kisebb pH a savas, a nagyobb pedig a lúgos kémhatású oldatokat jelöli.

Az olyan anyagokat, amelyek meghatározott színnel jelzik a vizsgált oldat kémhatását, **indikátoroknak** nevezzük. Vannak természetes és mesterségesen előállított indikátorok.

Az olyan reakciókat, amelyek során egy **sav** egy **bázissal** lép reakcióba, **közömbösítésnek** nevezzük. Amennyiben a reakció végeredményeként semleges kémhatású oldat keletkezik, a közömbösítést **semlegesítésnek** nevezzük. Egy savoldat és egy bázis vizes oldata között végbemenő közömbösítés során mindig víz és egy **sótípusú** vegyület keletkezik.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Nevezz meg savas kémhatású oldatokat!
2. Adj példát lúgos kémhatású háztartási vegyiárura!
3. Milyen oldandó anyagok segítségével lehetne semleges kémhatású vizes oldatot készíteni?
4. Egy vizes oldat pH-ja 3. Milyen kémhatású a vizsgált oldat?
5. Egy vizes oldat a cékla levének hatására lila színt kap. Milyen kémhatású az oldat?
6. Milyen színű lesz az a 4-es pH-jú oldat, amelyhez univerzál indikátoroldatot adunk?
7. Mit nevezünk közömbösítésnek?
8. Mi történik, ha nagyon kevés híg sósavhoz univerzál indikátor mellett nagy mennyiségű, töményebb marónátronoldatot adunk?

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Hogyan állapítható meg, hogy egy oldat savas kémhatású?

Nagyon régen olyan is előfordult, hogy egy vizes oldat savasságát kóstolással állapították meg. Mivel a savas kémhatású oldatok maró hatásúak, természetesen ez nagy felelőtlenség volt a kísérlet elvégzői részéről. Napjainkban az indikátorok nagy segítséget nyújtanak a kérdés megválaszolásában. Emellett műszerekkel is gyorsan megállapítható az oldat pH-ja.



A pH műszeresen is meghatározható

A fontosabb hidroxidok

A vízben oldódó hidroxidok (mint amilyen a nátrium-hidroxid is) vizes oldatai lúgos kémhatásúak. Ilyen például az oltott mész (kalcium-hidroxid) vagy a kálilúg (kálium-hidroxid) vizes oldata is.

KITEKINTÉS

Az egyes savak különböző erősségűek. Ez azt jelenti, hogy ugyanolyan töménység esetében egy erősebb sav erősebben savas kémhatású (kisebb pH-jú) oldatot eredményez, mint egy gyengébb sav. Ugyanez a lúgok esetében is megfigyelhető. Egy erősebb bázis ugyanolyan koncentrációérték mellett lúgosabb (nagyobb pH-jú) oldatot eredményez, mint egy gyengébb bázis. A saverősség, illetve báziserősség viszont nincs kapcsolatban azzal, hogy melyik mennyire káros az egészségre.

9. A reakciók energiaviszonyai

Az oldódások kapcsán már áttekintettük a folyamatokat kísérő energiaváltozás kérdését. Így beszéltünk arról, hogy a pétisó oldásakor hőelnyelés (vagyis endoterm változás) következik be, míg a lefolyótisztító por vízben történő oldódása közben hő termelődik (vagyis exoterm változás játszódik le).

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Milyen energiaváltozással járnak az égési folyamatok?



Az égés hőtermelő vagy hőelnyelő folyamat?

1. Amikor egy kandallóban vagy cserépkályhában tüzet rakunk, hőtermelő vagy hőelnyelő folyamat játszódik-e le? A válaszodat támaszd alá!

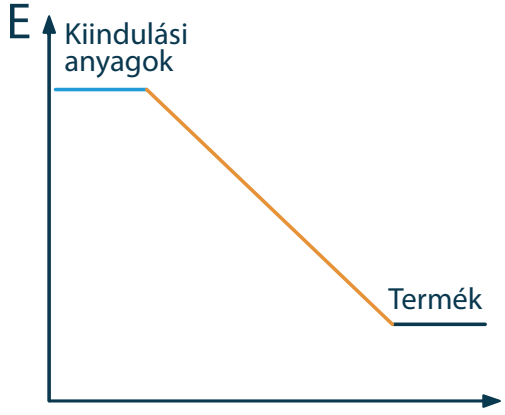
A fa égése közben jelentős mennyiségű hő termelődik. De ugyanígy exoterm reakció a magnézium vagy a földgáz égése is. Általánosságban is kijelenthető, hogy az égési folyamatok, tehát az oxigénnel való reakciók hőtermelő, vagyis **exoterm reakciók**.

2. Milyen az exoterm reakciók esetében a kiindulási anyagok és termékek energiaszintje?

Az exoterm reakciók esetében az egymással reagáló kiindulási anyagok energiaszintje magasabb, mint a képződő termékek energiaszintje. A kémiai változás során az energiakülönbséget a rendszer hőenergia formájában kisugározza.

A magnézium és az oxigén energiaszintje magasabb, mint a reakciójuk során keletkező termék, a magnézium-oxid energiaszintje. A reakció közben olyan nagy mennyiségű hő termelődik, amelyet a lángoló magnéziumszalagtól 2-3 méternyi távolságból is jól érzékelhetünk.

Az exoterm kémiai változások energiadiagramja



3. A vas rozsdásodása lassú égés. Vajon ebben az esetben miért nem észlelhető a hőfelszabadulás?

A vas rozsdásodása egy időben elhúzódó, igen lassú folyamat. Bár ebben az esetben is van hőfelszabadulás, a folyamat olyan lassan megy végbe, hogy a hőtermelést nem érzékeljük. Ha valamilyen módon felgyorsítanánk a rozsdásodás folyamatát, rövidebb idő alatt ugyanannyi hő termelődne, így az már érzékelhető lenne.

Természetesen számos más reakció is lehet exoterm. Így például a hidrogéngáz klórgázzal való egyesülése (a termék neve: hidrogén-klorid) szintén hőtermeléssel jár.

Milyen energiaváltozás következik be a mészégetés során?

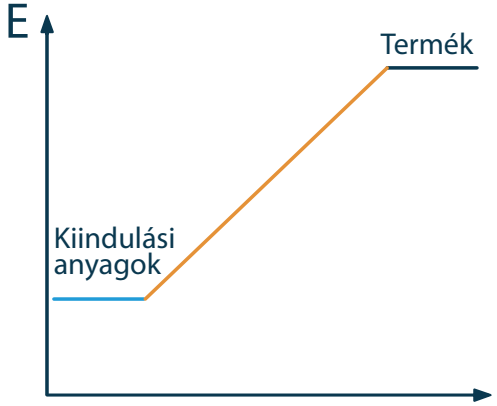
A mészégetés elnevezés nem igazán szerencsés, hiszen a meszet (mészkövet) nem égetik el, vagyis nem oxigénnel viszik reakcióba, hanem hevítik. A mészkő hevítésével égetett mész és szén-dioxid-gáz képződik.

1. Vajon miért lehet szükség a hevítésre a folyamat során?
2. Végbemegy-e a folyamat közönséges körülmények között? A válaszodat indokold!

A hevítés során nagy mennyiségű hőt közlünk az anyagi rendszerrel. Ezt a hőt a rendszer elnyeli, vagyis **endoterm reakció** megy végbe. A kiindulási anyag (a mészkő) alacsonyabb energiaszintű, mint a keletkező termékek. Közönséges körülmények között a mészkő nem tud az átalakuláshoz szükséges mennyiségű hőt felvenni, a reakció nem játszódik le.

Igen sok bomlás során következik be hőelnyelés. Így az ammóniagáz nitrogénre és hidrogénre történő bomlása szintén endoterm reakció.

Az endoterm kémiai változások energiadiagramja



JÓ, HA TUDOD!

A kémiai változások során hőelnyelés vagy hőfelszabadulás következik be. A hőelnyeléssel járó átalakulást **endoterm**, a hőfelszabadulást eredményező változást **exoterm reakciónak** nevezzük.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Milyen energiaváltozás következik be az exoterm reakciók során?
2. Adj példát exoterm reakciókra!
3. Milyen energiaváltozás következik be az endoterm kémiai változások során?
4. Adj példát endoterm reakciókra!

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Hogyan jelölik a gázszámlán a felszabaduló hő mennyiségét?

A reakciók közben felszabaduló hőt általában kJ-ban [ejtsd: kilozsúl] vagy MJ-ban [ejtsd: megazsúl] adják meg. A földgázszámlán is meg szokott jelenni ez a jelölés: ebben arról tájékoztatják a fogyasztót, hogy 1 m^3 térfogatú vezetékes gáz elégetése közben mennyi hő szabadul fel.



A vezetékes gáz égése közben hő fejlődik

KITEKINTÉS

A táplálkozás során a szervezetbe juttatott anyagok egy jelentős része a sejtekben elég. Az égés során képződő hő szükséges a szervezet megfelelő működéséhez. A táplálékok égésével felszabaduló energia mennyiségét leggyakrabban kcal-ban [ejtsd: kilokalória] adják meg.

10. A hétköznapi életben jelentős reakciók

A természet törvényeinek megismerésében talán az jelenti a legnagyobb akadályt, hogy hajlamosak vagyunk azt gondolni, a természettudományos órákon megismert jelenségek csak az iskola falai között működnek, ezért gyakran nem is vesszük elég komolyan. Pedig valójában a tanórákon elvégzett kísérletek alapját a természetben végbemenő változások adják. Ahogy a Balaton vize télen – legalább részben – megfagy, úgy például az égés folyamata is megjelenik a természetben. Elég, ha a gondatlanságból vagy a nagy hőségből eredő erdőtüzekre gondolunk.



Az erdőtüzek sokszor megelőzhetők lennének több természettudományos ismeret birtokában

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Milyen káros kémiai változások játszódnak le a természetben?



Korhadt kerítéslécek

1. Miért szükséges a fából készült kerítést vagy a vastárgyakat adott időközönként lefesteni?

A fa többek között az esővíz és a levegő oxigénjének hatására lassan **korhadásnak** indul. Ezt olyan módon tudjuk megelőzni, hogy a fából készült, az időjárás viszontagságainak kitett eszközöket és tárgyakat lakk- vagy festékréteggel vonjuk be. Amíg a bevonat sértetlen, megvédi a fát a korhadástól.

A vasból készült tárgyakat szintén óvni kell az időjárás viszontagságaitól. Egy nem megfelelően kezelt felületű vastárgy lassan elkezd rozsdásodni, szaknyelven korrodálódni. A vas felszínén ekkor egy laza, lyukacsos, szivacsos szerkezetű vas-oxid-hidroxid-réteg alakul ki, amit a hétköznapi életben **rozsdának** nevezünk.

A rozsdásodás elkerülése végett a vasból készült tárgyakat célszerű rozsdamentes acéltárgyakra cserélni. Amennyiben erre nincs lehetőség, a vastárgyat viszonylag gyakran szükséges megfelelő festékréteggel bevonni.

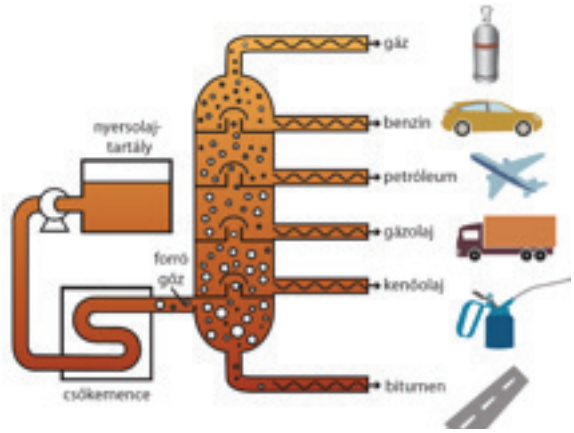


Az autók esetében az első rozsdafoltok a küszöb körül jelennek meg

Hogyan nyerjük ki az energiát a különböző energiahordozókból?

1. Honnan nyerik a hagyományos (szaknyelven belső égésű) motorokkal ellátott járművek a mozgásukhoz szükséges energiát?
2. Mi köze van a kőolajnak a járművekhez?

A kőolaj nagy mennyiségű, nagyon régen elpusztult tengeri élőlények oxigén nélküli elbomlásának végeredménye. Főként cseppfolyós anyagokból áll, de lelőhelyétől függően különböző mennyiségű oldott gáz- és szilárd halmazállapotú anyagokat is tartalmaz. A kőolajat kitermelés után előkezelik, majd a nyersolajat felmelegítve különböző részekre választják szét.



A kőolajból kinyerhető hasznos keverékek és felhasználásuk

Az autók jelentős része a kőolajból kinyert benzin, illetve gázolaj égéséből származó energiával működik. A repülők motorterében pedig kerozint égetnek, amit petróleum tisztításával nyernek.



PB-palackok

3. Honnan nyerhetünk elegendő energiát a főzéshez?

Az egyik leggyakrabban alkalmazott tűzhely a gáztűzhely. Ennek két változata van. Az egyik típusba földgázt vezetnek, a másikba pedig propán–bután gázelegyet (PB-gáz). A földgázban előforduló metán, illetve a propán és a bután égésével igen nagy mennyiségű hő keletkezik.

JÓ, HA TUDOD!

A mindennapi életünkre nagyon sok kémiai változás van hatással. Ilyen a **rozsdásodás**, a **korhadás**, de ilyenek a különböző gyors égések is.

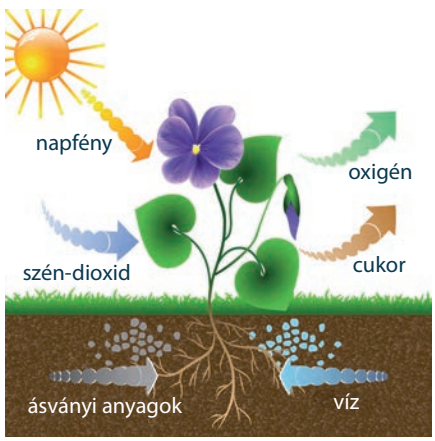
ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Mi történik korhadáskor? Milyen típusú égések közé tartozik a korhadás?
2. Hogyan lehet megelőzni a korhadást?
3. Mi történik a rozsdásodás közben? Hogyan előzhető meg a folyamat?
4. A kőolaj mely komponenseit használják az autók motorjának működtetéséhez?

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Az egyik legjelentősebb kémiai változás: a fotoszintézis

Az élő szervezetekben is számos, nagy jelentőségű kémiai változás következik be. Ilyen például a zöld növényekben lejátszódó fotoszintézis is. A növények a levegő szén-dioxidját és a vizet a napfényből nyert energia felhasználásával oxigéngázzá és szőlőcukorrá alakítják.



A növények fotoszintézise oxigént és szénhidrátot eredményez

KITEKINTÉS

Az elkövetkező évek természettudományos tanóráin számos olyan kémiai változással lesz lehetőséged megismerkedni, amelyek jelentős hatással vannak a mindennapjainkra. Ilyen lesz a szappan előállítása, a margarinkészítés, a műanyagok előállítása stb.

11. Miért napoznak a gyíkok?

A természetben sétálva gyakran látjuk, hogy a gyíkok a napsütötte köveken sütkéreznek. Mi is gyakran kifekszünk a napra, van, aki azért, hogy élvezze a nap melegét, van, aki szeretne egyenletesen lebarnulni. Egy idő után azonban kellemetlenné válik a napozás, felmelegszünk, izzadni kezdünk, leéghetünk. Mielőtt tisztáznánk, miért napoznak a gyíkok, figyeljük meg jobban saját szervezetünk működését!

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Az egészséges ember testhőmérséklete körülbelül 36–36,5 °C, és lényegében változatlan marad akkor is, ha egy meleg nyári napon strandolunk, vagy a téli hidegben kirándulunk.



Köveken napozó gyík

Miért nem hűl le a testünk egy 20 °C-os szobában ugyanúgy, ahogy kihűl az asztalra kitett forró leves?

Ebben a fejezetben megtanultuk, hogy vannak olyan anyagok, amelyek nem vezetik a hőt, hőszigetelők. Bár a ruhánk valamelyest hőszigetelőként viselkedik, ez nem magyarázza testünk változatlan hőmérsékletét. Ennek fő oka ugyanis az, hogy az emberi szervezet képes önmagát belülről fűteni, melegíteni.

Hogyan állítja elő az emberi szervezet az ehhez szükséges energiát? Ahhoz hasonlóan, ahogyan az elektromos fűtőberendezések?

Az ember belső hőjének keletkezése inkább a tűzben égő fa példájára hasonlít. A fa szerves anyagokból áll, amelyek sok szenet tartalmaznak. Ha kellően magas hőmérsékletre melegszik a fa, és van elegendő oxigén a környezetében, megindul az égés. Az égés során a szénatomok oxigénatomokkal kapcsolódnak össze, ez a kémiai változás energiafelszabadulással jár, a felszabaduló energia adja a tűz melegét. A tűz esetében az égés gyorsan és magas hőmérsékleten megy végbe. Az emberi szervezetben lezajló folyamat hasonló, de lassabban és alacsonyabb hőmérsékleten zajlik, vagyis lassú égés.



A kandallóban a fahasábok magas hőmérsékleten és gyorsan égnek el

Honnan kerül a szervezetünkbe az égéshez szükséges oxigén?

A tűz táplálásához levegőre van szükség, hiszen az égés során a levegőből származó oxigén egyesül a fa szénatomjaival. Az életünk fenntartásához is folyamatos oxigén-utánpótlásra van szükség, ezért lélegzünk! A belélegzett levegőben sok az oxigén, a kilélegzett levegőben pedig nagyobb a szén-dioxid mennyisége. A szén-dioxid az égés során keletkezik, amikor a szénatomok oxigénatomokkal kapcsolódnak össze.

Hol zajlik lassú égés a szervezetben?

Lényegében minden sejtben! A vér szállítja az oxigént a sejtekhez, majd a vér szállítja el a keletkező szén-dioxidot. A sejtek energiája a lassú égésből származik.

A tüzet fával, szénnel kell táplálni, hogy ne hamvadjon el. Mi táplálja az emberben zajló lassú égést?

Az élőlények a táplálkozás során veszik magukhoz az életükhöz szükséges anyagokat, a táplálékot. Ez jelenti a szervezetben keletkező hő forrását is. A táplálékokban raktározott energiát használjuk fel az életünk során. Nemcsak a szervezetünk melegítéséhez van szükség jelentős mennyiségű energiára, hanem például a mozgáshoz vagy akár a gondolkodáshoz is.



A különböző ételek energiatartalma általában eltérő. Az olajos magvak energiatartalma a legtöbb esetben nagyobb, mint a zöldségeké.

Honnan származik a táplálékokban raktározott energia?

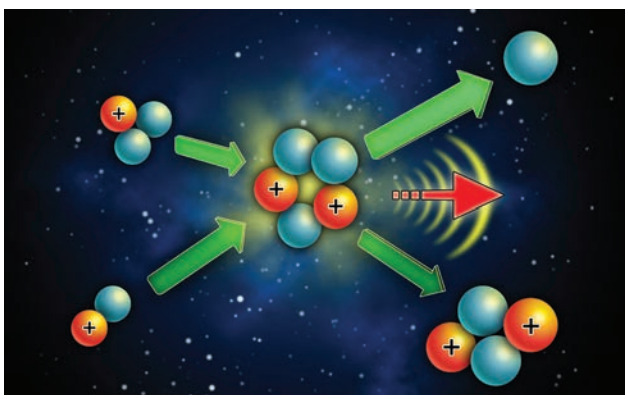
A növények levelei hasznosítják, magukba építik a napsugárzás energiáját, és a talajból felvett anyagok segítségével szerves anyagokat, például cukrot hoznak létre. Ezt a folyamatot nevezzük fotoszintézisnek. A cukrok könnyen emészthető, szervezetünk által könnyen feldolgozható energiaforrást jelentenek számunkra.



A levelekben a napfény segítségével szerves anyagok keletkeznek

Honnan származik a napsugarak energiája?

A Nap belsejében elképesztően nagy nyomás és több millió fokos hőmérséklet uralkodik. Ilyen körülmények között a Nap anyagának zömét alkotó hidrogén-atommagok heves ütközések sorozata után hélium-atommagokká alakulnak át. Arról már hallottál, hogy az atomok fontos alkotórésze az atommag, de az atommagok egyesüléséről, a magfúzióról majd később tanulunk részletesen. A Nap energiájának a forrása a magfúzió. A Nap belsejében felszabaduló energia a fúzió után sugárzás formájában szeli át a Nap és a Föld közötti óriási távolságot. Az energia terjedésének egyik módja a sugárzás, erről is esett szó korábban. Ez a sugárzott energia átjut a Föld légkörén is, végül megérkezik a növényekhez.



A kép szemléletesen ábrázolja a Nap belsejében lezajló atommag-átalakulást

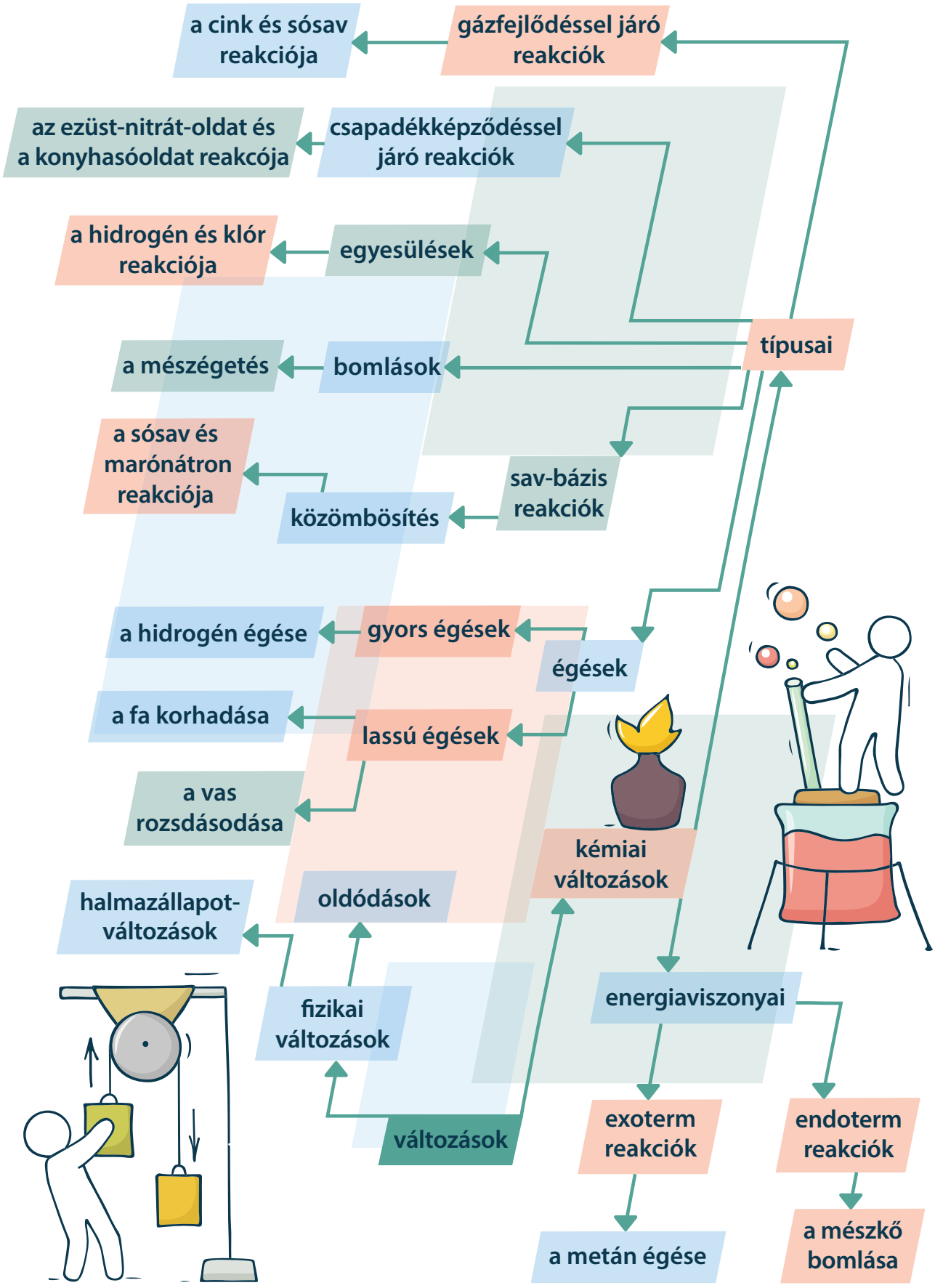
Ezért fordítják a növények a leveleiket a fény felé?

Igen, a növények saját testük anyagainak felépítéséhez használják fel a napsugárzás energiáját! A növényevő állatok nem képesek a fotoszintézisre, de ők is a Nap energiáját használják fel. A növények elfogyasztása révén jutnak energiához.

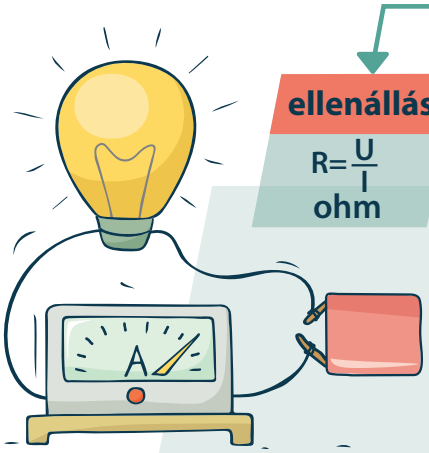
Miért napoznak a gyíkok, ha nem is fotoszintetizálnak?

A hüllők nem képesek testük hőmérsékletét olyan jól szabályozni, mint az emlősök, például az ember. A gyíkok azért napoznak, mert a napfény segítségével közvetlenül is melegítik a testüket. Szükségük van az energiára, hogy villámgyorsan elmenekülhessenek a ragadozók elől, vagy elkaphassák a rovarokat. A forróságban pedig az árnyékban hűsölve hűtik a testüket.




a cink és sósav reakciója
gázfejlődéssel járó reakciók
az ezüst-nitrát-oldat és a konyhasóoldat reakcója
csapadékképződéssel járó reakciók
a hidrogén és klór reakciója
egyesülések
típusai
a mészégetés
bomlások
a sósav és marónátron reakciója
közömbösítés
sav-bázis reakciók
a hidrogén égése
gyors égések
égések
a fa korhadása
lassú égések
a vas rozsdásodása
kémiai változások
halmazállapot-változások
oldódások
fizikai változások
energiaviszonyai
változások
exoterm reakciók
endoterm reakciók
a metán égése
a mészkő bomlása





feszültség
U, volt

ellenállás
$R=\frac{U}{I}$
ohm

áram

töltések szétválasztása

áramforrás

töltés
+ -

részei

áramkör

áramerősség
I, amper

energia megmaradás

töltések mozgása

mozgási

ellenállás

Joule - hő

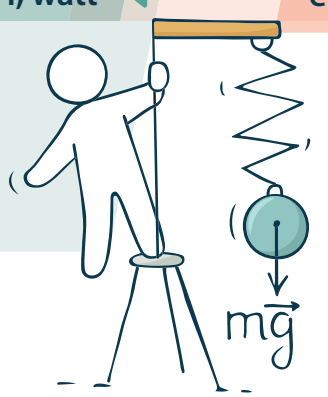
energia
E, joule

fogyasztók

teljesítmény
P = U·I, watt

elektromos

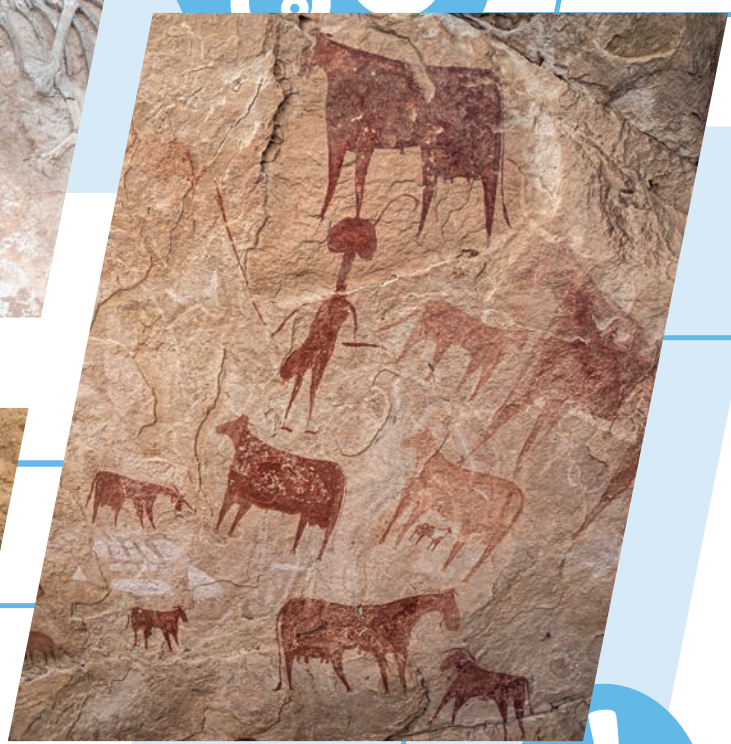
magassági



rugalmas

fogyasztás
E=P·t









IV. FEJEZET

AZ ÉLET KIALAKULÁSA ÉS FEJLŐDÉSE







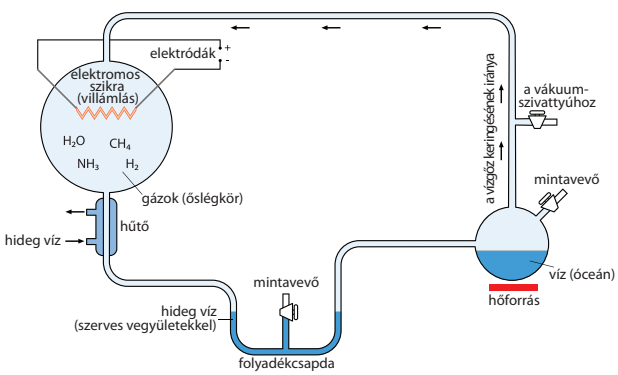
1. Az élet kialakulása és szerveződése

Bolygónk 4,5 milliárd évvel ezelőtt, a Naprendszer kialakulása során keletkezett. Az élet nem volt mindig jelen a Földön. Mivel az élet legkisebb, önálló működésre képes egysége a sejt, ezért az élet megjelenésének az első sejtek kialakulását tekinthetjük. A legrégebbi kövületek tanúsága szerint bolygónkon az élet legalább 3,8 milliárd évvel ezelőtt alakult ki. Ezek az ősmaradványok egykor élt baktériumokból származhatnak. Azt azonban máig sem tudhatjuk, hogy az első sejtek pontosan hogyan alakultak ki. A felépítésükhöz nélkülözhetetlen szerves anyagok létrejöttére több, biológiai szempontból elfogadható magyarázat kínálkozik.

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Hogyan keletkezhetett az élet?

„3,8 milliárd évvel ezelőtt [...] a légkör is nagyban különbözött a ma megszokottól. Stanley Miller kísérlete ezeket a körülményeket másolta le laboratóriumban. A tartályokban olyan gázok voltak, amiket Miller a fiatal Föld légkörének fő összetevőiként tartott számon: főként metán, ammónia és hidrogén. A meleg víz az ősi óceánt modellezte. A fő hozzávaló azonban a villámcsapás volt, amellyel a fiatal bolygón dúló viharokat szimulálták. Miller elindította a kísérletet, és amikor másnap visszatért a laborba, hatalmas meglepetés várta… Az edény tele volt az élet alapját képező, aminosavaknak nevezett vegyületekkel. Miller kísérlete megmutatta, hogy az élet építőkövei hogyan keletkezhettek."



Miller kísérleti berendezésének felépítése

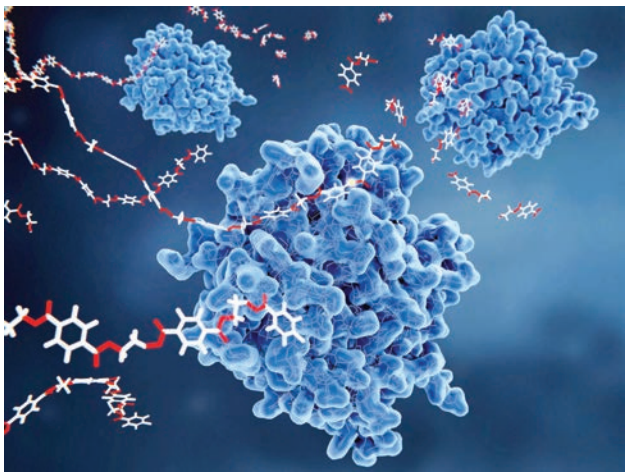
1. Az ábrázolt kísérleti berendezésbe egy hűtőt is felszerelt a kutató. A szöveg alapján mit gondolsz, az ősi környezeti viszonyokat figyelembe véve miért volt hibás döntés a hűtés?
2. A szövegben említett aminosavakból épülnek fel a fehérjék. Ezek az anyagok alkotják az élőlények testének nagy részét, például a tojásfehérjét is. Ha az ősóceán nem hűlt volna le, akkor mi történt volna ezekkel a fehérjékkel?
3. Mi lehetett a szerepe a kísérletben az elektromos szikráknak?

Stanley Miller laboratóriumi keretek között bizonyította be, hogy az őslégkörben lévő anyagokból létrejöhetett **szerves anyag**, ami az élet kialakulásának feltétele. Az őslégkör vízgőzből, hidrogénből, metánból, ammóniából és egyéb gázokból állhatott.

Miller egy lombikban vizet forralt (az ősi óceánok szimulációja), s ennek gőzét egy elektródákkal felszerelt edénybe vezette. Az edényben gyakori elektromos kisüléseket hozott létre (a villámlások hatását modellezte), és a gázt egy hűtőn keresztül vezette vissza a vizet tartalmazó edénybe. A vízgőzből és a gázokból az elektromos kisülések hatására többféle szerves molekula is keletkezett. Sikerült olyan szerves molekulákat létrehozni, amelyek az élő szervezetek építőkövei lehettek. A szerves molekulák szerkezetének sokfélesége tette lehetővé a sejteket felépítő és működtető **biológiai információ** megjelenését is. Az információ megléte életképes sejtek kialakulását tette lehetővé.

Hogyan kezdett működni az első sejt?

Egyre több ásványvizet és üdítőt fogyasztunk eldobható PET-palackokba csomagolva. Az újrahasznosításuk csak részben megoldott, gyakran a folyókban vagy a szeméttelepeken várják a sorsukat. Biológiai lebomlásuk nagyon lassú. A baktériumok egy új csoportja azonban képes felgyorsítani ezt a folyamatot.



A különleges baktériumok által előállított, a PET-palackok anyagát lebontó enzim működés közben (3D rajz)

1. Mivel kapcsolatban hallottad már az „enzim" szót?
2. Fogalmazd meg a kép alapján, hogyan végzi az enzim a PET-palack anyagának lebontását!

Az élet akkor jelent meg a Földön, amikor az első sejt működése beindult. Ehhez azonban jelentősen fel kellett gyorsítani a kémiai folyamatokat. Az **enzimek** olyan anyagok, amelyek ezt a feladatot a környezet hőmérsékletén is képesek elvégezni. Az ősi környezetben kialakult szerves oldatban már lehettek olyan anyagok, amelyek felgyorsították a kémiai reakciókat. Ha ez a kémia működött, akkor az élet kapuja is kitárulhatott. A belépőt az első sejtek váltották meg.

Az élő sejt biológiai jellemzői:

- **elhatárolódik az élettelen környezetétől,**
- **a környezetével anyagcserét folytat,**
- **képes anyagok lebontására és felépítésére,**
- **megtartja a belső rendjét,**
- **tulajdonságait képes átadni utódainak,**
- **képes a változásra, alkalmazkodásra.**

Melyek az élőlények főbb csoportjai?

Az élővilág különböző törzseit a sejtjeik felépítése és jellemző anyagcseréjük alapján három birodalomba és hat országba soroljuk. Az ábrán az élőlények országait és jellemző képviselőiket láthatod.

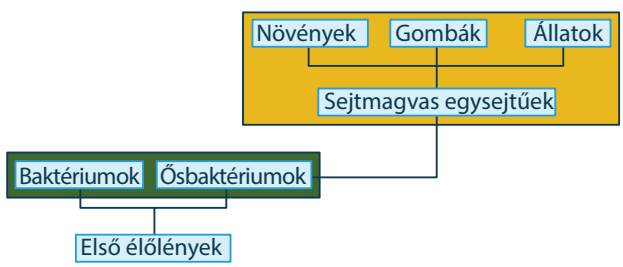
1. Hogyan helyeznéd el az üres ábra „dobozaiba" ezeket az országokat?
2. Az ábra mely részein van lehetőség cserére?



Az élőlények országai

3. Próbálj meg fajokat mondani az egyes országokhoz!

A mai élőlények három nagy ***birodalomba*** sorolhatók. A legegyszerűbb élőlényekben a biológiai információ nem határolódik el a sejt magjában. Ilyen felépítésűek az ***ősbaktériumok*** és a ***valódi baktériumok***, mindegyik önálló birodalomnak tekinthető. Az elsőként megjelent sejtek a valódi baktériumokhoz hasonlíthattak, tehát a fejlődés alapját inkább ezek képezik. Az összes többi élőlény sejtjeiben megtalálható a sejtmag. A ***sejtmagvas*** élőlények alkotják az élővilág harmadik nagy birodalmát, amelyet további országokra oszthatunk fel. Az **egyszerű eukarióták** sokféle anyagcseretípust és életformát képviselnek. Belőlük ágazódott el három fejlődési út, amely a ma ismert **növények, gombák** és **állatok** országát hozta létre.



Az élővilág három birodalma és országai

JÓ, HA TUDOD!

- Az élet kb. 3,8 milliárd éve jelent meg a Földön.
- A szerves alapmolekulák élettelen úton való keletkezését kísérlettel is bizonyították.
- A szerves molekulák további felépítése bonyolult kémiai rendszerekben történhetett.
- Az első sejtek már rendelkeztek az élet valamennyi jellemzőjével.
- A sejtek működésében alapvető fontosságúak az enzimek.
- Az első sejtek baktériumok lehettek.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Milyen részei voltak Miller kísérleti berendezésének?
2. Hogy függenek össze a modell egyes részei és az ősi Föld környezeti rendszerei?
3. Miben különbözik a szerves anyagok előállításának az élőlényekben előforduló, kétféle módja?
4. Mely energiaforrás-típusok hasznosítására képesek az élőlények?
5. Melyek az élőlények országai, hogyan sorolhatók ezek három alapvető csoportba?

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Az élet az űrből érkezett?

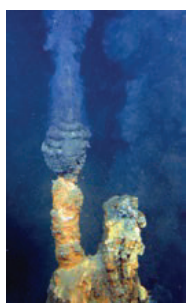
Egyes meteoritokban szerves molekulákat találtak. Eszerint az élethez szükséges anyagok érkezhettek a földön kívülről is. Az elméletet igazolandó, az űrexpedíciók folyamatosan kutatják az üstökösöket. Az eddigi kutatások során több szerves molekulát is találtak az űrben.



Fantáziarajz az életet hordozó üstökösökről

Élet az óceán mélyén?

Újabban annak a lehetőségét is fölvetették a kutatók, hogy az élet esetleg nem is az őslégkör anyagaiból, hanem a mélytengerekben alakult ki. Az óceáni aljzatból feltörő, meleg források kén-hidrogénben, ammóniában, szén-dioxidban gazdagok. Ezeken a helyeken is létrejöhettek a sejtek felépítéséhez szükséges szerves molekulák, amelyekből kialakulhattak az első sejtek.



Mélytengeri életközösség

KITEKINTÉS

Az élet fenntartásához szükséges energiát az élőlények anyagcseréje biztosítja. A későbbiekben részletesebben is tanulsz ezekről a folyamatokról. Emellett megismerheted a földi körforgásokban jelentős szerepet játszó baktériumok felépítését és életműködéseit. Választ kapsz arra is, hogy a sejteknek milyen típusai vannak. A táplálékláncok és táplálékhálózatok kapcsán a termelő, fogyasztó és lebontó szervezetekről is tanulhatsz még.

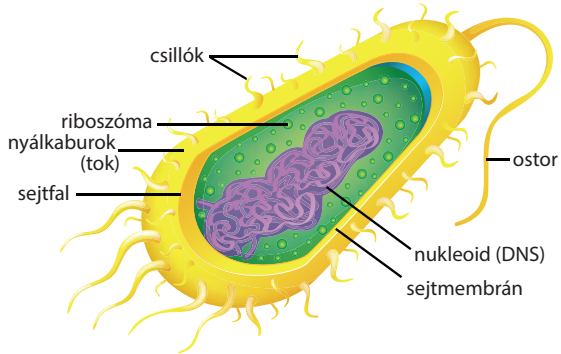
2. Az élet kibontakozása

Az élet 3,8 milliárd évvel ezelőtt jelent meg a Földön. Az ősi időkben csak a mélyebb vizekben voltak megfelelőek az élet feltételei. Az első sejtek nagyjából a mai baktériumokhoz lehettek hasonlóak. Felépítésük és működésük a legegyszerűbb formában hordozta az élőlények biológiai jellemzőit.

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Milyenek lehettek az első élőlények?

Az ábra egy mai baktérium felépítését mutatja be. A jelölések a fontosabb alkotórészekre mutatnak.



Egy baktérium felépítése

A korábbi tanulmányaid alapján gondold át, hogy mi lehet a feladatuk az alábbi sejtalkotóknak!

1. Sejthártya, sejtfal
2. DNS (nukleinsav)
3. Sejtplazma (riboszómákkal)
4. Ostor

A baktériumok a Föld legelterjedtebb élőlényei. Széles körű előfordulásuk változatos anyagcseréjüknek, gyors szaporodásuknak és tág tűrőképességüknek köszönhető.

A baktériumok sejtfelépítése:

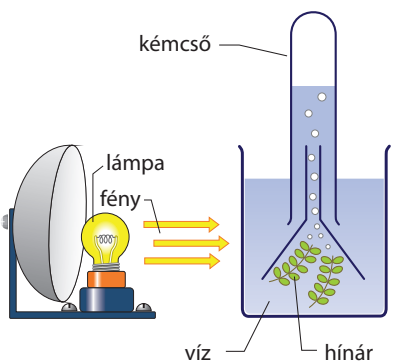
- A **sejthártya** elhatárolja és összekapcsolja a sejteket a környezettel. Szabályozza az anyagok felvételét és leadását, szerepet játszik a sejt energiaellátásában és az érzékelésben is.
- A sejthártyán kívül elhelyezkedő **sejtfal** a környezeti hatások ellen védi a sejtet. Egyes baktériumok ezenkívül nyálkás **tokkal** is rendelkezhetnek.
- A sejt belsejét vizes oldat, a **sejtplazma** tölti ki, amely alapanyagokat, késztermékeket és az anyagok átalakítását végző enzimeket tartalmaz.
- A fehérjék felépítését apró szervecskék, a **riboszómák** végzik. Az ehhez szükséges információt egy nagyobb (és több kisebb) **DNS-molekula** hordozza.
- Egyes baktériumok egy vagy több **ostorral** önálló mozgásra is képesek.

Miért volt fontos lépés az evolúcióban a fényenergia hasznosítása?

Az ábrán egy olyan kísérleti berendezés látható, amely a fotoszintézis hatékonyságának mérésére szolgál.

– Egy nagy méretű üvegedényt 20 °C-os vízzel töltöttek fel, és belehelyeztek 10-12 db, 1,5-2 cm-es re vágott hínárnövényt.
– Ráhelyeztek egy tölcsért úgy, hogy az összes növény a tölcsér belsejében legyen.
– A tölcsér végére ráhúztak egy vízzel teli, levegőmentes kémcsövet.
– Az edényt egy erős fényű lámpával megvilágították, és néhány perc múlva elkezdték számolni a hínár leveleinek felszínéről percenként távozó buborékokat.

1. A fotoszintézis folyamata alapján mondd meg, milyen gáz alkotja a buborékokat!
2. Hogyan változna a buboréktermelés, ha a lámpát távolabbra helyeznénk?



Kísérleti berendezés fotoszintézis mérésére

3. Hogyan hasznosul a növényben keletkező cukor?

Az élőlények anyagokat vesznek fel környezetükből. Ezeket az anyagokat a sejtekre jellemző kismolekulákká alakítják, majd a sejtjeikben felhasználják, átalakítják. A felesleges és káros anyagokat a sejtek leadják környezetükbe. A sejtekben az anyagok felhasználásához, átalakításához szükséges biokémiai folyamatokat **anyagcserének** nevezzük.

A **felépítő** anyagcsere-folyamatok során az élőlények saját, magas energiatartalmú és összetett szerves anyagaikat előállíthatják **szervetlen** és **szerves** anyagokból is.

A Föld első élőlényei a környezetük anyagaiból nyerték az energiát. Ezek azonban nem álltak korlátlanul rendelkezésre. Az élőlények a felépítő folyamatokhoz vagy **fényenergiát** vagy **kémiai energiát** hasznosítanak. A mai élővilág felé tett nagy lépés a napfény hasznosítása volt. A folyamat a ***fotoszintézis***, amely az egész élővilág szempontjából alapvető jelentőségű.

A zöld növényekben végbemenő, *felépítő* folyamat során ***szén-dioxidból és vízből szőlőcukor és oxigén keletkezik***.

Kémiai egyenlettel így írható le:

$$6\,CO_2 + 6\,H_2O = C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2$$

Miben különbözik a növények és az állatok sejttípusa?

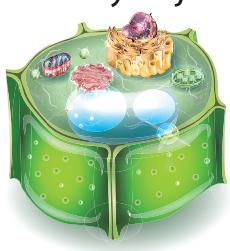
Az ábrák alapján hasonlítsd össze a növények és az állatok sejttípusát!

1. Nevezz meg olyan alkotórészeket, amelyek mindkét sejtben jelen vannak!
2. Melyek azok a sejtalkotók, amelyek csak az egyik sejtben vannak jelen?
3. Hogyan függhet össze a sejtek közötti különbség a növények, illetve az állatok életmódjával?

állati sejt



növényi sejt



Egy állati és egy növényi sejt felépítése

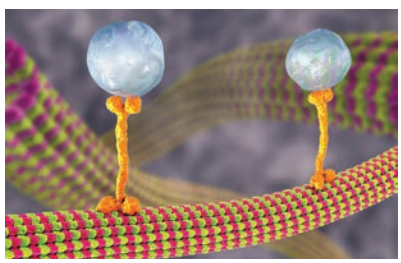
A baktériumoktól eltérő felépítésű élőlények sejtjeit a belső terek elkülönülése és újabb sejtszervecskék megjelenése jellemzi. Az új sejttípus az **eukarióta** sejt, nevét a valódi sejtmagról kapta.

A sejtmagvas élőlények sejtjeinek részletes szerkezetét az elektronmikroszkópok tárták fel. A fontosabb alkotórészek:

1. A **sejtfal** a növényeknél főként cellulózból épül fel. Mechanikai védelmet biztosít.
2. A **sejthártya** olyan kettős réteg, amely elhatárolja a sejtet a külvilágtól, ugyanakkor kapcsolatot is tart a környezettel.
3. A **mitokondriumok** az oxigént igénylő lebontó, energiafelszabadító működést végzik. A tápanyagok energiatartalmát a biológiai folyamatokban hasznosítható formába alakítják át.
4. A **zöld színtestek** feladata a fotoszintézis, melynek során fényenergia segítségével cukrot állítanak elő.
5. Az új típusú sejtekben elkülönült **sejtmag** található. Ebben foglal helyet a DNS-állomány legnagyobb része. Ez a sejt információs központja. Szerepe a sejt életének irányítása, valamint a tulajdonságok átörökítése.
6. A sejtmaghártyáról **belső hártyarendszer** fűződik le, amely a sejtplazmában folytatódik. A sejten belül különféle anyagcsere-feladatokban van szerepe.
7. A fehérjék felépítését a **riboszómák** végzik.
8. A **Golgi-készülék** működésre kész formába alakítja a fehérjéket, egyúttal útnak is indítja őket a felhasználás helyére.
9. A **lizoszóma** emésztőenzimeket tartalmaz, feladata a sejten belüli emésztés.
10. A **vakuólum** sejtnedvvel telt üreg.
11. A **sejtváz** apró fonalak és csövecskék hálózata, amelynek támasztó, mozgató szerepe lehet, sejten belüli úthálózatként is működik.



A sejtmag és a belső hártyarendszer riboszómákkal.



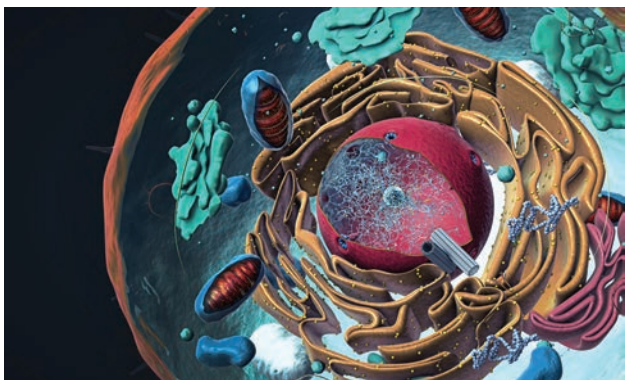
A sejtvázat alkotó mikrocsövecskék, rajtuk haladó, „csomagszállító" molekulákkal.

Milyen a sejtek anyagcseréje?

A sejt működését gyakran hasonlítják egy üzemhez. A sejtszervek munkamegosztása emlékeztet egy gyár különféle gépezeteinek működésére.

Társaiddal gondoljátok végig ezt a hasonlóságot!

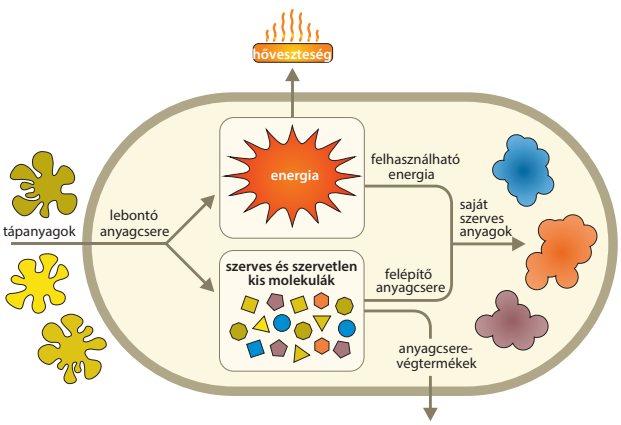
1. Milyen üzemrészeknek felelnének meg egy gyárban a sejtszervecskék?
2. Próbáljatok lerajzolni egy olyan gyárat, amely hasonlít egy sejthez!



Egy sejt részlete

Az élőlények létfenntartásának feltétele a környezettel folytatott anyagcsere. Ezt szolgálják az **egyedszintű életjelenségek**, mint például a táplálkozás és a salakanyagok kiválasztása. A felvett anyagok a **sejtszintű anyagcsere** biokémiai folyamataiban alakulnak át.

A **lebontó** működések egyik célja a sejt energiával való ellátása. A másik cél a **felépítő** működésekhez szükséges alapanyagok biztosítása. A fehérjék előállításához például aminosavakra van szükség. A lebontó működések védik a sejteket a meghibásodott vagy mérgező anyagoktól is.

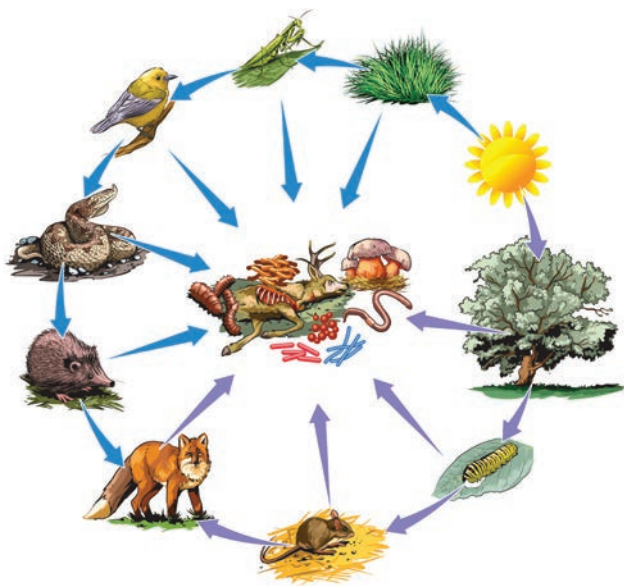


A sejtszintű anyagcsere folyamata

A felépítő anyagcsere-folyamatok során az élőlények saját, magas energiatartalmú és összetett szerves anyagaikat előállíthatják **szervetlen** és **szerves** anyagokból is. Az élőlények a felépítő folyamatokhoz vagy **fényenergiát** vagy **kémiai energiát** hasznosítanak.

Mi a szerepük a mikroorganizmusoknak a földi élet anyagforgalmában?

Az élővilág folyamatos megújulásának szempontjából a mikroorganizmusok kiemelkedő jelentőségűek. A következő ábra a természet körforgását mutatja be. Saját szavaiddal fogalmazd meg, mit mond számodra ez az ábra!



Körforgás a természetben

A növények fotoszintézissel, a napfény energiájának felhasználásával szerves anyagot állítanak elő, vagyis **termelő** szervezetek. Az állatok más élőlényekkel táplálkoznak, ők a **fogyasztók**. A gombák többsége elhalt maradványok lebontásából nyer energiát. A három élőlénycsoport egymást kölcsönösen kiegészítve hasznosítja a rendelkezésre álló környezeti erőforrásokat.

A termelőkből és a fogyasztókból szerves hulladékok, szerves maradványok jutnak a környezetbe, amelyeket a **lebontók** alakítanak át ásványi anyagokká. A lebontó szervezetek tevékenységének eredménye, hogy a természetben **körfolyamatok** alakulnak ki. Az élőlények maradványaiból származó anyagokat a lebontók ismét a termelők számára felvehető formába alakítják.

JÓ, HA TUDOD!

- A Föld első élőlényei a mai baktériumokhoz hasonlítottak.
- A baktériumok sejtjei a legegyszerűbb felépítésűek, sejtplazmájuk egységes, nincs elhatárolt sejtmagjuk.
- A baktériumok egyes csoportjai fényenergia felhasználásával szerves anyag előállítására is képessé váltak.
- A napfény energiáját hasznosító fotoszintézis tette fenntarthatóvá az életközösségek anyagforgalmát.
- Az evolúció során egy új sejttípus (eukarióta) alakult ki.
- A sejten belüli folyamatokat különféle sejtalkotók és szervecskék végzik.
- Az élőlények szerves anyagaikat előállíthatják szervetlen és szerves anyagokból is.
- Az élőlények a felépítő folyamatokhoz vagy fényenergiát, vagy kémiai energiát hasznosítanak.
- A mikroorganizmusok jelentős szerepet játszanak a természet körforgásában.
- A termelők és fogyasztók szerves maradványait a lebontó szervezetek alakítják át ásványi anyagokká és teszik újra felvehetővé más élőlények számára.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Mi jellemző a baktériumok felépítésére?
2. Mit jelent a sejtmagnélküliek kifejezés?
3. Fogalmazd meg az anyagcsere lényegét! Hol megy végbe az anyagcsere?
4. Hol képződik a sejtben a kilélegzett szén-dioxid? Melyik sejtszervecskében használódik fel a légköri oxigén?
5. Melyik anyagcsere-folyamatban keletkezik oxigén?
6. Miért mondhatjuk, hogy a fotoszintézis a földi élet alapja?
7. Mi jellemző a sejtek felépítésére? Mely részeket lehet megkülönböztetni fénymikroszkóppal?
8. Hol található a sejt örökítőanyagának legnagyobb része?
9. Melyik sejtalkotót nevezik a sejt erőművének?
10. Hol képződnek a sejt fehérjéi? Milyen feladata lehet a fehérjéknek a sejthártyában?

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Mire használhatók a baktériumok?

Az élelmiszeriparban a tejsavbaktériumokat a tej és tejtermékek savanyítására, a joghurt, tejföl, sajt előállítására használják. A gyógyszeripar számára antibiotikumokat termelhetnek. A szennyvizek kezelését, a hulladékok lebontását is baktériumok segítik. A mezőgazdaságban a szerves anyag bontásában és a nitrogén körforgásában a talajban élő baktériumok játszanak jelentős szerepet.



Hasznos mikrobákat tartalmazó, probiotikus tejtermékek

Növény, ami nem fotoszintetizál

Van néhány élősködő növény, amely nem képes fotoszintézisre, hanem más növényektől vonja el a szerves anyagokat. Ilyen például a vicsorgó. Szívógyökereivel hatol be a gazdanövénybe, és minden tápanyagát abból veszi fel, azaz teljes parazita.



A vicsorgó tavasszal megjelenő hajtása

Petesejt

Az állati szervezetek legnagyobb sejtjei általában a petesejtek. Nagy méretüket a bennük felhalmozott tartaléktápanyagoknak köszönhetik. A madarak tojásai különösen nagyok lehetnek. A már kihalt elefántmadárnak volt a legnagyobb tojása, térfogata elérte a 10 litert. Az elefántmadár a strucchoz hasonló, csak jóval nagyobb, lomha erdei állat lehetett.



Az elefántmadár tojása és egy tyúktojás

KITEKINTÉS

Ebben a leckében megismerted a legegyszerűbb élőlények, a baktériumok felépítését és jelentőségét. Később megismered szerepüket a földi anyagok körforgásában. Megértetted, miért volt fontos lépés az élet történetében a fényenergia-hasznosítás képességének kialakulása, később részletesen is tanulsz a fotoszintézis folyamatáról. Azonosítottad a sejtek részeit, későbbi tanulmányaid során megismerheted az egyes sejtalkotók szerepét a sejtek és a szervezet életfolyamataiban.



3. Az élet története – korszakok, életképek

A tudomány ma még nem rendelkezik teljes képpel az élet keletkezésének részleteiről. A tudósok többféle elméletet is kidolgoztak, ezek bizonyításához további adatok szükségesek. A kutatások sok részletet feltártak, azonosították a legkorábbi életnyomokat. Napjainkban már a Marson is folyik az élet utáni nyomozás. A marsjárók (pl. a Perseverance rover) olyan vidékeken kutatnak, ahol kedvezőek lehettek a körülmények az élet megjelenéséhez.



A Perseverance a Mars felszínén (kép: NASA)

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Milyen bizonyítékok alapján ismerhetjük meg az élővilág történetét?

A kezünk formája egyedi jellemző, de egész életünk során változik. A pillanatnyi állapota jól megőrizhető lenyomat formájában.

Készítsetek gipszlenyomatot a kezetekről!

- Tanári segítséggel keverjetek össze modellgipszet és csapvizet!
- A keverék akkor jó, ha nem túl folyékony, jól formázható.
- Simítsátok el egy tálcán, kb. tenyérnyi méretben!
- Nyomjátok bele a tenyereteket úgy, hogy a formája jól látható legyen!



Több százmillió évvel ezelőtt élt hal megkövült maradványa

A régmúlt élővilágának kutatásával az **őslénytan** tudománya foglalkozik. A kutatók olyan maradványokat keresnek, amelyek segíthetnek megérteni, hogy milyenek voltak az ősi élőlények. A **csontok** hosszú ideig megmaradhatnak lebomlás nélkül. Az elhalt élőlények maradványaiból **kövületek** (fosszíliák) képződhetnek, vagy **lenyomatok** maradnak utánuk. Néhol **lábnyomok** is megőrződhetnek. A növényvilágról a kőzetekbe zárt **virágpor** elemzése is adhat információt.

Az élőlények között vannak olyanok, amelyek máig megőrizték ősi tulajdonságaikat. Ezek az **élő kövületek**, mint például a növényvilágban a ginkgo, vagy az állatok közül a nautilus, más néven csigáspolip.

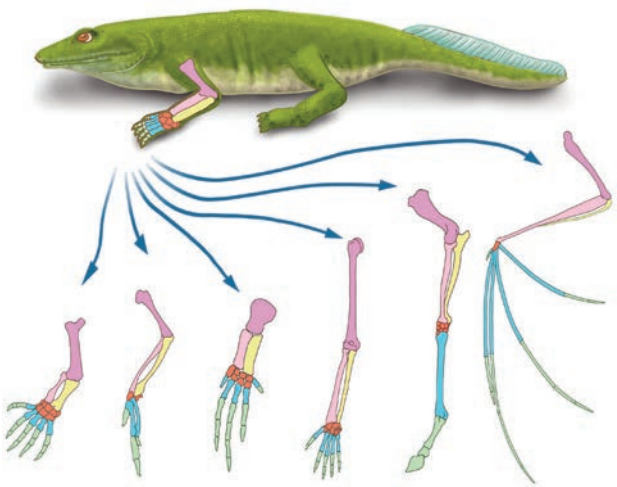


Nautilus a Csendes-óceánban

Mi volt előbb? Honnan tudhatjuk, hogy mikor éltek az egyes élőlények?

1. Eddigi ismereteid alapján mit gondolsz, hogyan lehet megállapítani egy lelet életkorát?
2. Keressetek az interneten képeket az alábbi élőlénycsoportokról: foraminiferák, zsurlófák, páncélos őshalak, háromkaréjú ősrák!

Ha meg akarjuk tudni azt, hogy az egyes fajok mikor éltek, és mely fajok voltak az őseik, akkor az élőlények testfelépítésének összehasonlítása is árulkodó lehet. Feltűnő például a gerinces állatok végtagjainak hasonló alapfelépítése. Ebből arra következtetünk, hogy fejlődésük valamilyen közös ostól indult ki. Az **elágazó fejlődés** során a végtagok is módosultak. A járáson túl gyors futásra, repülésre vagy úszásra is alkalmassá válhattak.



A gerinces állatok végtagjai közös ősből alakultak ki

Az élővilág történetét az ősmaradványok **korának** meghatározása segíti. A tengeri üledék évmilliók alatt rakódik le. Az egymásra rakódott rétegek különböző földtörténeti időben képződtek. A Grand Canyon közel 2 kilométer mély oldalfalain jól megfigyelhető a rétegek lerakódása. A kormeghatározás másik módja az anyagok **radioaktív bomlásának** mérése.

Az őslénytani leletek mellett a DNS- és fehérjemolekulákban is kutathatunk a múlt bizonyítékai után. A kapott információkból következtetni lehet a fajok közötti rokonsági viszonyokra.



Szabályosan lerakódott üledékrétegek a Grand Canyonban

Hogyan változott az élővilág a Föld története során?

A Föld 4,5 milliárd évvel ezelőtt keletkezett. Az élet 3,8 milliárd éve jelent meg. Képzeletben jelöljünk egy időszalagon minden évet 10 centiméterrel! Ezen a szalagon az élet története a Földtől a Holdig érne!

1. Készítsetek táblázatot a földtörténeti időkről, amelyben az időszakok neveit és korát tüntessétek fel!
2. Állítsatok össze virtuális kiállítást egy-egy földtörténeti időszak képeiből!
3. Rajzolhattok vagy festhettek színes múltbéli tájképet is!

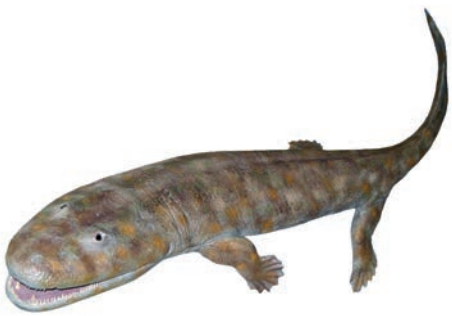
Az **ősidőben** kialakult minden élőlény közös őse. Szaporodásnak indultak az első **baktériumok**. A fotoszintézis hatására nőni kezdett a légkör oxigéntartalma. Feltűntek a **többsejtű** élőlények első képviselői.



Háromkaréjú ősrák üledékes kőzetbe zárt maradványa

Az **óidő** első időszaka a kambrium. Ekkor szinte „robbanásszerűen” sokféle új állatcsoport jelent meg.

Az ordovícium időszakában a többsejtű tengeri zöldalgákból kialakultak a **szárazföldi növények**. Megjelentek a **porcos halak** is. Az időszak végén hatalmas kihalási hullám következett be.



Ősi kétéltű – a maradványok alapján készített múzeumi modell

A további időszakokban már a **csontos halak** is megjelentek. Az első **szárazföldi állatok** az **ízeltlábúak**, közöttük a rovarok ősei lehettek. Megjelentek az első **magvas növények**. A **gombák** elterjednek a szárazföldön is. Az első valódi **kétéltűek** átmenetet képeztek a vízi és a szárazföldi életmód között. Az első **hüllők** még kis termetűek, de a végtagjaik már fejlettebbek voltak.

A karbonidőszakra tehető a mai kőszéntelepek több mint felének kialakulása. A gazdag növényzet a levegő oxigénszintjét is emelte, ami kedvezett a hatalmasra növő rovaroknak. Az erdőkben tobozos **nyitvatermők** növekedtek. 250 millió évvel ezelőtt bekövetkezett a földtörténet legnagyobb **tömeges kihalása**. Ezt követően átalakult a növény- és állatvilág is.



Emlősszerű testfelépítésű őshüllő

A **középidőben** megjelentek a páfrányfák, a krokodilok, a kígyók és a békák. Az igazi forradalmat a hüllők sokféleségének kibontakozása jelentette. Megjelentek az első **dinoszauruszok és a madarak**. Mellettük már a kis termetű, rágcsálószerű **emlősök** is megjelentek. Az időszak végén egy csapásra eltűntek a dinoszauruszok.

Az **újidőben** főként az éghajlathoz való alkalmazkodás figyelhető meg. Az erszényes emlősök mellett a **méhlepényesek** is jelen voltak.



Csuklyás cerkóf az afrikai Kongó-medencében

Kb. 25 millió évvel ezelőtt a hűvösebb éghajlat a füves területek növekedését okozta. Hasonló élőhelyek lehettek, mint a mai szavannák. Afrikában macskafélék és emberszabású **főemlősök** éltek egymás mellett. A növényevők nyomában a ragadozók is elterjedtek. Az **emberfélék** fejlődése során különvált az orangután, a gorilla és a csimpánz.

Hogyan alakította a környezet az élővilág fejlődését?

1. Keress az interneten a dinoszauruszok kihalásáról szóló videót!
   A videó és egyéb információk alapján foglald összsze, hogyan történhetett ez a katasztrófa!
2. Nézz utána, mi a Torino-skála! Mit tesznek ma a tudósok egy hasonló veszély előrejelzéséért?

Ahogy napjainkban is látható, az éghajlat akár a teljes bolygóra kiterjedően átalakulhat. Ilyen globális **éghajlatváltozás** több okból is bekövetkezhet. Az ősidőben, kb. 6–800 millió évvel ezelőtt a sarkvidékek jégtakarója az egész Földet beborította. Ez volt a „hógolyó Föld”-állapot.

Ilyen nagy változásokat a légköri gázok arányának ingadozása okozhat. A lehűlést a szén-dioxid szintjének csökkenése okozta. Az ezt követő felmelegedés során az élővilág felvirágzott, új élőlénycsoportok jelentek meg. 150–200 millió évvel ezelőtt, a felmelegedés hatására a jégtakaró felolvadt, a tengerszint emelkedett. A meleg, párás éghajlat a sarkvidékeket is zöldbe borította. Ekkor kezdődött a dinoszauruszok virágkora. 65 millió évvel ezelőtti kihalásuk feltételezett oka egy óriás **meteoritbecsapódás** lehetett. A levegőbe került por és hamu árnyékoló hatása átmeneti, de erős lehűlést okozott.

A szárazföldi élővilág egyes csoportjainak elterjedését a **kontinensek vándorlása** is befolyásolta. Az Ázsia és Észak-Amerika közötti Bering-szoros vagy az Észak- és Dél-Amerikát összekötő Panama-földszoros lehetővé tette a fajok elterjedését. Ausztrália különleges élővilága éppen az ilyen kapcsolat hiánya miatt maradhatott fenn. A kontinensek közötti átjárás lehetősége az őseink és a mai emberi faj elterjedését is lehetővé tette.



A dinoszauruszok kihalását okozó meteorit becsapódása (fantáziarajz)

JÓ, HA TUDOD!

- Az élővilág fejlődésével kapcsolatos tudományos elméleteket tényekkel, bizonyítékokkal kell alátámasztani. Ilyenek lehetnek például a kövületek, vagy újabban a molekulák összehasonlításából kapott adatok.
- Az evolúció időbeli viszonyait a leletek kormeghatározása segít tisztázni.
- Az élővilág története több milliárd évet ölel át, ezt a tudomány időkre és időszakokra osztva vizsgálja.
- Az evolúció menetére jelentős hatással voltak a múlt nagy éghajlati változásai és a földkéreg mozgásai.



Üledekes kőzetbe zárt kövületek

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Hogyan őrződnek meg ősi élőlények maradványai?
2. Milyen földtörténeti korokat ismersz?
3. Milyen fontosabb események történtek az egyes földtörténeti korokban?
4. Hogyan befolyásolja a környezet az élővilág fejlődését?
5. Milyen kihalási hullámok voltak a földtörténet során?

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Motkány

A *Cronopio dentiacutus* különleges, kardfogú mókus volt, a Kréta-időszakban élt. Nagyon hasonlít a *Jégkorszak* című filmben felbukkant, kitalált lényhez, a motkányhoz. Hosszú farka, nagy metszőfogai és nagy szemei voltak. A kardfogú mókustól származnak a mai erszényesek és a méhlepényesek.



Kardfogú mókus (illusztráció)

Cuvier

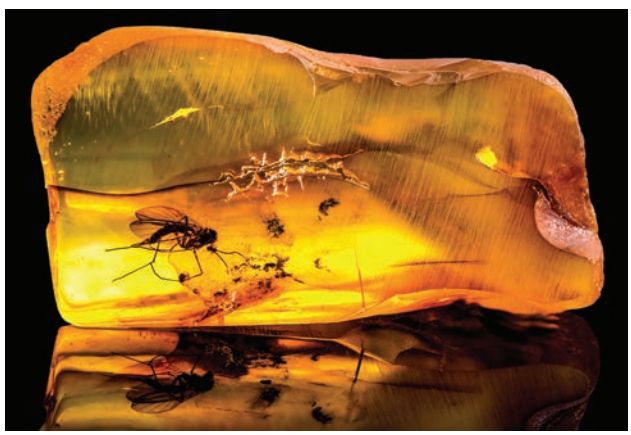
Az őslénytan megalapítójának Georges Cuvier-t tartják. Azt vallotta, hogy egy állati szerv szerkezete és funkciója között nagyon szoros a kapcsolat, a test minden szervének felépítése és működése összhangban van egymással. Híres példája volt, hogy akár egyetlen fog vizsgálatából is következtetni lehet az élőlény testfelépítésére és életmódjára. Rekonstruálta az egykor élt élőlények teljes csontvázát, és próbált következtetéseket levonni az állatok életmódjára is.



Ősi, kihalt masztodon (illusztráció)

Borostyánkő

A borostyán megkövesedett gyanta. A borostyánkövekben olyan lágy testű élőlények maradványai vannak, amelyek egyébként nem fosszilizálódtak volna.



Borostyánkőbe zárt szúnyogfaj maradványa

KITEKINTÉS

Ebben a leckében megtudtad, hogy az élővilág a kialakulása óta folyamatosan változik. A mai élőlények tulajdonságai visszavezethetők a múltban élt őseikre. Képet kaptál az evolúció időbeli viszonyairól, az élővilág történetének nagy korszakairól. A későbbiekben megismerheted az élővilág sokféleségét. Megértheted az evolúciós változások mögött álló tényezőket is.



4. Elődeink nyomában

Az **újidő** elejére már kialakult a kontinensek jelenlegi helyzete. Az utolsó 2,5–3 millió évben több eljegesedési hullám során fokozatosan lehűlt az éghajlat. Az újidő növényzetének uralkodó fajai a zárvatermők közül kerültek ki. A korszak legjelentősebb evolúciós eseménye az ember megjelenése és az emberi társadalmak kialakulása volt.

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Milyen bizonyítékok alapján vizsgálható az emberi faj evolúciója?

Mit gondolsz, mi a különbség a lenyomat és a kövület között?

Nézz utána, hogy mit jelent a relatív kormeghatározás?

A **lábnyomok** olyan helyeken maradhatnak fenn, ahol a puha vulkáni hamu később megkeményedett. Megtudható belőlük az egyedek súlya, magassága és járásuk módja is.



Az Afrikában talált, „laetoli" lábnyomok egy tokiói múzeumban látható másolata

Őseink különféle anyagokból készítettek **eszközöket**. A lelőhelyeken előkerült eszközök és más tárgyak alapján következtetni lehet az életmódra, az emberek és a környezet kapcsolatára. A legkorábbi, pattintással készült kőeszközök 2,6 millió évesek, az afrikai Olduvai-szurdokból kerültek elő. A kőbalták és kőkések készítése több százezer évvel későbbi fejlemény.



Pattintott kőeszköz készítési módja

A kutatók a korai emberektől származó, több ezer **kövületet** találtak és vizsgáltak meg. Ezek alapján következtetni lehet például a két lábon járás fejlődésére, az éghajlathoz való alkalmazkodásra vagy az agy fejlődésére. A férfi és a női testméretek különbsége vagy a gyerekek növekedésének gyorsasága is megállapítható. A legkorábbi emberi fosszíliák afrikai lelőhelyekről kerültek elő.



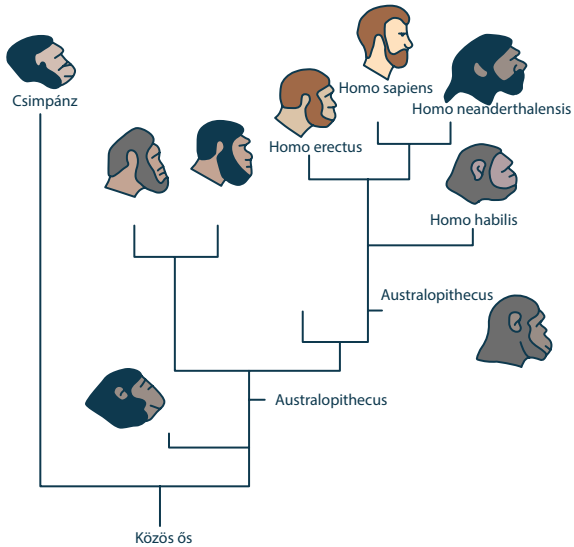
Egy fosszilis koponyalelet másolata

A **DNS-ben** mutatkozó különbség alapján következtetni lehet két faj közötti rokonság mértékére. A csimpánz és az ember DNS-e között csak minimális különbséget találtak a kutatók, ez szoros rokonságra utal.

Melyek voltak az emberi faj kialakulásának mérföldkövei?

1. Nézz utána, hogy milyen emberősök előzték meg a mai embert!
2. Mit jelent a pithecus kifejezés?

3. Mit gondolsz, miért nőtt az emberi agy térfogata az evolúció során?



A mai emberi faj kialakulását bemutató törzsfa

A legkorábbi emberek nyomait Afrikában fedezték fel. Később Ázsiában és Európában is egyre többet találtak. Az emberi faj családfáját évmilliókkal visszavezetve, több elágazást találunk. Ezek egyike vezet el a mai emberek kialakulásához. A kihalt csoportok és fajok vizsgálata alapján bepillanthatunk az evolúció működésébe is.

Australopithecusok

Nevük „déli majomembert" jelent. Több, rég kihalt faj tartozik ebbe a csoportba. Majom- és emberszerű tulajdonságokkal is rendelkeztek. A fákon és a földön is jól mozogtak, alkalmazkodtak a változó éghajlathoz.



Australopithecus-portré

Homo habilis

A kihalt faj nevének jelentése: „ügyes ember", de előembereknek is nevezik őket. Pattintott kőeszközöket, például kaparókat, késeket készítettek. Életmódjuk elsősorban gyűjtögető lehetett. Ebben nagyobb agy, hosszabb és egyenesebb láb, ügyesebb kéz segítette őket. A foguk felépítése arra utal, hogy mindenevők voltak.

Homo erectus

A neve „felegyenesedett embert" jelent. A legrégebbi olyan elődeink, akik már emberhez hasonló testarányokkal rendelkeztek. Ők készítették az első kőbaltákat. Elsőként hagyták el Afrikát, nyomukat Ázsiában sokfelé megtalálták (jávai, pekingi őemberek).



A „Turkana fiú", egy híres Homo erectus-lelet múzeumban kiállított másolata

Homo sapiens neanderthalensis

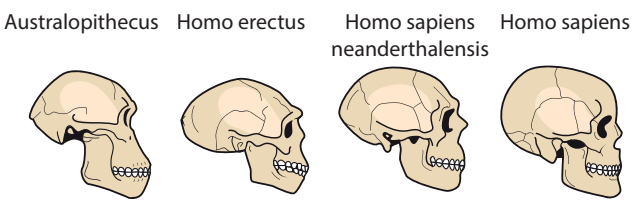
A Neander-völgyi ősember a legközelebbi feltételezhetően kihalt rokonunk. Afrikában alakult ki, majd onnan kivándorolt csoportjaik sokáig éltek Európában is. Erőteljes arccsontja, nagy orra a jégkorszakok hideg éghajlatához való alkalmazkodást segítette. Agyuk legalább akkora volt, mint a mai embereké. Kifinomult szerszámokat készítettek, ruhát viseltek. Dísztárgyakat, ékszereket is készítettek, halottaikat eltemették. A Neander-völgyiek egyes területeken időnként együtt éltek a modern emberekkel.



Neander-völgyi ember rekonstruált portréja egy washingtoni múzeumban

Homo sapiens sapiens

A modern emberi faj első képviselői Afrikában jelentek meg. A modern embereket a korábbiakhoz képest könnyebb felépítésű csontváz jellemzi. A modern emberi kultúra első ismertebb leletei 20–30 000 évvel ezelőttről kerültek elő (cro-magnoni ember). Ekkor már általános lehetett a tagolt beszéd is. Az agyméretének átlagos térfogata 1350 cm^3.



Az emberi koponya evolúciója

JÓ, HA TUDOD!

- A régmúltban élt elődeink fosszilis leletei egymással összehasonlíthatók és genetikai módszerekkel is vizsgálhatók.
- Az állatvilág és az emberek fejlődése Afrikában ágazott el egymástól. Ezt az ott talált csontleletek és kőeszközök mellett a DNS-vizsgálatok is bizonyítják.
- Az emberi fajok több hullámban hagyták el Afrikát, a modern ember minden földrészt benépesített.
- Az emberré válás során meghatározó volt az agy fejlődése. Ezzel együtt az emberek életmódja is átalakult, megjelentek új technológiák, kialakultak az összetett társas viselkedés formái, valamint a beszéd képessége.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Milyen bizonyítékok alapján vizsgálható az ember evolúciója?
2. Egyszerű folyamatábrán vázold fel a ma élő emberi fajig vezető evolúciós út fontosabb állomásait az ősi főemlősöktől kiindulva!
3. A környezet mely változásai járultak hozzá az ember kialakulásához?
4. Magyarázd el, hogy a Neander-völgyi emberek alacsony, zömök alkata miért felelhetett meg jobban a jégkorszaki körülményeknek, mint a meleg éghajlatnak!
5. Készíts táblázatot, amelyben összehasonlítod az australopithecusok és a Homo-nemzetség tagjainak legfontosabb testi vonásait (koponya jellegzetességei, fogazat, testtartás)!

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Rasszok

A ma élő emberiség egyetlen fajba tartozik. Ezen a fajon belül a különböző helyi, környezeti körülményekhez való alkalmazkodás eredményeként a testi jellemzőkben eltérő négy alfaj (nagyrassz) alakult ki. A veddo-ausztralidok Ausztrália és környékének őslakói. Az europidok az európai embertípust képviselik. A mongolidok Dél- és Kelet-Ázsia őslakói, belőlük származnak az amerikai indiánok és az északi sarkvidéken elterjedt inuitok (eszkimók). A negridek Afrika sötét bőrű őslakosai. Az emberi nagyrasszok képviselői testalkatukban eltérnek, de értelmi és érzelmi fejlődésre irányuló adottságaikban nem különböznek egymástól.



A nagyrasszok jellegzetességei

KITEKINTÉS

Ebben a leckében megismerted az emberi őstörténet kutatásának főbb módszereit és a mai emberek előtt élt távoli őseinket. A későbbiek során részletesen tanulhatsz az evolúcióról, a változékonyság alapjairól. Megismerheted a mai ember szerepét a bioszférában, a globális folyamatok alakításában.

5. Az evolúció műhelyében, a változékonyság alapjai

A „változékony” jelzőt a mindennapi életben azokra a jelenségekre mondjuk, amelyek gyakran, általunk belátható ok nélkül változnak. Ilyen lehet az időjárás, de akár a hangulatunk is. A változás az élőlények esetében többféle lehet. Az egyedek szintjén megfigyelhető változásokat meg kell különböztetnünk a nemzedékek során át bekövetkező, lassú változásoktól. Mindkettő eredményezheti változatok kialakulását. Ez a változékonyság az élővilág lényegi jellemzője. Vizsgáljuk meg, milyen okok állnak a hátterében, és milyen formái lehetnek!

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Mit jelent az élőlények változékonysága?

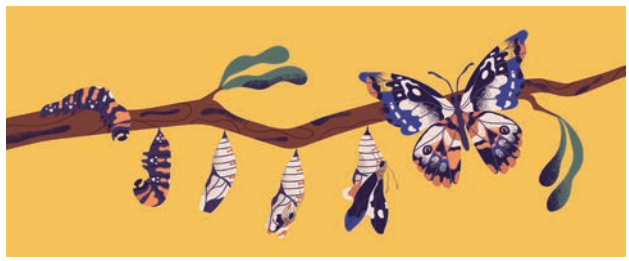
A halak testfelépítése kedvez a formai változatok kialakulásának. A sokféleségük már az ókorban Arisztotelész figyelmét is felkeltette, aki csoportosította is őket.

1. Keressetek képeket különféle édesvízi és tengeri halfajokról!
2. Rendezzétek csoportokba őket a külső testfelépítésük alapján!
3. Nevezzétek el és jellemezzétek a kialakított csoportokat!



Az angolna testalkata a kígyókra emlékeztet

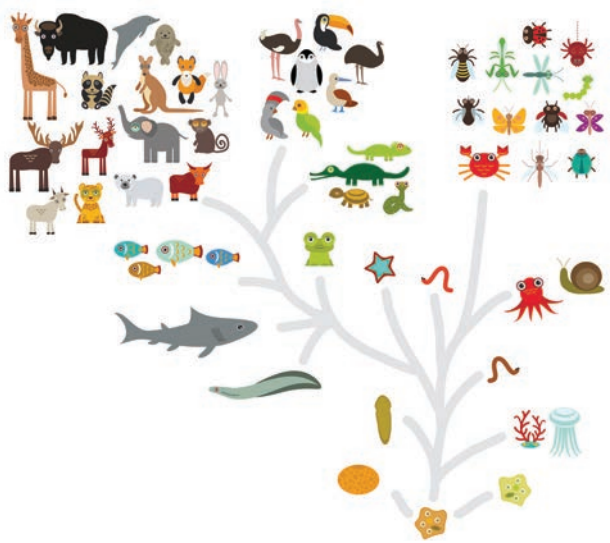
Az **egyedfejlődés** során bekövetkező változások jól megfigyelhetők. A madarak esetében például a tojásból kikelő fiatal egyednek még pihés a tollazata, csak később nyeri el felnőttkori tollruháját. Az ember esetében az újszülöttből csecsemő, kisgyermek, gyermek, serdülő, majd rövidesen felnőtt lesz. Ezek a változások **programozottan** zajlanak, az egymást követő szakaszok előrejelezhetők, sorrendjük nem megfordítható. A környezet azonban hatással van az egyedfejlődésre. Ezek a hatások



Egy lepkefaj egyedfejlődésének folyamata

jellemzően az adott egyed életét befolyásolják. Ma már tudjuk, hogy az így módosult tulajdonságok bizonyos esetben akár az utódoknak is továbbadhatók.

A nemzedékek során megfigyelhető, öröklődő változásokból alakul ki a **törzsfejlődés** folyamata. Ez jóval lassabb és nehezebben megfigyelhető, mint az egyedfejlődés. A gerinces állatok esetében például a halakból fokozatosan kétéltűek, belőlük pedig a szárazföldön élő hüllők alakultak ki. Aztán elágazott a fejlődés, a madarak és az emlősök felé különböző utakon vezetett tovább. Ez a folyamat



Az állatvilág elágazó fejlődését bemutató „törzsfa”

több százmillió év alatt játszódott le, és az újabb gerinces fajok kialakulása még ma is tart. A törzsfejlődés változásai **nem jelezhetők előre**. Az új élőlénycsoportok megjelenése vagy kihalása az élőlények közötti kapcsolatokon és a környezeti hatásokon múlik.

Hogyan alakul ki az alkalmazkodás az élővilágban?

Három rókafaj, háromféle alkalmazkodás. A megadott információk alapján döntsd el, hogy mely megállapítások igazak a sarki rókára, a vörös rókára és a sivatagi rókára!

1. A három rókafaj közül a sivatagi körülmények között élő testtömege a legkisebb, nagy füleinek felületén keresztül pedig jelentős hőleadásra képes.
2. A tajgán és a tundrán élő róka testtömege nagy, dús szőrzete segít megőrizni a megtermelt hőt. Testfelülete a lehető legkisebb, apró fülein is kevés hő távozhat a környezetbe.
3. A harmadik a mérsékelt övezetben él, hőtermelése és hőleadása is közepes.

A környezet és az élővilág között gyakran látszik valamilyen célszerű kapcsolat. Ahogyan a jól megtervezett szerszámok alkalmasak egy-egy munkafolyamat elvégzésére, úgy a zsiráf hosszú nyaka is pont megfelelő a falevelek eléréséhez. Az oroszlán fogai jó húsdarálók, a teve púpja túlélőcsomag. Mindezek a tényezők együttesen az élőlények **alkalmazkodását** jelentik a környezethez.



Vörös róka



Sarki róka



Sivatagi róka

Darwin *A fajok eredete* című könyvében (1859) két kulcsfogalom jelenik meg. Az egyik a **sokféleség**, aminek a formáival és okaival már megismerkedtél korábban. A másik kulcs Darwin zseniális gondolata: a **természetes kiválasztódás**. Az azonos élőhelyen és forrásokon, egymással osztozó változatok között folyamatos a létért való harc. Megtörténhet, hogy egy tulajdonságváltozatot hordozó élőlény jobb túlélési és szaporodási esélyre tesz szert egy másikkal szemben. Ez a különbség elegendő ahhoz, hogy egy idő múlva a győztes változat legyen sikeresebb. Ebben az esetben tehát a **rátermettség** a döntő.

A verseny azonban el is kerülhető. A szűkös erőforrások elvándorlásra kényszeríthetik az élőlényeket. Ilyen esetben **földrajzi elkülönülés** következik be. Az elkülönült egyedek már nem tudtak egymással természetes módon szaporodni, tulajdonságaik nem keverednek.

A több ezer évvel ezelőtti emberek is felismerték a sokféleségben rejlő lehetőségeket. A vadon élő állatok közül befogták az értékesebb szőrmével rendelkezőket vagy a teherhordásra alkalmas, erősebb példányokat. Ez a **mesterséges kiválogatás** vezetett a haszonállatok kialakításához.

Hogyan szól bele a véletlen az evolúcióba?

A fajok tömeges kihalása a földtörténeti korok során többször ismétlődött. Ezek az események mindannyiszor jelentősen átalakították a Föld élővilágát. Gyűjtsetek adatokat a nagy kihalási eseményekről! Az adatok alapján állítsatok össze táblázatot, amelyben jelölitek:

- az esemény idejét,
- a földtörténeti időszakot,
- a környezeti viszonyokat és változásokat,
- a bekövetkezett kihalás százalékos nagyságrendjét,
- az érintett élőlénycsoportokat.

Darwin evolúcióelméletét a kutatások nyomán kiegészítették, pontosították. Részben azért volt erre szükség, mert az élővilág történetében felfedezett viharos változásokat nehezen lehetett megmagyarázni. Például a dinoszauruszok kb. 65 millió évvel ezelőtti kihalása nem indokolható a nem megfelelő alkalmazkodással. Eltűnésük katasztrofális gyorsasággal következett be. A ma elfogadott elmélet szerint egy becsapódó égitest hatására elinduló tűzvihar és szökőár pusztíthatta el őket.

Ez egy **véletlen** esemény volt, ami után a madarak és az emlősök kaptak esélyt egy új, szárazföldi gerinces élővilág létrehozására. Kisebb léptékű, de hasonló eset, amikor például az úton átkelő békák közül a járművek véletlenszerűen ütnek el különféle színű egyedeket, így például több zöld változat él túl, mint barna. Az sem lehetetlen, hogy a túlélők



Kisbolygó (aszteroid) becsapódását ábrázoló fantáziarajz

túlságosan **kis egyedszámú** populációt alkotnak, amelynek kevésbé sokszínű a génállománya. Ez a **genetikai sodródás**, ami fontos szerepet játszik az evolúcióban.

Miért a molekulák szintjén kell keresnünk a változékonyság alapjait?

Korábban tanultál az élet kémiai alapjairól, ezek alapján válaszolj az alábbi kérdésekre!

1. Hogyan épülnek fel a láncmolekulák?
2. Melyek a fehérjék, illetve a nukleinsavak alapegységei?
3. Milyen szerepük van ezeknek a molekuláknak a sejtekben?



A DNS-molekula modellje és a felépítő elemeiből kiolvasható „szöveg" ábrázolása

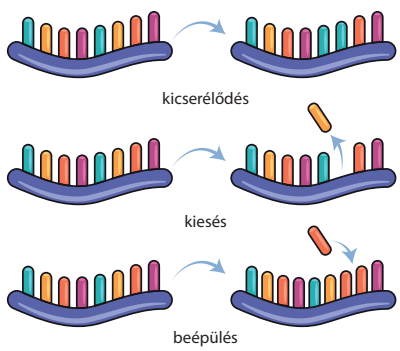
Az élet a sejtek szintjén jelenik meg, és a molekulák magas fokú szervezettségén alapszik. Némileg hasonlít egy számítógép vagy mobiltelefon működéséhez. A sejteknek is van egy beépített programja, egyfajta „operációs rendszere". Az élőlényekben a tulajdonságokat, a felépítést és a működéseket meghatározó információt a **DNS** nevű óriásmolekula tartalmazza. Építőegységei az adenin, a timin, a guanin és a citozin. Ezek kezdőbetűi A, T, G, C. Az élőlények azért is különböznek egymástól, mert ezeknek a molekuláknak az egymás utáni sorrendje más bennük. A gén a DNS betűsorrendjének egy szakasza, amely egy-egy tulajdonságra vonatkozó információt tartalmaz.

Ezek a betűk üzeneteket hordoznak, amelyeket a sejtek képesek átfordítani a **fehérjék** nyelvére. Ilyen információk alapján készülnek el például a bőrünk vagy az izmaink felépítőanyagai. A program át is másolható, továbbadható. Ez történik a sejtosztódások során, amikor növekszünk, fejlődünk, vagy csak pótoljuk az elhalt sejteket.

Hogyan változhat meg a biológiai információ?

1. Az állatvilágban gyakori jelenség az albinizmus. Nézz utána, hogyan jön létre ez a rendellenesség!
2. Milyen hatással lehet az élőlények szervezetére a radioaktív sugárzás és a különböző vegyszerek használata?

A változás képessége nélkül ma is az első baktériumok laknák a Földet. A túl sok változás viszont lehetetlenné tenné az élet fennmaradását. A biológiai információ megváltozása hasonló az írott szöveg módosításához. Lehetnek betűcserék, kiesések vagy beépülések, amelyek akár a szavak jelentését is megváltoztatják. Ezek a változások a **mutációk**, amelyek továbbadódnak az utódsejtre, vagy akár átörökítődnek a következő nemzedékre is. A legtöbb mutáció minden külső hatás nélkül, a DNS másolása során következik be. Kiválthatják környezeti hatások is, mint például az UV-sugárzás vagy bizonyos vegyi anyagok.



A DNS-mutációk főbb típusai

JÓ, HA TUDOD!

- Az egyedfejlődés az élőlény születésétől a haláláig tartó folyamat, amelyet genetikai program határoz meg, de a környezet is befolyásolhatja.
- A törzsfejlődés (evolúció) az élőlények egymást követő nemzedékein át, hosszú idő alatt bekövetkező változásokból kialakuló folyamat.
- Az élőlények és csoportjaik tulajdonságai az utódokra átörökíthető módon is megváltozhatnak. Ennek egyik lehetősége a természetes kiválasztódás.
- Az élőlények változatainak kialakulását az örökítőanyagban tárolt biológiai információ változékonysága alapozza meg.
- A biológiai információ változásának egyik módja a mutáció.

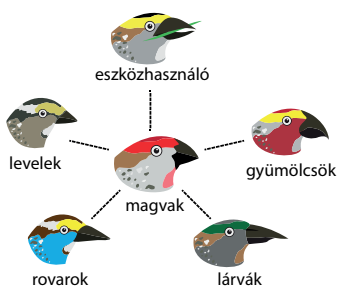
ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Mi a különbség a törzsfejlődés és az egyedfejlődés között?
2. Milyen példákat tudnál mondani földrajzi elkülönülésre és alkalmazkodásra?
3. Milyen kapcsolat van a természetes szelekció és a rátermettség között?
4. Mit jelent a genetikai sodródás?
5. Hogyan épül fel és hogyan működik az élőlények biológiai információs rendszere?
6. Mit jelent a mutáció, hogyan alakulhat ki?

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Darwin-pintyek

A Galápagos-szigetekre néhány pintyegyed véletlenül vetődött. Miután az üres élőhelyeket benépesítették, versengés indult el. Ennek következtében a pintyek csőre megváltozott, így kialakultak például virágevő és rovarevő fajaik is. A Galápagos-szigeteken élő 13 pintyfaj (Darwin-pintyek) hasonlósága alapján biztos, hogy egyetlen közös, kiindulási fajból származnak mindnyájan.



A pintyek sokfélesége

Meteor vagy meteorit?

A meteorid egy kis méretű, repülő test a Naprendszerben. Amikor egy meteorid belép egy bolygó légkörébe, akkor a légkör molekuláival kölcsönhatásba lép. Emiatt a felszínről figyelve ilyenkor egy fényes csíkot látunk, ez a fényjelenség a meteor. Ezt a jelenséget hétköznapi nevén hullócsillagnak nevezzük. A haladás során a test az izzástól folyamatosan veszíti az anyagát. Ha a talajhoz érve még van belőle, akkor a talajba becsapódó test a meteorit.



Meteoritbecsapódási hely Nyugat-Ausztráliában

KITEKINTÉS

A későbbiek során megismerheted azokat az élő és élettelen környezeti tényezőket, amelyek az alkalmazkodást, a fajok változásait irányítják. Megtanulhatod, hogy a gének szintjén milyen változások keletkeznek a szelekció során, és ezek a változások hogyan adódnak át a következő nemzedékeknek. Megtudhatod, hogy a változékonyságot okozó molekulákat hogyan képes az ember befolyásolni. Az ivaros szaporodás mechanizmusát, az egyedfejlődés lépéseit is megértheted majd.

6. Élet a Földön és a Földön kívül

Máig sem tudjuk biztosan, hogy az első sejtek hogyan alakultak ki Földünkön. Erre vonatkozóan több, biológiai szempontból elfogadható magyarázat is kínálkozik. Mindenesetre az élet a Föld minden egyes pontján megjelenhetett, még egészen extrém körülmények között is.

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Lehet-e élet a Földön kívül?

Találtak a Földön olyan, a Marsról származó meteoritot, amely egyes feltételezések szerint kezdetleges élet nyomait hordozza (ALH 84001 meteorit). A legújabb kutatások célja olyan bolygó keresése, amely a feltételezések szerint alkalmas lehet az élet megtelepedésére. Ennek érdekében a kutatások a Naprendszeren kívüli, úgynevezett exobolygókra is kiterjednek. Az exobolygók észlelésének kulcsa, hogy a központi csillaga körül keringő bolygó időnként a Föld és a csillag közé kerül, egyfajta csillagfogyatkozást okozva. A csillag látszó fényességének csökkenése, a fényességváltozás gyakorisága és hossza számos információt hordoz az exobolygóról.



Meteoritok – fantáziarajz

Létrejöhetnek szerves anyagok az űrben?

Az általunk ismert élet meghatározó vegyületei az aminosavak.

Aminosavak a világűrben is létre tudnak jönni. A legegyszerűbb aminosav a glicin, amely vízben gazdag jégszemcsék felszínén képződhet. Ehhez szén-dioxid, ammónia és metán is szükséges. Az űrben nagyon alacsony a hőmérséklet, és ahogy tanultuk, a Földön gáz-halmazállapotúként megismert anyagoknak is van szilárd halmazállapotú változata. Az európai űrügynökség Rosetta űrszondája és a NASA Stardust űrszondája egyszerűbb szerves molekulákkal együtt az üstökösökön is megtalálta a glicint. A Stardust űrszonda programjának kidolgozásában a magyar Bejczy Antal is részt vett.



A Teremtés Oszlopai nevű kozmikus képződmény

Tekinthetjük a bolygót egy összetett élőlénynek?

Gaia a görög mitológiában a Föld istennője. A nevét viselő elméletet James Lovelock alkotta meg a 20. század második felében. A bioszféra környezeti jellemzői folytonosan változó egyensúlyi állapotokban vannak. Az egyensúlyt a változásban az élővilág hozza létre, tartja fenn. Ha a légkör összetétele, hőmérséklete valamilyen zavaró hatás következtében megváltozik, az élőlények növekedésük és anyagcseréjük megváltoztatásával reagálnak rá. Ezen biológiai válaszreakciók eredményeként az élet fennmaradásához, illetve továbbfejlődéséhez szükséges állapotok helyreállnak. A bioszféra tehát, akárcsak egyetlen hatalmas élő szervezet, önszabályozásra képes. Az élővilágnak ezt az egyensúlyt fenntartó egységét nevezte el Lovelock Gai-



A Földet tartó Gaia istennő

ának. Az elmélet szemléltetésére Lovelock leírt egy képzeletbeli „százszorszépvilágot" („daisy world"). Ez egy elképzelt bolygó, amelyet két százszorszépfaj ural, az egyiknek világos, a másiknak sötét a színe. Alacsony hőmérsékleten a sötét virág érzi jobban magát, és terjed el, amely a sugárzó energia begyűjtésével melegíti a környezetet. Míg a felmelegedett környezet a világos virágnak kedvez, amely visszaveri a bolygóra sugárzott energiát, ezáltal lehűlést okoz. A jelenség fizikai háttere, hogy az anyagok különböző mértékben nyelik el és verik vissza a rájuk eső sugárzást. A sötét színű anyagok inkább elnyelik, a világosak inkább visszaverik azt. Így tehát a két virág nem kiszorítja egymást, hanem egymás elterjedését segíti. Addig, amíg ez a kétféle élőlény egymással egyensúlyban él, környezetük mindkettő számára lakható marad, a külső befolyásoló tényezők váltakozása mellett is. Amennyiben azonban bármelyik eltűnik, az élővilág (Gaia) összeomlik.

A világűrben létrejöhet az élet, de vajon hogyan hat a világűr a már létrejött életre?

A Nap sugárzásának egy része az ultraibolya (UV – ultraviola) tartományba esik. Ez három részre osztható fel, UV-A (320–400 nm), UV-B (280–320 nm) és UV-C (200–280 nm) tartományokra. A földfelszínt csak a 300–400 nm-es tartomány érte eddig el, az ózonpajzs a többit kiszűrte. (Az nm mértékegység nanométert jelent, ami a méter milliárdodrésze.) Az élő szervezetek ehhez a hullámhossz-tartományhoz alkalmazkodtak, a rövidebb hullámhosszúságú részhez viszont nem. A 20. század folyamán a levegőbe került egyes anyagok (CFC-gázok) miatt az ózonréteg sérült. Ez különösen a sarkvidéki területeket érintette. A nagyobb energiájú UV-sugarak jelentős változást okozhatnak a fehérjék térszerkezetében. Felbonthatnak bizonyos kötéseket, így megváltozik a fehérje szerkezete. A változások a sejtek örökítőanyagát, a DNS-t érintik. Létrejöhetnek olyan változások az örökítőanyagban, amelyek normál körülmények között nem léteznek. Ez természetesen zavart okoz a sejtosztódás során, vagyis hibás sejtek sora keletkezhet. A DNS károsításán túl a bőr öregedési folyamatát is gyorsítja. A károsító UV-sugárzásnak való kitettség bőrrákot okozhat. Az ózonkárosító anyagokat nemzetközi egyezménnyel sikerült betiltani, de az időjárástól függően ma is lehetnek erős UV-sugárzással járó helyzetek. Ezekről az időjárás-jelentések tájékoztatnak.



Sugárzás hatása a DNS-re (illusztráció).

Hogyan alkalmazkodik az élet a szélsőséges viszonyokhoz?

A metántermelő baktériumok anyagcseréjük során szén-dioxidból és hidrogénből metánt állítanak elő. Kizárólag oxigénmentes környezetben, például lápokban, mélytengerekben élnek. Megtalálhatók a kérődző állatok összetett gyomrában is.

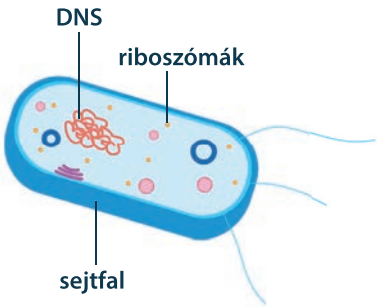
A lápok titokzatos világához emberemlékezet óta mesék, mondák, különös történetek fűződnek szerte a világon. A lápi tüzek, az éjszakánként fel-felvillanó lidércfény, a lápba veszett állatokról és emberekről szóló elbeszélések nem a képzelet szülöttei. A lápok csaknem egész évben vízzel borított, magas vízállású területek. Az állandóan vizes, oxigénben szegény talajban a növényi részek nem tudnak lebomlani, elоxidálódni. Az idős lápok mélyén ezért évszázadok alatt nagy mennyiségű barnás színű, nagy víztartalmú üledék, tőzeg halmozódik fel. Oxigén híján a lebontás során különféle gázok, köztük metán (CH_4), kén-hidrogén (H_2S) és foszfin (PH_3) képződik a metántermelő ősbaktériumok hatására. A foszfin a levegőbe jutva már alacsony hőmérsékleten meggyullad, és a metánt is lángra lobbantja. Ez az a lidércfény, amely a lápok fölött éjszakánként itt-ott felbukkanva imbolygó, kékeszöld színű lángként jelenik meg. A gázképződés miatt a nagy kiterjedésű lápok levegője – különösen a meleg nyári napokon – bűzös, fojtó lehet.

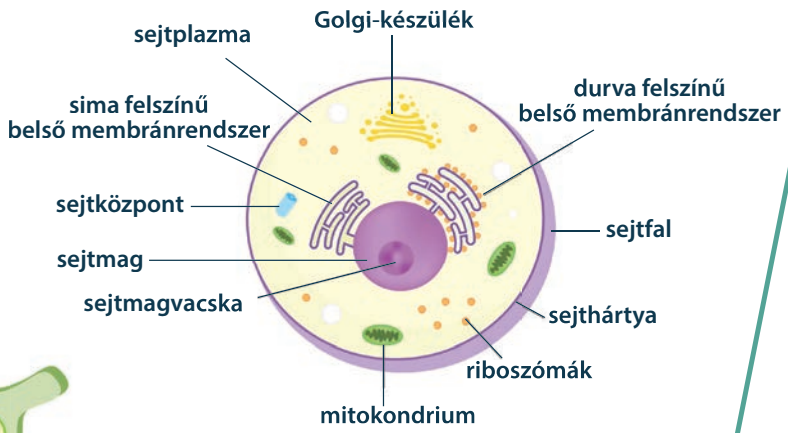


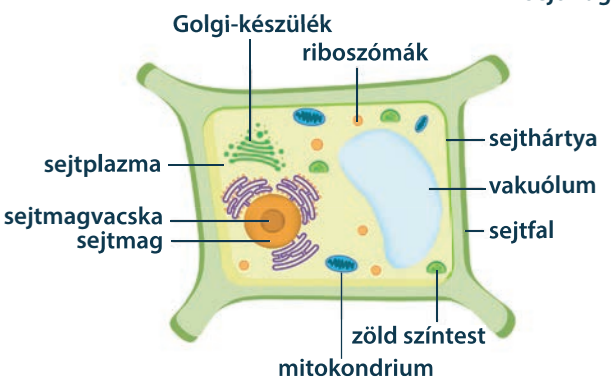
Lidércfény

Az élet kialakulása és fejlődése

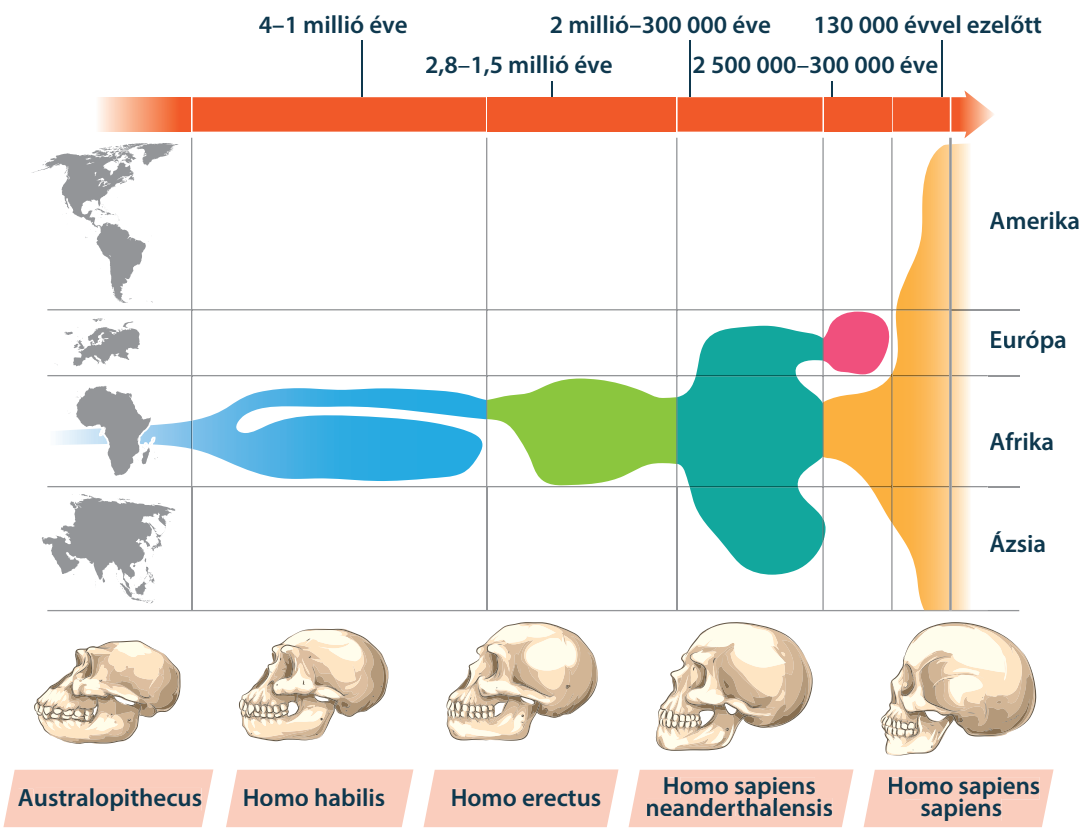
Sejttípusok megjelenése



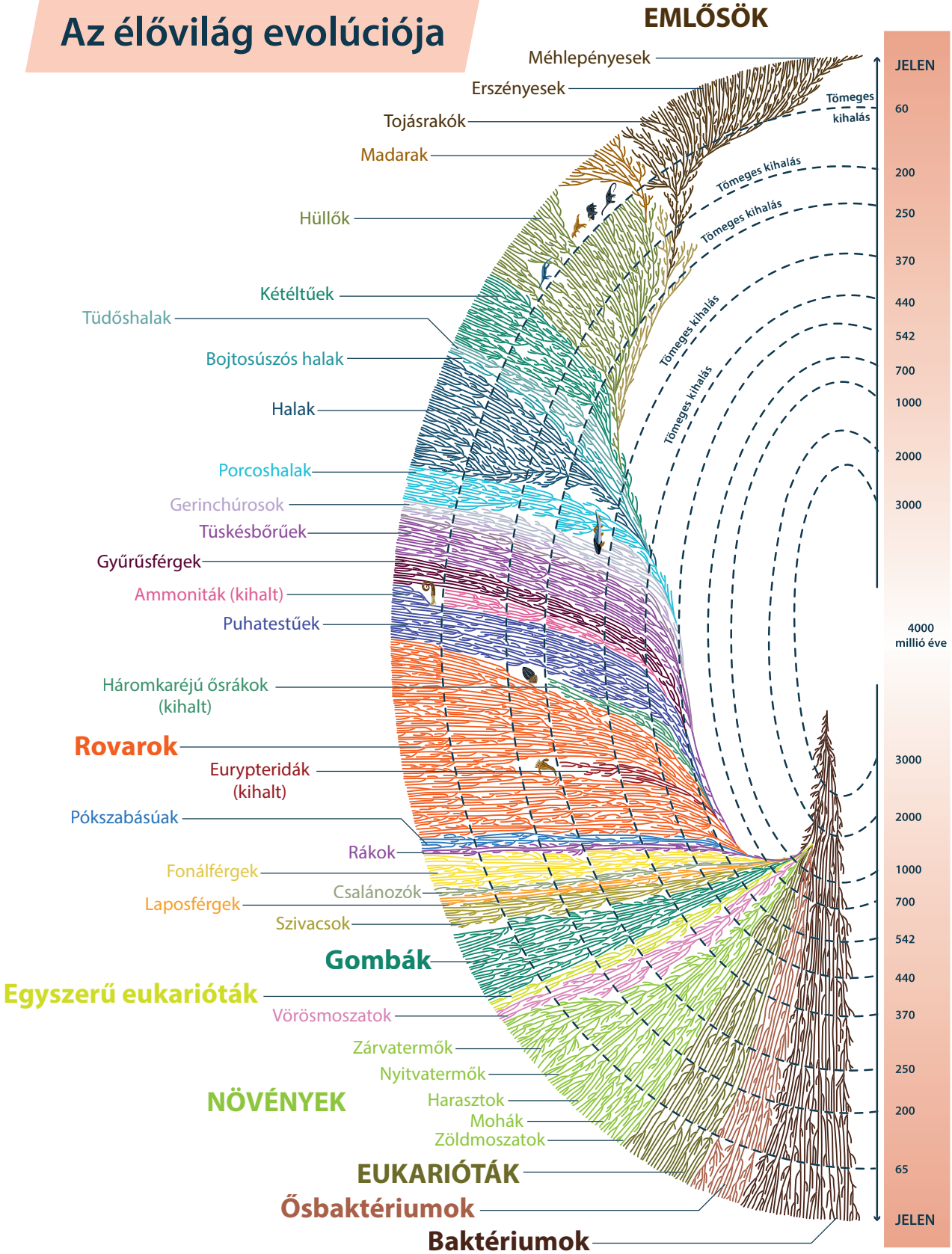




Az ember evolúciója

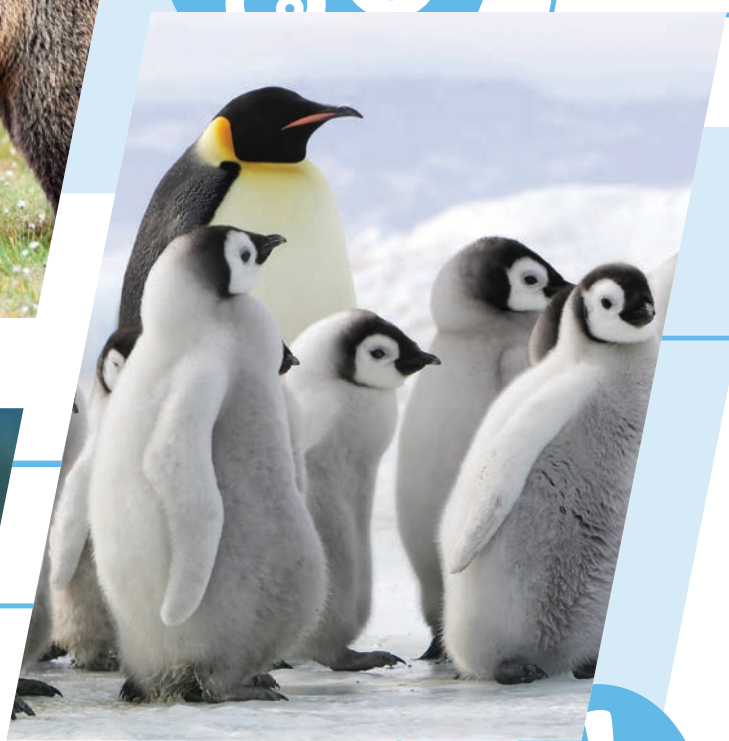


Az élővilág evolúciója













V. FEJEZET

A FÖLD ÉLŐVILÁGA







1. Egy világ, több ország – az egysejtűektől a többsejtűekig

Több millió növény- és állatfaj népesíti be a Földet, de a mikrobák világa ennél is változatosabb. Az élővilág sokszínűsége mindig is foglalkoztatta az embereket. Annak érdekében, hogy a rendkívüli változatosságban könnyebb legyen eligazodni, többféleképpen csoportosították az élőlényeket. A rendszerezés tudományának egyik nagyon gyakorlatias feladata, hogy leszármazási kapcsolatok feltárásával próbáljon meg nagyobb csoportokat alkotni az élőlényeken belül.

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Milyen szempontok alapján lehet rendszerezni az élőlényeket?

1. Hogy nevezik tudományos szakkifejezéssel a sejtmag nélküli és a sejtmagvas élőlényeket?
2. Az élővilág melyik országába tartozhatnak a zuzmók?
3. Az alábbi fajokat sorold be az országokba! Melyiket nem lehet egyikbe sem besorolni? Miért? *dunai galóca, gyilkos galóca, tiszavirág, kárókatona, óriásamőba, gyertyán, csertölgy, kékbaktériumfaj, influenzát okozó vírus, Tyrannosaurus rex, Homo sapiens, értelmes ember, sótűrő baktériumok*

Az élő és élettelen dolgok rendszerezésének legjobb módja régóta foglalkoztatja a tudósokat. **Közös tulajdonságok** alapján azonos, míg a **különböző tulajdonságok** alapján más-más csoportba sorolták az élőlényeket. Először két nagy csoportot választottak szét: a növényeket és az állatokat. Ezeket a nagyobb csoportokat országoknak nevezték el. Később kiderült, hogy nem lehet minden élőlényt csak ebbe a két csoportba jól besorolni, ezért hat országot hoztak létre.



Az élővilág országai

Az ősbaktériumoknak nincs sejtmagjuk. Különlegesen szélsőséges körülmények között (hőforrásokban, magas sótartalmú vizekben) is megélnek. Nevükkel ellentétben nem ősibbek, mint a valódi baktériumok. A **valódi baktériumok** sem rendelkeznek sejtmaggal, felépítésük azonban különbözik az ősbaktériumokétól. Mindenütt gyakoriak. Rengeteg, az ember számára hasznos baktérium létezik, ugyanakkor kórokozók is vannak közöttük. Az **egyszerű eukarióták** sejtmaggal rendelkeznek, általában egysejtű felépítésűek.

A növények sejtjei sejtfallal védettek, sejtmagjuk van. Testük több sejtből épül fel. Képesek a fotoszintézisre. Oxigént termelnek.

Az állatok sejtjeit nem határolja sejtfal, sejtmagjuk van. Nem képesek a fotoszintézisre. Testük több sejtből épül fel. Az életműködésükhöz szükséges energiához és a testük felépítéséhez szükséges anyagokhoz is csak egy másik élőlény által előállított (szerves) anyagokból képesek hozzájutni. Oxigént nem termelnek.

A gombák sejtjei sejtfallal védettek, sejtmagjuk van. Nem képesek a fotoszintézisre. Testük általában több sejtből épül fel. Az energiához és a szükséges anyagokhoz csak egy másik élőlény anyagaiból képesek hozzájutni. Oxigént nem termelnek.

Kik és hogyan rendszerezték az élőlényeket?

1. Rendszerezéssel több tudós is foglalkozott. Az egyik legkorábbi rendszerezés Arisztotelész nevéhez fűződik. Nézz utána, hogy milyen szempont alapján csoportosította az élőlényeket!
2. Készíts képeket kutyafajtákról, lófajtákról vagy tenyésztett állatokról, és mutasd be a többieknek! Hányat ismernek fel?

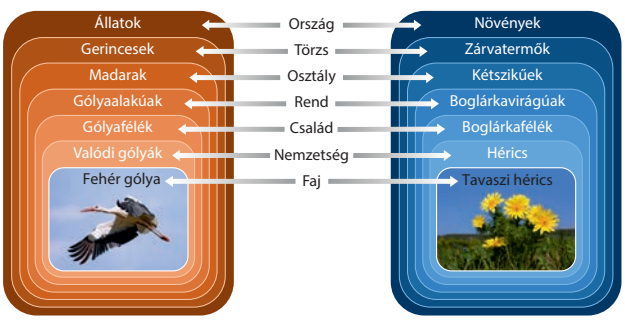
Az élőlények nagyobb és kisebb csoportokba, **rendszertani kategóriákba** sorolásában kiemel-



Carl Linné

kedő szerepe volt egy svéd tudósnak, **Carl Linnének** (1707–1778).

Megfigyelései alapján az élővilágot két országra, növényekre és állatokra osztotta. Megalkotta az országnál kisebb rendszertani kategóriákat, amelyek közül az egyik **a faj**. Azokat az egyedeket soroljuk egy fajba, amelyek külső és belső felépítésükben lényegében megegyeznek, és egymás között szaporodva önmagukhoz hasonló, termékeny utódokat hoznak létre. Az élőlényeknek alapvetően két részből álló nevet adott. Például a fehér gólya esetében a jelzett szó a (gólya) a nemzetségnév. A másik szó (fehér) a jelző, az ún. faji megkülönböztető név. A kettő együtt a **fajnév.** Az egymással közeli rokonságban álló fajok egy **nemzetségbe**, a rokon nemzetségek egy **családba**, a közös származású családok egy **rendbe**, a hasonló fejlődési vonalba tartozó rendek egy **osztályba**, és végül az egymással származási kapcsolatban álló osztályok egy **törzsbe** tartoznak. A legnagyobb rendszertani egység az **ország**.



Rendszertani csoportok

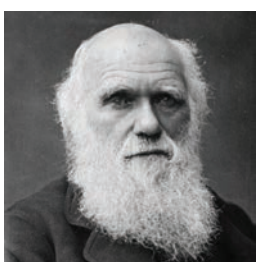
Hogyan oldotta meg az osztályozás problémáját egy másik tudós?

Melyik magyar tudós nevét őrzi a *Lasiacantha hermani* (egy csipkéspoloskafaj), illetve a *Knautia kitaibelii* (egy varfűfaj)? Kik voltak ők, mit köszönhetünk nekik?

Linné rendszerezése ún. **mesterséges rendszerezés** volt, mert külső, látható és általa fontosnak tartott tulajdonságok alapján sorolta egy csoportba az élőlényeket. Nem vette figyelembe az élőlények közötti rokonsági viszonyokat, például növényeket a porzók száma alapján kategorizált. Ekkor azonban előfordulhat, hogy két, távolabbi rokonságban lévő élőlényt sorolhatunk kisebb közös csoportba. Így állatok esetében azt gondolhatjuk, hogy a cápák és a delfinek közelebbi rokonok, mint a delfinek és a denevérek.

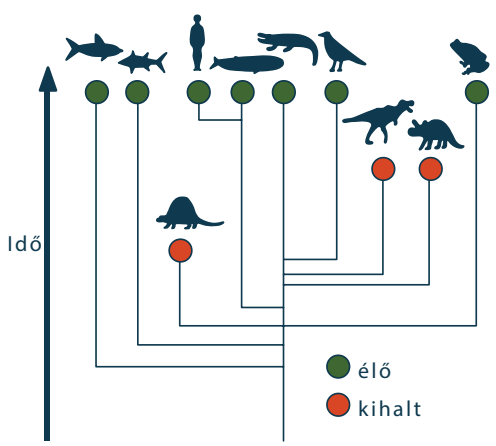


Palackorrú delfin és szürke cápa



Charles Darwin

Charles Darwin (1766–1848) az élőlények közötti **rokonsági** kapcsolatokat kereste. Rendszere az ún. **természetes,** vagy más néven a **fejlődéstörténeti rendszer**. **Megfigyelései** eredményeként felfedezte, hogy az élőlényeknek közös ősei vannak, és az **evolúció** során váltak különbözővé. A biológiai evolúció az élőlények (fokozatos) változását, kialakulásukat, kipusztulásukat, történeti fejlődésüket foglalja magában. A fejlődéstörténeti rendszer szemléletes ábrázolása a **törzsfa**. A fa levelei a fajok. Ha az ágakon haladunk lefelé, követjük a fajok eredetét visszafelé az időben.

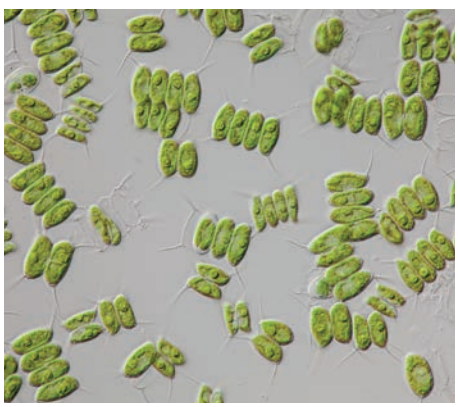


A törzsfa gondolata Darwintól ered, ő ezt az élet fájának nevezte

Egy sejt, ami mindent tud? Melyek az egyszerű eukarióták főbb képviselői?

1. A legismertebb egysejtű talán a papucsállatka. Nem könnyű találkozni vele, de ha éppen nincs mikroszkópunk, akkor internetes videókban is tanulmányozhatjuk. Keress a papucsállatkát bemutató videókat!
2. Nézz utána a papucsállatka életmódjának! Hogyan mozog? Mivel táplálkozik? Mi a szerepe a benne lévő mini „vízpumpának”?

Az egyszerű eukarióták életmódja többféle lehet. A moszatok, más néven **algák,** a napfény energiáját színanyagaik segítségével hasznosítják. Szaporodásukhoz megfelelő hőmérséklet és szervetlen tápanyagok szükségesek. Ezek (pl. a nitrogén, foszfor) a szennyezett vizekben nagyobb mennyiségben lehetnek jelen. Az algák elszaporodása – a vízvirágzás – kedvezőtlen folyamat, akár a halak pusztulását is okozhatja.



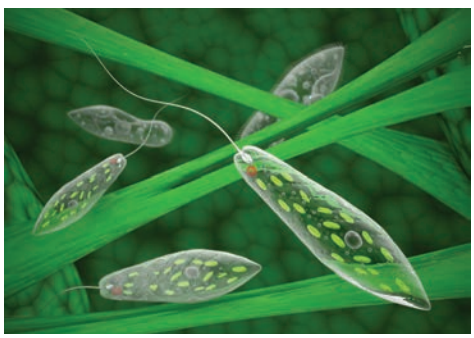
Egysejtű zöldalgák összekapcsolódó sejtjei

Az egysejtűek másik csoportja állati jellegű életmódot folytat. Az **amőbák** állábaik segítségével kebelezik be áldozataikat. A **csillós egysejtűek** sejtszájjal rendelkeznek, táplálkozásukat és mozgásukat csillók segíthetik. Étrendjükön baktériumok, algák és szerves törmelékek szerepelnek.



Egysejtű papucsállatka különleges, fénymikroszkóppal készült felvételen

Az **ostoros egysejtűek** egy vagy két hosszabb ostorral rendelkeznek. Táplálékukat a sejtszájon vagy a testfelületen át veszik fel. Különlegességük, hogy legtöbb képviselőjükben zöld színtestek is találhatók. Ha napfény éri őket, akkor képesek a fotoszintézisre is. Jelentős szerepet játszottak az élet történetében. Belőlük alakultak ki a gombák, a növények és az állatok.



Zöld szemesostorosok, sejtjeikben zöld színtestekkel

Több sejt, nagyobb előny? Milyen jellemzői vannak a többsejtű moszatoknak?

A Sargasso-tengerben nagy mennyiségű barnamoszat él. Emiatt már Kolumbusz Kristófnak is főtt a feje. A hajónapló tanúsága szerint matrózai a számukra ismeretlen moszatot fűnek hitték. Meg voltak győződve arról, hogy a közelben már az indiai szárazföld várja őket… De hiába kémlelték vágyódva a láthatárt, csak jóval később és Amerikában értek partot. (Forrás: ng.hu)

1. Csoportban dolgozva gyűjtsetek információkat a moszatokról!
2. Mire használják a barnamoszatokat? Mi a moszaterdő?
3. A vörösmoszatokat nagy mennyiségben termesztik a trópusi tengerekben. Mire használják őket?

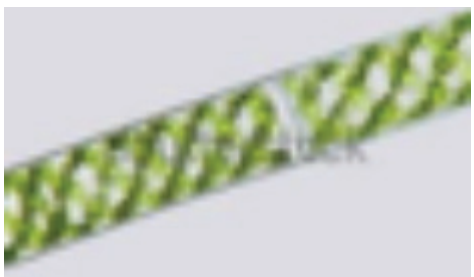
Egy elmélet szerint az ősi egysejtűből kiinduló osztódások után nem váltak szét a sejtek. Először egy sejthalmaz alakult ki, később a sejtek alakja és működése fokozatosan különbözővé vált. Ez a **differenciálódás**, amely valódi többsejtű élőlény kialakulását eredményezi. A többsejtű szerveződés előny lehet. A nagyobb test védettebb, a sejtek közötti munkamegosztás révén egy-egy életműködést hatékonyabban tud elvégezni az élőlény.

Az egyszerű algák közé tartozó **zöldmoszatok** elsősorban édesvízben élnek, de vannak tengeri fajaik



Járommoszatfaj

is. Nyirkos fakérgen, sziklarepedésekben is megtelepednek. Testfelépítésük változatos, fontos szerepük van a vizek öntisztulásában és a vízi élőlények táplálásában. Ősi képviselőikből alakultak ki a mai szárazföldi növények, az első **mohák** és harasztok.



Fonalas zöldmoszat



Csillárkamoszat



Vörösmoszat

A **vörösmoszatokban** a zöld színanyagok mellett vörös is van. A mélyebb, fényben szegényebb vízrétegekben is megélnek. Elsősorban a melegebb vizű tengerekben fordulnak elő, jellemzően telepesek.



Barnamoszat

A **barnamoszatok** a tengerparti sekélyebb területeken, a sziklákra és az aljzatra tapadva hatalmas moszaterdőket alkotnak. A barnamoszatok nagy méretű, fonalas, lemezes vagy teleptestű élőlények. Képesek a fotoszintézisre, de az újabb sejttani vizsgálatok alapján mégsem sorolják őket a növények közé. Eredetük a szerves anyagot felhasználó egysejtű és a napfény energiáját hasznosító moszat közötti együttélésre vezethető vissza. Később a növények irányába fejlődtek tovább.

Mi jellemzi az első szárazföldi növényeket?

1. Fűtőtesten száríts ki egy darab mohatelepet. Mérd le a tömegét, majd egy napra állíts vízbe, és ismét mérd le a tömegét! Figyeld meg, mi történik!
2. Mennyi időt vesz igénybe a változás? Csipesz segítségével válassz le egy mohanövénykét a mohapárnáról, és vizsgáld meg kézi nagyítóval és fénymikroszkóppal is!
3. Rajzold le a látottakat, nevezd meg a növény részeit!

A mohák **telepes növények**. Az életműködéseikhez szükséges anyagokat teljes testfelületükön keresztül veszik fel. Szaporítósejtjeik a spórák. Sok fajuk több környezeti tényezőre is **tág tűrőképességű,** ennek köszönhetően szinte minden környe-



Erdei szőrmoha

zetben előfordulnak. A kedvezőtlen körülményeket kiszáradt állapotban, lelassult anyagcserével vészelik át. A kopár felszíneken először megtelepülő növényközösségekben szinte mindig megtalálhatók a mohák is. Legismertebbek a **lombosmohák**. Testüket még nem valódi szervek építik fel, ezért használjuk ezek megnevezéséhez a kicsinyítőképzőket: gyökerecske, száracska, levelecske. Sejtjeik között már nagyobb mértékű működésmegosztás alakul ki (rögzítés, fotoszintézis, szaporodás).

Egyszerűbbek a **májmohák**, amelyeknél szembetűnőbb a telepes jelleg. A szövetek, szervek hiánya miatt a mohák nem nőhetnek magasra. A mohák az első valódi szárazföldi növények, a megtermékenyítésükhöz azonban víz kell: a hímivarsejtek vízben úsznak át a petesejthez.



Csillagos májmoha



A mohák testfelépítése

JÓ, HA TUDOD!

- Az élőlényeket a közös és az eltérő tulajdonságaik alapján csoportosítjuk.
- Az élőlényeket országokba sorolhatjuk (ősbaktériumok, valódi baktériumok, egyszerű eukarióták, növények, állatok és gombák).
- Az országon belül vannak kisebb rendszertani kategóriák.
- A rendszerezés alapegysége a faj.
- Linnének (a mesterséges rendszerezés megalkotása) és Darwinnak (a fejlődéstörténeti rendszer megalapozása) nagy szerepe volt az élőlények rendszertanában.
- Az egysejtű élőlények közé tartoznak a különböző moszatok és többek között az amőba, a zöld szemesostoros és a papucsállatka is.
- A mohák az első valódi szárazföldi növények.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Mi a feltétele annak, hogy két élőlényt egy fajba tartozónak tartsunk?
2. Hogyan alakul a közös tulajdonságok száma a nagyobb rendszertani csoportok felé haladva?
3. Hogyan csoportosítjuk az élőlényeket a testüket alkotó sejtek szerkezete alapján?
4. Hogyan osztályozzuk a sejtmagvas élőlényeket testfelépítésük és anyagcseréjük alapján?
5. Miért tekintjük fejlettebbnek a telepes testszerveződést, mint a sejttársulást?
6. Mi jellemző a barnamoszatok és vörösmoszatok testfelépítésére és elterjedésére?
7. Jellemezd a mohák testfelépítését! Milyen élőhelyeken gyakoriak a mohák?
8. A barnamoszatok és a mohák egyaránt teleptestűek. Mi lehet az oka annak, hogy a barnamoszatok a világ legnagyobb, míg a mohák a világ legkisebb élőlényei közé tartoznak?

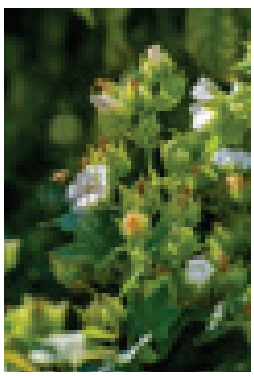
ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Az első rendszer

Arisztotelész nevéhez fűződik az első tudományos igényű rendszerezés. Elsősorban az állatokat rendszerezte. Kb. 500 állatfajt sorolt be a vörös vérűek és nem vörös vérűek csoportokba.

A legnagyobb magyar rendszerező

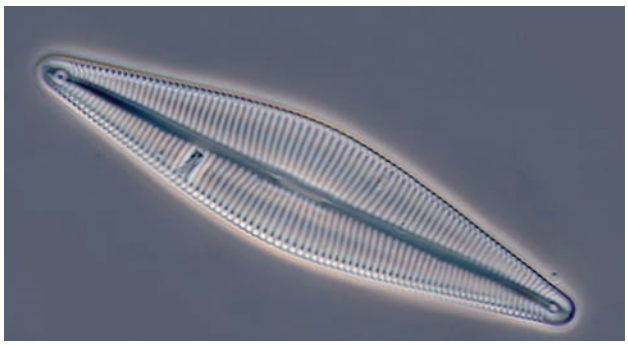
Kitaibel Pál igazi polihisztor volt. Nemcsak a növény- és állatvilágot kutatta, hanem geológiai, vegyészeti, néprajzi kutatásokat is folytatott. A Kárpát-medence szinte teljes területének élővilágát feltérképezte. Több mint ezer fajt nevezett el és 44 faj ma is az ő nevét őrzi. Ilyenek a Kitaibel-cickafark, Kitaibel-mályva, magyar gyík.



Kitaibel-mályva

Dinamit

A kovamoszatok tengerekben és édesvizekben előforduló, egysejtű élőlények. Különlegességük a szilícium-dioxid-tartalmú kovahéjuk. A tengeri iszapban nagy mennyiségben fordul elő az elhalt sejtek vázanyaga, ez a kovaföld volt a dinamitgyártás alapanyaga.



Kovamoszatfaj

Tőzegmohalápok

A tőzegmohalápok fajai között számos fokozottan védett növényt találunk. Itt él például a tőzegáfonya és a tőzegeper. Hazánk területén is élnek ilyen életközösségek, például Bátorligeten, Keleméren és Csarodán.



Tőzegeper

KITEKINTÉS

Ebben a leckében megismerted a rendszerezés alapelveit és az élőlények országait. Később a növények, az állatok és a gombák országának főbb törzseit és képviselőit is megvizsgálhatod. Tanulsz arról is, hogyan segítik a rendszerezést a molekuláris genetika módszerei. Az élővilág alaposabb megismerése révén megértheted a szövetek és szervek megjelenésének előnyeit. Felismerheted az élőlények sokféleségének, élőhelyeik védelmének jelentőségét. Tanulmányozhatod az élőlények közötti kapcsolatok sokszínűségét, a táplálékláncok felépítését is.



2. A szárazföld meghódítása, a növényi szervek megjelenése

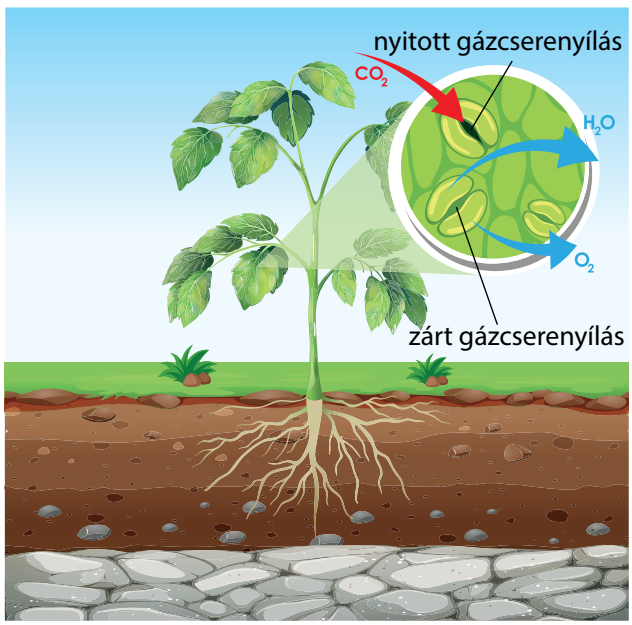
A szárazföldön a növényeknek más feltételekhez kell alkalmazkodniuk, mint vízi környezetben. A mohák már szárazföldi növények, de a moszatokhoz hasonlóan még az egész testfelületükön keresztül veszik fel a tápanyagokat. Sajátos testfelépítésük következtében jól bírják a kiszáradást. De hogyan oldja meg ezt a problémát a többi növény?

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Hogyan alkalmazkodtak a növények a szárazföldi életmódhoz?

1. Milyen szerepe van a gyökérnek, szárnak és levélnek a növények életfolyamataiban?
2. Melyik növénynek melyik szervét fogyasztjuk? Az első kettőt megadjuk, a többi esetben te mondd meg!
   sárgarépa – gyökér, burgonya – szár, sóska –?, vöröshagyma –?, karfiol –?, kerti borsó –?, uborka –?

A mohákkal párhuzamos fejlődési úton a sejtek szövetekbe szerveződtek. Így egy-egy életműködést a jellemzően azonos alakú és működésű sejtek hatékonyabban tudnak elvégezni, mint az önálló sejtek. A szövetek együtt építik fel a növények szerveit. A hajtásos növény kifejezés arra utal, hogy ezek a növények szervekkel rendelkeznek, hiszen a **hajtás** leveles szár.



A hajtás részei és a gázcserenyílások működése

A szárazföldön a növényeknek meg kell kapaszkodniuk a talajban, és onnan kell felvenniük a vizet, illetve a vízben oldott ásványi anyagokat. Ezeket a funkciókat biztosítja a **gyökér.** A szén-dioxidhoz és az oxigénhez a levegőből lehet hozzájutni, a vizet a levegőbe lehet leadni. A fotoszintézis, a gázcsere és a párologtatás alapvető szerve a **levél**. Ugyanakkor védekezni kell a kiszáradás ellen: a leveleken védőbevonat akadályozza a víz távozását a növényből. Emellett a leveleken lévő apró nyílásokon (gázcserenyílások) keresztül a növény szabályozni tudja nemcsak a gázcseréjét, hanem a vízfelvételét, vízleadását (párologtatását) is. Így állandó víztartalma lehet.

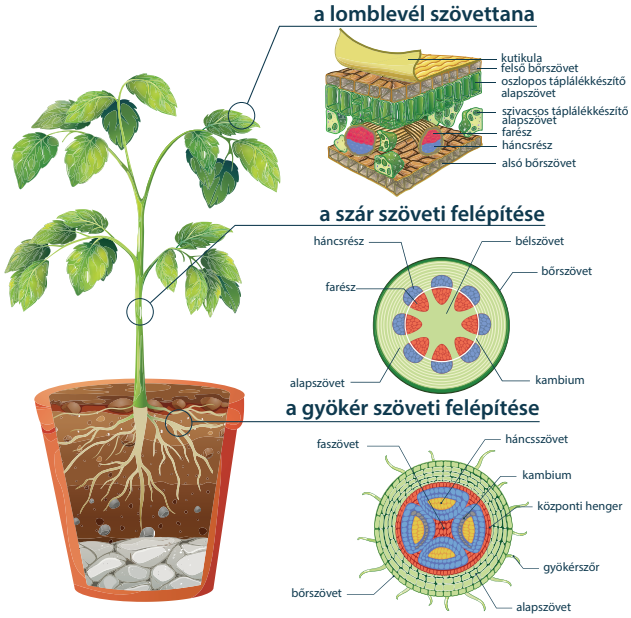
A fotoszintézishez fényre is szükség van. A magasabbra növő növény több fényhez, ezáltal több tápanyaghoz is juthat. A leveleket a **szár** emeli magasba. A benne lévő szövetek biztosítják, hogy a növény magasra tudjon nőni, ne roppanjon össze a saját súlya alatt, biztosítja a nedvkeringést.

Milyen típusai vannak a növényi szöveteknek?

A bőrszövet sejtjei olyan szorosan kapcsolódnak egymáshoz, hogy bőrszerű rétegük lehúzható az alattuk lévő alapszöveti sejtekről.

1. Óvatosan ejts kis bemetszést egy szobanövény levelének fonákján.
2. Csipesszel húzd le az átlátszó bőrszöveti réteget! Tedd a metszeteket tárgylemezre, cseppents rájuk vizet, és vizsgáld meg mindkettőt mikroszkóppal!
3. Készíts rajzot, és lásd el feliratokkal az azonosított részeket!

A növényi szövetek két fő csoportját az osztódószövetek és az állandósult szövetek alkotják. Az **osztódószövet** sejtjei életük végéig megtartják osztódóképességüket és létrehozzák az állandósult



A növények szövetei

szöveteket. A növényi osztódószövetek egyik típusa a **kambium**, amely újabb sejtjeit oldalirányban hozza létre. A fás szárú növényekben a kambium a növény élete végéig osztódóképes marad, így a fatörzs állandóan vastagszik. A növények gyökér- és hajtáscsúcsában is osztódószövetet találunk, amely a hosszirányú növekedést biztosítja.

Az állandósult szövetekhez tartozó **szállítószövet** sejtjeit a kambium termeli. A szállítószövet sejtjeiben vagy a sejtek összenövéséből kialakult csövekben áramlik a víz a benne oldott anyagokkal.

A testet kívülről a **bőrszövet** sejtjei borítják és védik. A levél bőrszövete **gázcserenyílásokat** tartalmazhat.

Az **alapszövet** a növényi test legnagyobb részét alkotó szövettípus, a bőrszövet alatt található, lazán illeszkedő, nagy üregű és változatos alakú sejtekből álló szövet. Az alapszövet típusai: táplálékkészítő, raktározó, víztartó, levegőztető, kiválasztó, szilárdító.

Mi jellemző a harasztok törzsére?

1. Vigyél fel egy ecsetvonásnyi színtelen körömlakkot egy páfrány levelének színére, illetve fonákjára!
2. Várd meg, amíg a lakk megszárad, majd óvatosan húzd le a lakkréteget a levélről!
3. Tedd a leválasztott rétegeket tárgylemezre, cseppents rájuk vizet, és fedd le!
4. Vizsgáld meg mikroszkóppal a lakkrétegen a sejtek lenyomatát! Készíts rajzot, nevezd meg a rajz részeit!

5. Milyen különbséget tapasztaltál a levél színének és fonákjának bőrszövete között?

A harasztok az első hajtásos szárazföldi növények közé tartoznak. Szerveik a gyökér, a szár és a levél. A harasztok törzsébe tartoznak a korpafüvek, páfrányok és a zsurlók osztályai is.

A **korpafüvek** a legősibb harasztok. Ma élő fajaik lágyszárúak, apró termetűek, hajtásuk villás elágazású. Védett hazai fajuk a kapcsos korpafű.



Kapcsos korpafű

A **zsurlók** levelei aprók, pikkelyszerűek, a fotoszintézist zöld szárukkal végzik. A nedves rétek növénye a mezei zsurló. Nevüket a sejtjeikben lévő kvarckristályokról kapták, amik miatt a zsurlókat régen súrolásra használták.



Mezei zsurló fotoszintetizáló, meddő hajtása

A **páfrányok** nagy felületű leveleikkel hatékony fotoszintézisre képesek, spóráik többnyire a levelek fonákján található spóratartókban képződnek. A megtermelt szerves anyagot föld alatti raktározó szárukban, a gyöktörzsben raktározzák el. A harasztok is szárazföldi növények, a megtermékenyítésükhöz azonban víz kell: a hímivarsejtek a vízben



Mezei zsurló spóratartós hajtása

úsznak át a petesejthez. Az ősi páfrányoknak fontos szerepük volt az élővilág fejlődésében, mivel **belőlük alakultak ki a virágos növények**.



A páfrányok teste gyökérre, gyöktörzsre és levélre tagolódik

Honnan kapták a nevüket a nyitvatermők?

1. Mi a különbség a nyitvatermők és a zárvatermők virágai között?
2. A toboz valóban egy virág?
3. A *Növényismeret* című könyv vagy internet segítségével tanulmányozd a lucfenyő és a keleti tuja testfelépítését! Milyen különbségeket fedezel fel a két növényfaj levelei, illetve tobozai között?

Az evolúció során az éghajlat többször változott. Körülbelül 270–280 millió évvel ezelőtt az éghajlat elkezdett szárazzá válni. Előnybe kerültek azok az élőlények, amelyek szaporodása független a víztől. A növények esetében az ősi harasztok egyik csoportjából kialakultak a **nyitvatermők**. A nyitvatermők sikeres elterjedését egy evolúciós újítás, a **virág** megjelenése tette lehetővé. A nyitvatermők virágai **egyivarúak**, vagy csak porzót vagy csak termőt tartalmaznak. Nincsenek virágtakaró leveleik. A nyitvatermőkhöz tartozó fenyők legtöbbször **egylakiak**, vagyis egy növényen van a porzós és a termős virág is.



Az erdei fenyő porzós virágzata



Az erdei fenyő toboza



Közönséges boróka

Virágaik virágzatba tömörülnek. A termős virágok tobozvirágzatot alkotnak, a termőlevelek elfásodásával alakul ki a **toboz**. A porzós virágzatot a porzók tömege alkotja. Rengeteg virágport (pollent) termelnek, amelyet a szél szállít a magkezdeményekhez (megporzás).



Páfrányfenyő



Lombhullató vörösfenyő

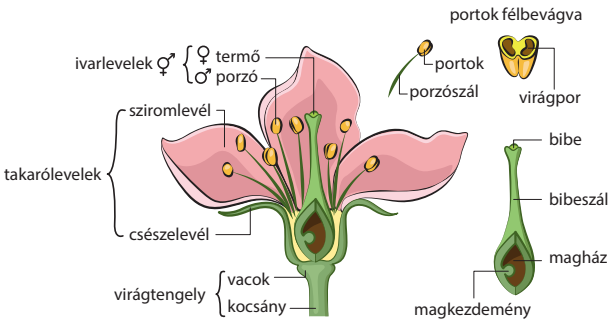
A nyitvatermők nevüket onnan kapták, hogy a virágaikban **a termőlevelek nem zárulnak magházzá**. A magkezdemények nyitott helyen, a termőlevelek tövében fejlődnek maggá. Termésük nincs. A víztől független megtermékenyítés után a magkezdeményből kialakul a **mag**. A magban védett helyen található a csíra vagy embrió. A mag nyugalmi állapota után a nyitvatermők sok sziklevéllel csíráznak. Hazánkban is előfordul többek között a közönséges boróka, a páfrányfenyő és a lombhullató vörösfenyő.

Mi jellemző a zárvatermő virágra és termésre?

1. Idézd fel, hogy mit jelentenek az egyivarú és kétivarú, valamint az egylaki és kétlaki fogalmak!
2. Keress kapcsolatot a virág és a termés részei között!
3. Egy félbevágott almán mutasd meg, hol volt a vacok, a csészelevél és a magház!

A virág a növény ivaros szaporodását szolgáló, módosult levelekből álló hajtás. Szár eredetű része a **kocsány** és a **vacok**. A **csészelevelek** általában zöld színűek, kisebb méretűek, a **sziromlevelek** színesek, nagyobb méretűek. A **lepellevelek** általában egyformák (egynemű virágtakaró). A hím jellegű ivarlevél a **porzó**, a porzószálból és a portokból épül fel. Ez utóbbiban találhatók a hímivarszervek, a virágporzsákok. Bennük képződnek a virágporszemek, a **pollenek**.

A **termő** tartalmazza a női ivarszervet. A termő

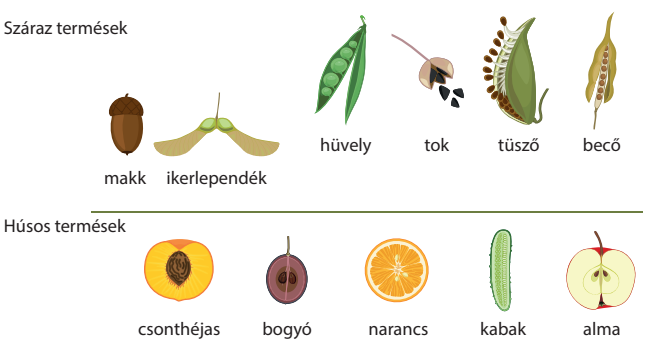


A zárvatermő virág felépítése

részei a bibe, a bibeszál és a magház. A magházban található a **magkezdemény** (női ivarszerv), aminek egyik sejtje a **petesejt**. A **megporzás** során a bibe cukros váladékába ragad bele a pollen. A pollenből kialakult hímivarsejtek a bibeszálban haladnak a petesejtet tartalmazó magházba. Itt történik meg a **megtermékenyítés**.

A zárvatermők nevüket onnan kapták, hogy a magkezdemény a termő **zárt magházában** helyezkedik el. A virág magkezdeményéből alakul ki a mag, a magkezdemény burkából a maghéj, a termő vagy magház falából pedig a termés fala. A magban a megtermékenyítés után kialakul az embrió (csíra), és itt találhatók a fejlődéséhez szükséges tápanyagok is. Elterjedésüket a zárt magház kialakulásának (az embrió fokozott védelmének) és a **termés** megjelenésének köszönhették.

A **valódi termés** kialakításában csak a termő vesz részt (pl. kerti borsó). Az áltermés kialakításában viszont nemcsak a termő vesz részt (pl. alma), hanem a virág egyéb része is terméssé alakulhat.

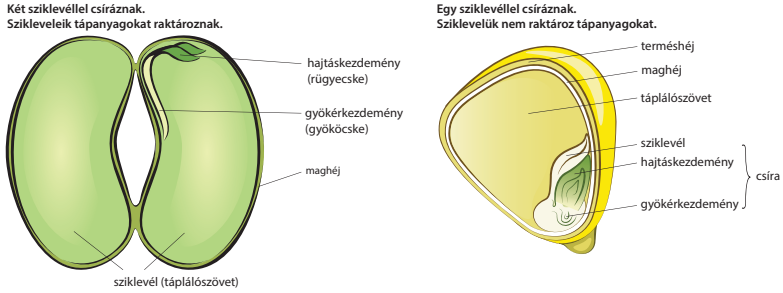


A termések főbb típusai

Mi a különbség az egyszikűek és a kétszikűek között?

1. Hasonlítsd össze a tulipánt és a rózsát! Keress mindkét növényről képeket, és ezek alapján jellemezd a gyökeret, szárat, levelet és a virágot!
2. Csíráztass babot és kukoricát otthon! Egy edény aljára tegyél vattát, alaposan öntözd meg, és helyezd rá a magvakat! Sötét helyen csíráztass, a magvakat öntözd naponta, és figyeld meg a változásokat! A csíra melyik része bújik ki először? Mi a különbség a két növény sziklevelei között?

A zárvatermők fajait aszerint, hogy hány sziklevéllel csíráznak, az egyszikűek és a kétszikűek osztályába soroljuk (16. ábra). A növény egyedfejlődése során keletkezett első levél a **sziklevél**, amely a magban alakul ki. A csíra vagy embrió egyik része a gyökérkezdemény (a gyököcske), amelyből a növény gyökere alakul ki. A másik része a hajtáskezdemény (a rügyecske), amelyből a növény szára és a levele (hajtása) lesz.



Az egyszikű és kétszikű növények közötti főbb különbségek

A **kétszikűek** gyökere főgyökérzet, levelei főeresek. Száruk fás és lágy szár is lehet, amely dúsan elágazó. Kétféle méretű és színű, színes virágtakarójuk van (csésze- és sziromlevelek). A virágtakaró levelek száma sok esetben 4 vagy 5, vagy ezek többszöröse.

Az **egyszikű** növények gyökérzete bojtos, mellékgyökérzet. Lágy száruk van, a levelükben a levélerek lefutása egymással párhuzamos. Virágtakarójuk egyszínű, egyforma levelekből áll (lepellevelek). A virágtakaró levelek száma sok esetben 3, vagy annak többszöröse.

JÓ, HA TUDOD!

- A gyökér fő feladata a növény rögzítése és a tápanyagok felszívása.
- A szár magasba emeli a leveleket, összeköti a gyökeret a levelekkel, tápanyagokat is raktározhat (pl. gyöktörzs).
- A levél a fotoszintézisben, gázcserében és a párologtatásban is részt vesz.
- A bőrszövet a védelemben, a szállítószövet az anyagszállításban, a táplálékkészítő alapszövet a szerves anyagok előállításában fontos.
- A harasztok főbb csoportjai: a korpafüvek, a páfrányok és a zsurlók.
- A nyitvatermőkre jellemző, hogy virágaik virágtakaró nélküliek, általában szélbeporzásúak.
- Magjuk van, termésük nincs, általában fásszárúak, sok sziklevéllel csíráznak.
- A zárvatermők takarólevelei az ivarlevelek számára nyújtanak védelmet és a megporzást is elősegíthetik.
- Többféle terméstípusuk alakult ki.
- Fás- és lágyszárúak is lehetnek, egy vagy két sziklevéllel csíráznak.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Hogyan védi a bőrszövet a növények testét?
2. Jellemezd az osztódószövet sejtjeit!
3. Hogyan függ össze a szárazföldi életmódra való áttérés és a hajtásos növényi test kialakulása?
4. Hasonlítsd össze a mohák és a harasztok testszerveződését!
5. Milyen szervei vannak a nyitvatermőknek? Ezek közül mivel rendelkeznek már a harasztok is?
6. Mi a jellemző különbség a nyitvatermő és a zárvatermő növények virágának felépítése között?
7. Csoportosítsd a gyakoribb terméstípusokat!
8. Hasonlítsd össze az egyszikű és a kétszikű növények testfelépítését!
9. A virágporszem eljutásának valószínűsége a termős virágra rovarmegporzás esetén 1%, szélbeporzás esetén 0,1%. A szélbeporzású növények virágai ennek ellenére azonos eséllyel termékenyülnek meg. Miért?

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Tiszafa, a védett érték

A tiszafák a kétezer éves kort is megérik. Hazai állományaik a jégkorszakból maradtak ránk. Európában is híres a szentgáli tiszafás. A magokat körülvevő piros, húsos burok a madarak kedvence. A növény összes többi része mérgező.



A tiszafa hajtása

KITEKINTÉS

Ebben a leckében megismertük a főbb növényi szöveteket. A növényi szövetek és szervek megjelenése jelentős előrelépés volt az evolúcióban. Megtanultuk, hogy a termések megjelenése növelte a zárvatermő növények sikerességét. Tudjuk már azt is, hogy milyen különbségek vannak az egyszikűek és kétszikűek között. A későbbi tanulmányaid során részletesen megismerheted a növényi szervek felépítését és működését. Ezután megvizsgálhatod a növények táplálékláncokban és az anyagok körforgásában játszott szerepét.

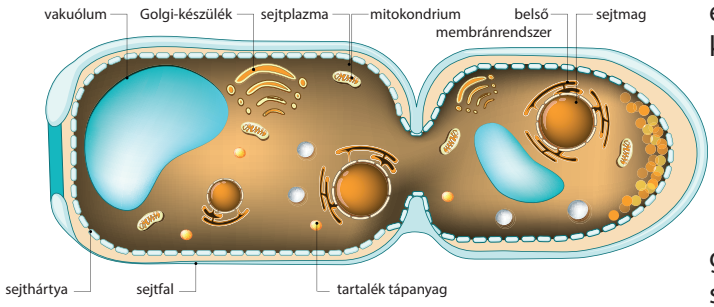
3. Az ezerarcú gombák

A tudósok a gombákat hosszú időn át a növények közé sorolták. Csak a 20. század közepén vált elfogadottá az a nézet, hogy a többsejtű gombák az élővilág önálló országát alkotják. Az ország képviselői a többsejtű növényekkel és állatokkal párhuzamosan, az egysejtű gombákból alakultak ki. Mit gondolsz, milyen indokokkal magyarázták a kutatók, hogy a gombák a növényekkel állnak közeli rokonságban?

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Miben hasonlóak és miben mások a gombák, mint a növények vagy az állatok?

Vágd le egy csiperkegomba tönkjét, és a kalapot lemezekkel lefelé helyezd fehér papírlapra! Néhány óra múlva kopogtasd meg a kalapot, majd óvatosan emeld fel! Figyeld meg nagyítóval a kihullott spórákat!



Gombasejt általános felépítése

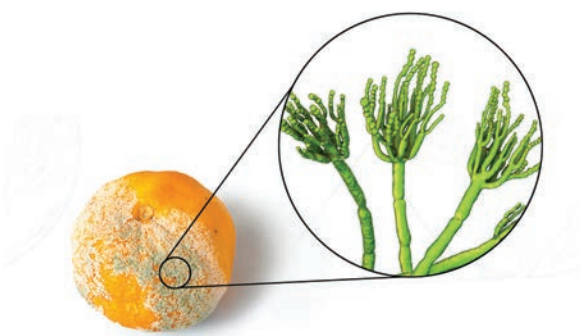
A gombák eukarióta, egysejtű vagy többsejtű élőlények. Nincsenek zöld színtestjeik, fotoszintézisre nem képesek. Más élőlényekből jutnak összetett tápanyagokhoz. Sejtjeiket sejtfal határolja, ez szilárdítja testüket. Sejtfaluk szilárdítóanyaga azonban a növényektől eltérően nem cellulóz, hanem kitin. Többségük testét hosszú, vékony gombafonalak, vagy más néven **hifák** szövedéke (micélium) alkotja.

Sejtjeik nem alkotnak szöveteket, vagyis **telepes, álszövetes** testszerveződés jellemző rájuk. Nem jellemző rájuk a helyváltoztató mozgás. Ivarosan és ivartalanul is szaporodnak. Ivartalan szaporító sejtjeiket, a **spórákat** vastag sejtfal védi a kiszáradástól. Túlnyomó többségük szárazföldi, de előfordulnak az édesvizekben és a tengerekben is.

Milyen a gombák életmódja?

Próbáld meg a szemmel látható tulajdonságai alapján jellemezni! Vannak-e szervei? Mi mutatja, hogy nem fotoszintetizál? Honnan szerzi a tápanyagait és a működéséhez szükséges energiát?

A gombák többsége **lebontó** szervezet. A korhadás a fatörzs anyagainak lebomlási folyamata. Ezt elsősorban gombák végzik, mert olyan anyagokat is képesek lebontani, amelyek más élőlények számára emészthetetlenek. Nélkülözhetetlenek az anyagok körforgásában, de óriási károkat okoznak az épületek faanyagaiban. A penészgombák spórái mindenütt ott vannak a környezetünkben. Gyakran okoznak bosszúságot a háztartásokban, ahol legtöbbször élelmiszereken vagy a hideg falakon jelennek meg.



Penészgomba mandarinon

A gombák sokféle élőhelyen előfordulnak; növényekkel, állatokkal, emberekkel, sőt sejtmag nélküli élőlényekkel is tartós kapcsolatokat alakítanak ki. A növények 80-90%-ánál ismert a talajlakó gombákkal való kölcsönösen előnyös **együttélés**. A gombafonalak körülveszik a növény gyökerét, behatolnak a sejtekbe is, és szerves anyagokat szívnak el. A gomba vizet és ásványi anyagokat biztosít a növény számára, és védi a talajban élő, betegségeket okozó élőlényekkel szemben.

Az élősködő gombák a társszervezet károsodását, megbetegedését okozzák. Vannak közöttük veszélyes növényi kártevők, mint a monília és a peronoszpóra.



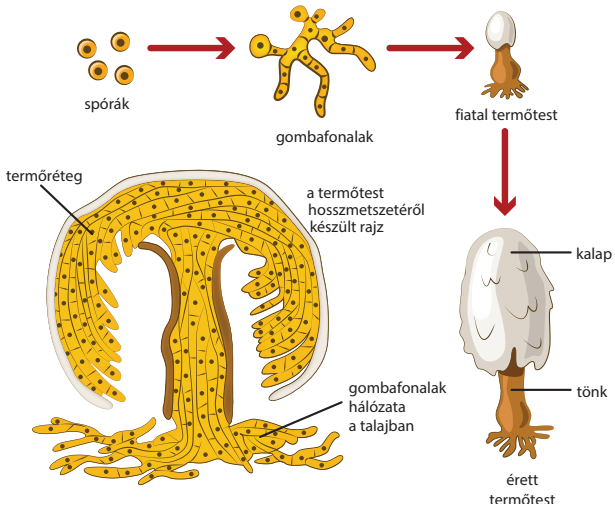
Peronoszpórás szőlő levele

Hogyan csoportosíthatjuk a gombákat?

1. Nedvesíts be egy szelet kenyeret, és tedd meleg, lehetőleg sötét vagy félárnyékos helyre, de ne száradjon ki! A kenyér felszínén hamarosan megjelennek a penészgombák gombafonalai, zöldes, feketés bevonatot hoznak létre.
2. Csipesszel válassz le egy kevés gombafonalat a kenyérről, helyezd tárgylemezre, és vizsgáld meg fénymikroszkóppal! Készíts rajzot!

A **tömlősgombák** spórái (nyolcasával) a tömlőszerűen kiszélesedett gombafonalak végében helyezkednek el. Sok penészgomba tartozik ide, pl. az ecsetpenész is, amelyek baktériumokat pusztító anyagokat, **antibiotikumokat** termelnek. Ilyen például a penicillin. A tömlősgombákhoz tartoznak az élesztőgombák is. Általában egysejtűek, sütéskor, borkészítéskor használja fel az ember. A szintén ebbe a csoportba tartozó szarvasgombák igazi ínyenc falatok lehetnek.

A **bazídiumos gombák** spórái a kalap alján, a fonalak végének kiszélesedésén (bazídium) képződnek négyesével (kalaposgombák). A kalaposgombák teste föld alatti **tenyésztestből** és föld feletti **termőtestből** áll. A termőtest része a **tönk** és a **kalap**. A kalap alján, a fonalak végén képződnek a szaporítósejtek, a spórák, melyek a széllel terjednek el.



A kalaposgombák (gyapjas tintagomba) fejlődése és testfelépítése

A kalaposgombákhoz tartozó gyilkos galóca fogyasztása halálosan mérgező. Felismerhető arról, hogy van bocskora, spóratartó lemezei fehérek, kalapja olajzöld. Szintén mérgező a légyölő galóca.



Sütőélesztő



Gyilkos galóca



Szarvasgomba



Légyölő galóca



Erdei csiperke

Az erdei csiperke ehető, ízletes gomba. Felületét sűrűn okker- vagy sötétbarna, szálkás pikkelyek borítják. Lemezei eleinte vörösesszürkék, majd csokoládébarnák, hamar sötétednek. A tönk fehéres, nyomásra vörösesre színeződik, akárcsak a kalap húsa. Ehető és védett gomba a császárgomba. Piros kalapú, sárga tönkű, élénksárga lemezű, nagyobb termetű galléros gomba, nagy, fehér bocskorral. Ehető és nálunk gyakori faj a nagy őzlábgomba.



Császárgomba



Nagy őzlábgomba

A gombaszedés szabályai: Csak ismert gombákat szedj étkezési célokra! A leszedett gombákat minden esetben ellenőriztetni kell hivatalos gombaszakértővel!

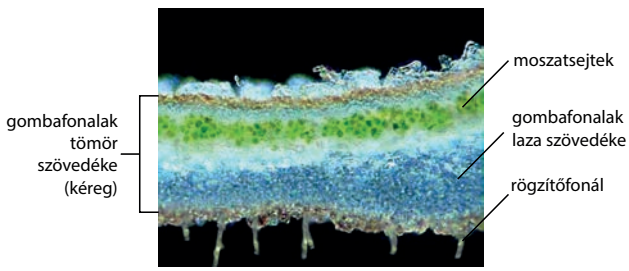
Miben különböznek a zuzmók és a gombák?

1. Az általunk gyűjtött zuzmóból készítsünk metszetet! A tárgylemezre cseppentsünk 1 csepp vizet, majd tegyünk rá egy kis darabka zuzmót! Figyeljük meg mikroszkóp alatt a felépítését!

2. Nézz utána, mit jelenthet, ha egy városra azt mondják, hogy zuzmósivatag?

A **zuzmók** az élővilág különleges élőlényei. Testük **tömlősgombák és fotoszintetizáló moszatok** tartós együttélésének eredményeképp alakult ki.

A zuzmótelep belsejében védetten élnek a fotoszintetizáló kékbaktériumok vagy a zöldmoszatok. A gombafonalak veszik fel a tápanyagokat, védik a telep belső sejtjeit, és rögzítik a telepet.

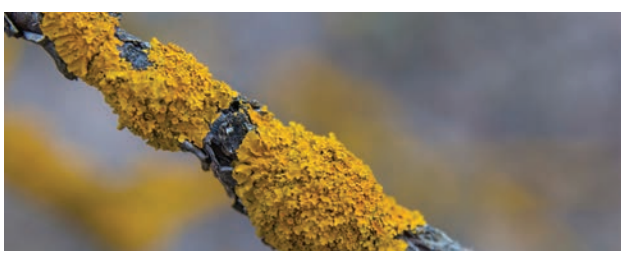


Zuzmótelep keresztmetszetének mikroszkópos fotója

A zuzmók teleprészek leszakadásával szaporodnak. Sok fajuk több környezeti tényezőre is **tág tűrőképességű,** ennek köszönhetően szinte minden környezetben előfordulnak. Igénytelenségük miatt a csupasz sziklákon és a földfelszínen zuzmók és mohák telepednek meg először. Egyes zuzmófajok **indikátornövények** (indikátor = jelző): nagyon érzékenyek bizonyos mérgező anyagok, pl. a kéndioxid jelenlétére. Ha egy élőhelyen nem találhatóak zuzmók, abból a terület szennyezettségére lehet következtetni. Széles körben ismert zuzmófaj a rénszarvaszuzmó, a tölcsérzuzmó és a sárga kéregzuzmó is.



Rénszarvaszuzmó



Sárga kéregzuzmó

JÓ, HA TUDOD!

- A gombák az élővilág külön országát alkotják.
- Fotoszintézisre nem képesek.
- Lebontó, élősködő vagy együttélő szervezetek.
- Általában fonalas felépítésűek, szöveteik, szerveik nincsenek.
- A kalaposgombák közé tartozó gyilkos galóca halálosan mérgező, de minden gyűjtött gombafajt étkezés előtt ellenőriztetni kell!
- A zuzmók gombák és moszatok szimbiózisából jönnek létre.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Mivel magyarázható, hogy a gombák önálló országot alkotnak? Milyen jellemzőkkel tudod alátámasztani, hogy inkább az állatokkal állnak közelebbi rokonságban, mint a növényekkel?
2. Mi jellemző általában a gombák sejtjeire, testfelépítésére és szaporodására?
3. Milyen életmódúak lehetnek a gombák?
4. Hogyan épül fel a zuzmók telepteste?
5. Milyen működésmegosztás van a zuzmótelepet alkotó moszatok és gombák között?
6. Mi bizonyítja, hogy a zuzmók között vannak szélsőségesen tág tűrésű szervezetek?

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Zuzmóanyagok

A zuzmók egyik jellegzetessége az élővilágban egyedülálló zuzmóanyagok termelése. Eddig megközelítőleg 650-féle vegyületet mutattak ki. Egyes fajok zuzmóanyaga gyógyhatású. Izlandi zuzmót használnak köhögés elleni cukorkába, gyógyteának. Vannak olyan zuzmóanyagok is, melyek textilfestésre alkalmasak. Az áltölgyfazuzmót manapság a parfümipar is használja, a benne található zuzmóanyag az illat tartósítására szolgál.



Izlandi zuzmó

Hasznos penészek

A penészgombák közül egyeseket az élelmiszeripar hasznosít. A nemes penészek különböző fajait a camembert, a márványsajt és még sok más finom sajtféleség előállításához használják fel.



Kéksajt

KITEKINTÉS

Ebben a leckében megtanultad, hogy a gombák többféle életmódot folytatnak. Későbbi tanulmányaid során megvizsgálhatod, hogy milyen szerepet játszanak a gombák az anyagok lebontásában. Azt is megtudhatod, milyen előnyös és káros hatásuk van az ember szervezetére.

4. Az állatok változatossága – Gerinctelen állatok

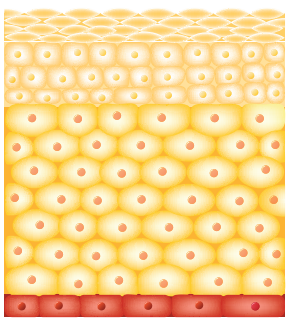
Korábban megtanultuk, hogy az állatok sejtjeit csak sejthártya határolja, nincs sejtfaluk. A sejtekben nincsenek színtestek, nem fotoszintetizálnak. A szerves anyagokat nem tudják egyszerű szervetlen anyagokból előállítani, ezért más élőlényekből származó szerves anyagokat kell elfogyasztaniuk. Az életközösségekben a fogyasztók szerepét töltik be. Lehetnek növényevők, ragadozók, mindenevők, de táplálkozhatnak elpusztult élőlények maradványaival is. Most megismerjük az állatvilág főbb csoportjait és néhány képviselőjüket.

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

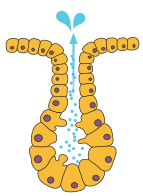
Milyen típusai vannak az állati szöveteknek?

1. Hogyan és miért alakultak ki a többsejtű élőlények az evolúció során?
2. Csoportban dolgozva gyűjtsetek össze állati szövettípusokat!
3. Mondj példát arra, hogy az emberek együttműködése hatékonyabb egy feladat elvégzésére, mintha külön-külön végeznék!

A **hámszövetek** sejtei szorosan egymáshoz kapcsolódnak. A **fedőhámok** a test felszínét borítják, védik, vagy az üreges szerveket bélelik ki. Rendszerint egy sejtrétegűek, de a szárazföldi gerinces állatok bőrének hámsejtjei több rétegben helyezkednek el. Felszínüket ellenálló szaruréteg borítja. A **mirigyhámok** váladéktermelő sejtjei a legtöbbször csoportosulnak, és így mirigyeket alkotnak.

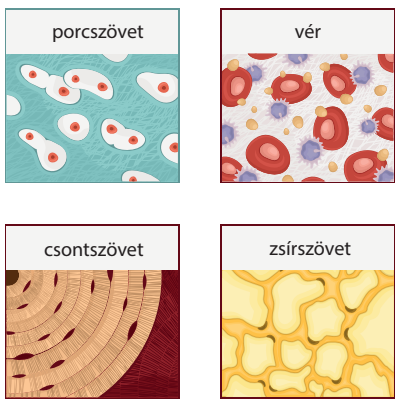


A bőr többrétegű elszarusodó hámja



Mirigyhám

A **kötő- és támasztószövetek** sejtjei nem kapcsolódnak szorosan egymáshoz. A sejtek közötti hézagokban fehérjerostok húzódnak. A kötőszövetek közé tartozó **zsírszövet** hatalmas, gömb alakú sejtjeiben tartalék tápanyag raktározódik. Különleges kötőszövet a **vér**. A támasztószövetek közül a **porcszövet** sejtjei kisebb csoportban helyezkednek el, ezek között van a jelentős mennyiségű sejt közötti állomány. A **csontszövetben** a nyúlványos



Kötőszövetek típusai: porcszövet, vér, csontszövet és zsírszövet

csontsejtek között az erős fehérjerostokon kívül sok ásványi anyag rakódik le, amely nagymértékben növeli a csontok szilárdságát.

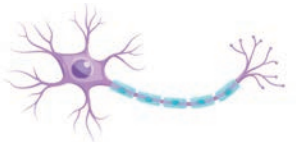
Az **izomszövetek** sejtjei összehúzódásra és elernyedésre képesek, mert bennük izomfehérjék halmozódnak fel. Fénymikroszkópos képen egyes izomszövetekben sötét és világos sávokat láthatunk egymás mellett. Ennek a harántcsíkolatot mutató izomszövetnek két típusa van. A **vázizomszövet** építi fel például a csontokhoz kapcsolódó izmainkat, az arcunkon található mimikai izmokat, a gerincesek vázizmait és a rovarok izmait is. Rövid időn át nagy erőkifejtésre képes. Működését akaratlagosan tudjuk irányítani. A **szívizomszövet** Y alakban elágazó sejtekből épül fel. Hosszú időn át nagy erőkifejtésre képes. A **simaizomszövet** nem mutat harántcsíkolatot, orsó alakú sejtekből épül



Izomszövetek típusai: simaizom, vázizom, szívizom

fel. Viszonylag lassú, de kitartó működésre képes. A szívizom és a simaizom működése automatikus, de idegi és hormonális szabályozás is befolyásolja.

Az **idegszövet** jellegzetes sejtje az **idegsejt**, ami nyúlványokkal rendelkező sejttípus. Fő feladatai az információ (inger) felvétele, feldolgozása, továbbítása és átadása.

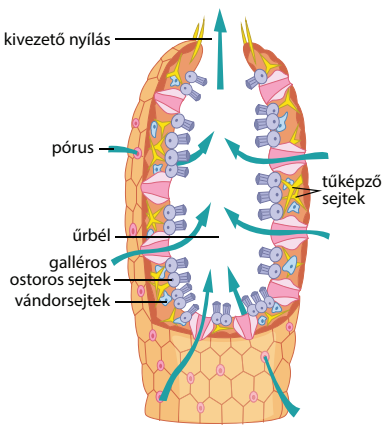


Idegszövet

Mi a különbség a szivacsok és a csalánozók között?

1. A medúzalakúak mozgása rakétaelven alapul. Mit jelenthet ez?
2. Miért nagy jelentőségűek a korallzátonyok az élővilág szempontjából?
3. Mit gondolsz, a mosdószivacs hogyan készül?

A **szivacsok** a tengerfenékre és az édesvizek aljzatára tapadnak, bevonatokat képeznek víz alatti sziklákon vagy alámerült mesterséges építményeken. Mivel a szivacsok sejtjei akár önállóan is életképesek, nem alkotnak szövetet, ezért álszövetes élőlényeknek nevezzük.



A szivacsok felépítése

A szivacsok tömegesen együtt élnek, telepeket alkotnak. Táplálékhoz szűrögetéssel jutnak, a vizek öntisztulásában nagy szerepük van. A víz a test oldalán lévő nyílásokon, a pórusokon keresztül áramlik az űrbélbe, és a kivezető nyíláson hagyja el a testet. Az űrbelet határoló galléros-ostoros sejtek áramoltatják a vizet, illetve ezek szűrik ki a szerves törmeléket is. Fajaik sós és édesvízben egyaránt előfordulnak. A szivacsok közé tartozó fajok például a mosdószivacs, a tavi szivacs, a balatoni szivacs.



Tavi szivacs

A **csalánozók** nevüket csalánsejtjeikről kapták, már **valódi szövetekkel** rendelkező élőlények. A testfaluk kétrétegű. Az űrbél egyetlen nyílása a szájnyílás, körülötte helyezkednek el a tapogatók.



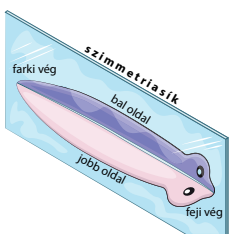
Zöld hidra

Az állat a mozgékony tapogatók és a csalánsejtjek segítségével kisebb halakat és vízben lebegő apró állatokat zsákmányol. Kétféle alakban is előfordulhatnak. **Medúzaalakban** szabadon lebegnek, úsznak a vízben, **hidraalakban** pedig szilárd felszínhez tapadnak, vagy azon lassan araszolva haladnak. A zöld hidra hazai tiszta folyóvizekben él.

Miért nem alkotnak egységes csoportot a férgek?

1. Miért veszélyes a májmétely és az orsóféreg az emberre? Készíts posztert az ember gyakoribb, paraziták okozta megbetegedéseiről!
2. Figyeld meg a gyűrűsférgek mozgását nedves üveglapon és egy falapon!

A férgek kétoldali szimmetriával és szervekkel rendelkező élőlények. Mindegyik féregcsoportban közös, hogy kültakarójukat egyrétegű hám borítja, ami összeolvad az alatta lévő izomréteggel, együttesen a bőrizomtömlőt hozzák létre. A bőrizomtömlő az állat mozgásszerve. Elkülönült légzőszervük nincs.

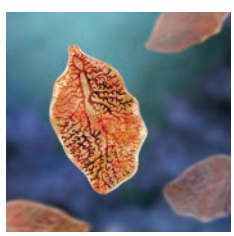


Kétoldali szimmetria



Örvényféregfaj

A **laposférgek** közé tartozó *örvényférgek* ragadozók, a *mételyek* és a *galandférgek* élősködők. Bélcsatornájuk egyetlen nyílása a száj, utána következik az izmos garat, majd a gazdagon elágazó béledényrendszer. Az állatok belében élősködőknek még bélrendszerük sincs, mert a kültakarójukon keresztül veszik fel a gazdaszervezet által megemésztett tápanyagokat. Idegsejtjeik a fej területén nagyobb csoportokat alkotnak, ezeket dúcoknak



Májmétely



Horgasfejű galandféreg

nevezzük. Szemük kehelyszem, amelyet félgömb alakban besüllyedt fényérzékeny sejtek alkotnak.

A **fonálférgek** bélcsatornája már háromszakaszos, előbélre, középbélre és utóbélre tagolódik. Közöttük sok az élősködő faj, például az orsóféreg is. A szabad szemmel nem is látható fonálférgek a Föld minden élőhelyén hatalmas egyedszámban megtalálhatók. Környezeti tűrőképességük kimagasló.



Fonálféregfaj

A **gyűrűsférgek** egyik képviselője a közönséges földigiliszta. Testében ismétlődő egységek (testrészek, szervek) találhatók, emiatt szelvényes testfelépítésű. A kültakaróján lévő serték a mozgását segítik. A kültakaró mirigyeinek váladéka elősegíti az állat mozgását és a légzését is. A levegő oxigénje a nyálkába, onnan az állat piros színű vérébe jut. A földigiliszta vére folyamatos csőrendszerben (véredényekben, erekben) kering, ezt **zárt keringési rendszernek** hívjuk.

A földigiliszta hímnős állat, női és hímivarszervei is vannak. Nincs szeme, a kültakaróban elszórtan a tájékozódását segítő fényérzékeny sejtek vannak. A fej területén és a test hasoldalán idegdúcok is találhatók. A talajban található tápanyagokat hasznosítja. A gyűrűsférgek a fonálférgekkel együtt fontos szerepet töltenek be az anyagok körforgásában.

Mi jellemző a puhatestűekre?

1. Miért helytelen kifejezés a csigavér?
2. Hogyan bizonyítanátok, hogy a csigák váza mésztartalmú anyagból áll? Megbeszélés után végezzétek el a kísérletet!
3. Hogyan mérnéd meg egy csigafaj sebességét?
4. Készíts kiselőadást a tavi kagylóról és a tintahalról!

A **puhatestűek** a nevüket onnan kapták, hogy nincs belső szilárd vázuk, testük viszonylag lágy, puha. Nagyobb csoportjaik a **csigák**, **kagylók** és a kizárólag tengerben élő **fejlábúak**.

Az éticsiga teste három fő részre tagolódik: fej, láb és a zsigerzacskó. A fejen elhelyezkedő hosszabbik pár tapogatón találhatók a szemek, a rövidebb párnak a szaglásban van szerepe. Az éticsiga jellemző szerve a köpeny. Kültakaróját egyrétegű hengerhám alkotja, és mirigyekkel van tele. A mirigyek nyálkát termelnek, és létrehozzák az állat külső meszes vázát.



Éticsiga



Tavi kagyló



Tintahal

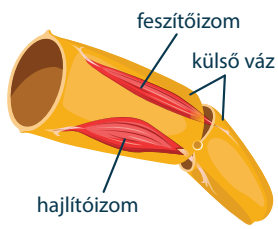
Az éticsiga bőrizomtömlővel mozog. Légzését a tüdő biztosítja, ami a köpenyüreg (a kültakaró) gazdagon erezett fala. Táplálkozásában a szájüreg alsó részén található reszelőnyelv segíti. Hímnős élőlény, egyedfejlődése közvetlen (nincs köztes alak, nincs lárva). Szíve kétüregű (1 pitvar és 1 kamra), a szívből kilépő erek a verőerek, a szívbe menő erek a gyűjtőerek. A verőerek és a gyűjtőerek nincsenek összeköttetésben egymással, ezért a keringési rendszerük nyílt. A csigák esetében a testfolyadék neve vérnyirok. Ennek a színe a benne lévő réztartalom miatt kék.

Miért sikeresek az ízeltlábúak?

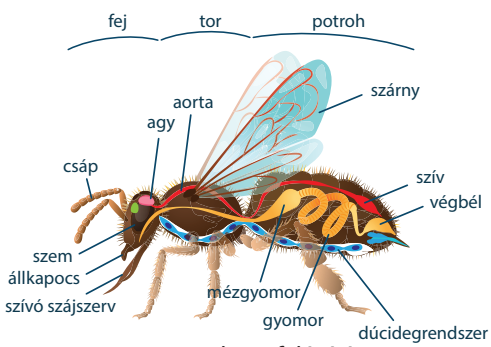
Figyelj meg egy rovart nagyító vagy sztereomikroszkóp alatt!

1. A hasoldal felől nézve állapítsd meg, hány részből áll az ízelt láb!
2. Mennyi a lábfejen lévő ízek száma, találsz-e a láb végén valamilyen kapaszkodószervet?
3. Fényképezd le telefonoddal az összetett szemet! Állapítsd meg a szájszerv típusát!
4. Keresd meg a légzőnyílásait!

Az **ízeltlábúak** a Föld fajokban leggazdagabb csoportja. Nevüket onnan kapták, hogy lábuk tagolt, több kisebb részből (ízekből) áll, amelyeket vékony, rugalmas hártya köt össze.



Az ízelt láb részlete



A rovarok testfelépítése



A rovarok szájszervei

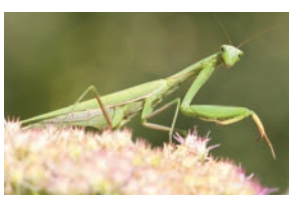
Nagyobb csoportjaik a több mint 4 pár lábbal rendelkező **rákok**, a 4 pár lábbal rendelkező **pókszabásúak**, illetve a 3 pár lábbal rendelkező **rovarok**.

A rovarok teste szelvényes, 3 fő testtája a **fej**, a **tor** és a **potroh**. A fejen található az 1 pár csáp, az összetett és az egyszerű szemek. A szájszervük láb eredetű, az életmódnak megfelelően módosulhat.

A torról erednek a mozgásszervek: a 3 pár ízelt láb és a 2 pár szárny. Kívülről könnyű, erős és rugalmas külső váz, a kitinpáncél védi a testet. Az izmok a kitinpáncél belső oldalára tapadnak. A **kitinváz** nem nő együtt az állattal, ezért a rovarnak a növekedési időszakban rendszeresen vedlenie kell. Ilyenkor az állat kibújik a páncélból, és kifejlődik az új, megfelelő méretű külső váza. A rovarok nyílt keringési rendszerében **vérnyirok** kering, ami alig tartalmaz oxigént. A rovarok légcsövekkel lélegeznek. Légzőnyílásaik a potrohon találhatók, innen jut a levegő a légcsőrendszer belsejébe, amely a sejtekig szállítja a levegőt. Dúcidegrendszerük van.



Óriás szitakötő



Imádkozó sáska

A rovarok **váltivarúak**, más-más egyedben van a hím- és a női ivarszerv. Az eltérő nemű egyedeiket meg lehet különböztetni, ez az ivari kétalakúság. Belső megtermékenyítés jellemzi őket.

A fejlődésnek három alaptípusa van: a kifejlés, az **átváltozás** és a teljes átalakulás. **Kifejlés** esetén a lárva és a kifejlett állat nem sokban különbözik egymástól, élőhelyük és életmódjuk is hasonló. Így fejlődnek például a sáskák és a szöcskék. Átváltozáskor a lárva életmódja eltér a kifejlett állatétól, és jellemző lárvakori szerve is van. Így fejlődnek például a szitakötők. **Teljes átalakulás** esetén a lárva életmódja és testfelépítése teljesen eltér a kifejlett állatétól. A lárva a megfelelő állapot elérése után bebábozódik, és a báb belsejében alakul ki a kifejlett rovar teste. Teljes átalakulással fejlődnek többek között a bogarak és a lepkék.



Aranyos rózsabogár



Atalantalepke

JÓ, HA TUDOD!

- A fő állati szövettípusok a hám-, a kötő- és támasztószövet, valamint az izom- és idegszövet.
- A szivacsok álszövetes élőlények, fontos szerepük van a vizek tisztításában.
- A csalánozók már szövetes élőlények, medúza- és polipalakjuk is lehet.
- A férgek csoportjába a laposférgek, a fonálférgek és a gyűrűsférgek tartoznak.
- A férgek körében számos evolúciós újdonság jelent meg (pl. kétoldali testszimmetria, szelvényezett testfelépítés, háromszakaszos bélcsatorna).
- A puhatestűek nem rendelkeznek belső vázzal, de külső meszes vázuk lehet. Testük fejre, lábra és zsigerzacskóra tagolódik.
- Az ízeltlábúak különálló izmaikkal már külön-külön mozgathatják testrészeiket.
- Harántcsíkolt vázizomszövetből álló izmaik a külső kitinvázhoz tapadnak.
- Az ízeltlábúak közé a rovarok, a pókszabásúak és a rákok tartoznak.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Milyen testszerveződés jellemző a szivacsokra? Hogyan áramlik a víz a szivacs testében?
2. Hol élnek a szivacsok, és mi az ökológiai jelentőségük?
3. Miért tekintjük a csalánozókat fejlettebbnek, mint a szivacsokat?
4. Mi a bőrizomtömlő szerepe a férgek életében?
5. Mi jellemző az ízeltlábúak testfelépítésére és mozgására?
6. Mi a különbség a gyűrűsférgek és az ízeltlábúak testének szelvényezettsége között?
7. Mivel magyarázható a puhatestű állatok gyors elterjedése a Földön az élővilág fejlődése során?
8. Mi a kitinpáncél előnye és mi a hátránya? Miért előnyösebb a kitinpáncél a puhatestűek mészhéjánál?
9. Miért különleges a rovarok légzése és keringése?
10. Mi magyarázza a rovarok nagy evolúciós sikerét?

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Gályázzunk!

A portugál gálya nevű csalánozófajnak akár 30 méter hosszú fogófonalai lehetnek. Európában viszonylag veszélytelen fajok élnek. Csípés esetén történő elsősegélynyújtás: híg ecetet öntenek a sérült részre.



Portugál gálya

Gyöngyök

A kagylóhéj belső oldalán található a csillogó, sima gyöngyházréteg. Ha a kagylók köpenye és héja közé valamilyen idegen test, például homokszem kerül, a köpeny mindig újabb gyöngyházréteget képez köréje. A szemcséből évek alatt gyöngy képződhet. A legértékesebb gyöngyök a gyöngykagylókban fejlődnek ki. Mesterségesen is előállítanak kagylógyöngyöt: a kagylók héja alá homokszemcséket juttatnak, majd gyűjtőkosarakban a tengerbe eresztik őket.



Gyöngykagylófaj

Ammonitesz

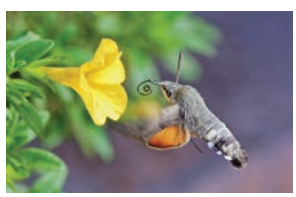
A fejlábúak egyik kihalt csoportját képezik az ammoniteszek. A földtörténeti középidő tengereiben éltek, és a középidő végén a dinoszauruszokkal egy időben, kb. 65 millió évvel ezelőtt kihaltak. Megkövesedett meszes vázaik kiváló állapotban maradtak fenn.



Ammoniteszek vázát tartalmazó lelet

Szendergés

A lepkék közé tartozó kacsafarkú szender a kolibrikhez hasonlóan képes helyben repkedni. Röpte rendkívül gyors, pödörnyelve hosszú. A többi szenderfajjal együtt sok virág beporzásában vesz részt.



Kacsafarkú szender

KITEKINTÉS

Eddigi tanulmányaid alapján tudod, hogy az állatok testfelépítése és működése a környezethez való alkalmazkodás eredménye. Az állatvilág sokszínűségéről már van ismereted, a későbbiek során a gerinces állatok változatosságát is megismerheted. Megértheted, hogy minden élőlény egyaránt fontos az élővilág egészének szempontjából. Az állatvilág teljes megismerése során láthatod majd az evolúciós fejlődés nyomait az egyes élőlénycsoportok testfelépítésén.

5. Az állatok változatossága – Gerinces állatok

A csontváz a gerincesek törzsére jellemző, biztosítja a test tartását és mozgatását. Ebbe a törzsbe soroljuk a halakat, a kétéltűeket, a hüllőket, a madarakat és az emlősöket. Ebben a leckében a gerinces állatok sokszínűségét ismerheted meg. Megértheted, hogy a vizek meghódítása után hogyan terjedtek el a gerincesek a szárazföldön is.

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Mi jellemző a halakra?

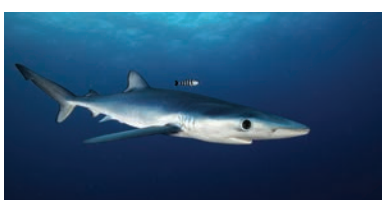
A halak alapvető életfeltétele a megfelelő mennyiségű, vízben oldott oxigén.

1. Hogyan növelhető vagy csökkenthető a víz oxigéntartalma?
2. Hogyan lehetne bebizonyítani, hogy a halak a bőrükön keresztül is lélegeznek?
3. Miért veszélyes a vízi élővilágra a vizek olajszennyezése?



A halak legfontosabb jellemzői

A halak teste áramvonalas, bőrük többrétegű, el nem szarusodó laphámmal fedett, mirigyekben gazdag. A nyálkás bőr csökkenti a súrlódást. A halpikkely a hámréteg alatti kötőszövet képződménye. A pikkelyek nem cserélődnek, a testtel együtt fejlődnek, és eközben gyűrű alakú rétegek rakódnak le. A cápák és a ráják **porcos halak**. Nincs úszóhólyagjuk és kopoltyúfedőjük. Ránőtt fogaik vannak.



Kék cápa

A **csontos halak** a gázzal teli úszóhólyagjuk segítségével tudnak emelkedni vagy süllyedni különböző vízmélységekben. A kopoltyúfedő mozgatásával áramoltatják át a vizet légzőszervükön, a kopoltyún.

Változó testhőmérsékletűek, tehát testhőmérsékletük nagymértékben függ a külső környezet hőmérsékletétől. Külső megtermékenyítés jellemző rájuk, petesejtjüket ikrának nevezzük. Jellegzetes érzékszervük az oldalvonalszerv, amivel a víz áramlását érzékelik, és ez segít a tájékozódásban is. A halak hallanak, szagolnak, ízlelnek. Szemlencséjük közel gömb alakú, amivel közelre látnak jól.



Amur

Mi jellemző a kétéltűekre?

1. Hogyan csoportosítjuk a kétéltűek közé tartozó állatokat?
2. Sorolj fel minél több hazai kétéltűfajt!
3. Miért kétéltű a béka?
4. Hogy hívják a kétéltűek lárváját?

A **kétéltűek** a bojtosúszós halak ősi képviselőiből elsőként kialakult szárazföldi gerincesek. Alkalmazkodásuk a szárazföld életfeltételeihez nem tökéle-



A kétéltűek legfontosabb jellemzői

tes. Elnevezésük onnan származik, hogy szaporodásuk még vízhez kötött, de a kifejlett állatok már zömmel a szárazföldön élnek.



Sárgahasú unka

Négylábúak. Változó testhőmérsékletűek. Kültakarójukat többrétegű, gyengén elszarusodó hám fedi. Bőrük méreg- és nyálkatermelő mirigyekben gazdag, fontos szerepe van a védekezésben és a légzésben. Légzőszervük a tüdő, lárvaállapotban kopoltyúval lélegeznek. A tüdőlégzést bőrlégzés egészíti ki. Kocsonyás petéiket a vízbe rakják. Külső megtermékenyítésűek. Lárvaállapotuk van, a lárvának ebihal a neve. Ragadozók, tűhegyes, apró fogaik vannak. A békákon kívül a kétéltűek osztályába tartoznak a gőték és a szalamandrák is, minden magyarországi fajuk védett.



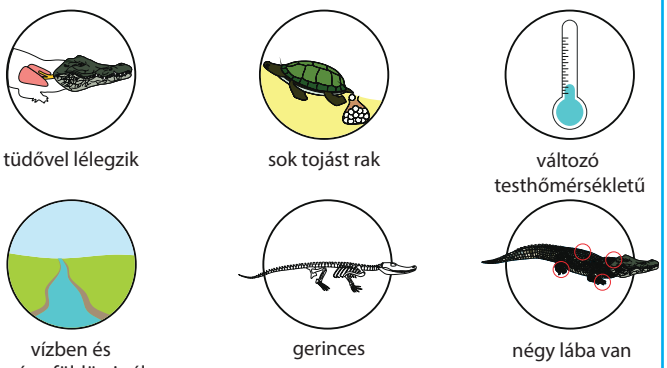
Foltos szalamandra

Mi jellemző a hüllőkre?

1. Mit jelent a dinoszaurusz kifejezés, és mi okozhatta a dinoszauruszok kihalását?
2. Adj címet a képnek! Választásod indokold!
3. Honnan kapta nevét a hüllők osztálya?
4. Sorolj fel Magyarországon élő hüllőket! Mi alapján lehet őket csoportosítani?

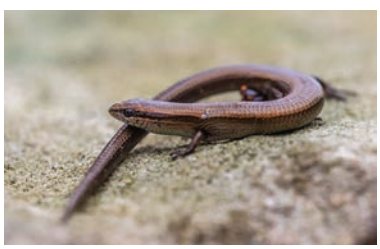
A szárazföld meghódításában a **hüllők** értek el igazi sikert. A kígyók, gyíkok, teknősök és krokodilok valódi szárazföldi gerincesek. Testüket többrétegű, elszarusodó laphám védi a kiszáradástól. A bőr kifejezetten száraz, mert a kétéltűek bőrével ellentétben mirigyeket nem tartalmaz. Tüdővel lélegeznek, bőrlégzésük nincs. Lágy héjú tojásokkal szaporodnak (a krokodiloké meszes héjú). Szaporodásuk a víztől független, belső megtermékenyítésűek. Változó testhőmérsékletűek.





A hüllők legfontosabb jellemzői

Új testrészként megjelent a nyak, a fej minden irányban mozgatható. A végtagok járólábak, amelyek vagy felemelik a testet, vagy a gerincoszlop kígyózó mozgását segítik. Többségük ragadozó, kevés növényevő fajuk van. A hazánkban honos hüllők védett állatok.



Pannon gyík



Keresztes vipera

Mi jellemző a madarakra?

1. Hogyan nyilvánul meg a repülő életmódhoz alkalmazkodás a madarak csontvázán?
2. Milyen nagyobb csoportjai vannak a madaraknak? Készítsetek ágrajzot a madarak főbb csoportjairól!

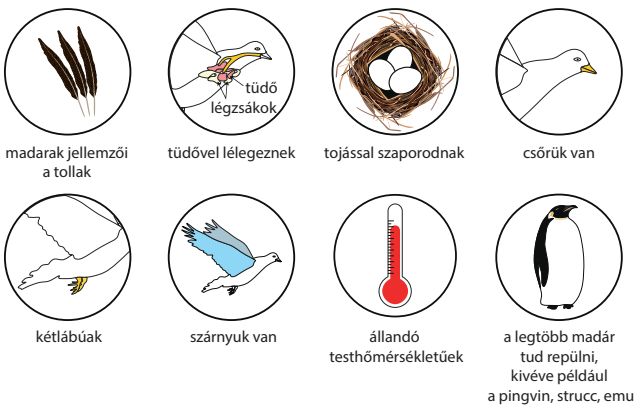
A **madarak** testét többrétegű, elszarusodó laphám védi a kiszáradástól. Jellegzetes szaruképződmény a tolluk, amely a hüllő ősök pikkelyeiből alakult ki. A tollazat megszabja a madarak alakját, alapvetően fontos a repülésben. Szerepe van a hőszigetelésben, az állandó testhőmérséklet megtartásában. Evezőtollakra, fedőtollakra és pehelytollakra különíthetők el.



Túzok



Vörösbegy



A madarak legfontosabb jellemző

A csontok könnyűek, üregesek. A mellső végtag a szárny. Fogaik hiányoznak, csőrük van, a lábtő- és lábközépcsontok összeforrtak (csüd). A szárnymozgató izmok a mellcsont közepén lévő kiemelkedésre, a mellcsonti tarajra tapadnak. A repülő madarak szegycsontja tarajos, a futómadaraké lapos. A test sűrűségét csökkenti, hogy a tüdőhöz légzsákok csatlakoznak, amelyek a csontokba is benyúlnak. Tüdővel lélegeznek, ahol belégzés és kilégzés közben is történik gázcsere (kettős légzés). A madarak légzése és keringése jól fejlett, ez biztosítja a fokozott izommunka nagy tápanyag- és oxigénigényét. Meszes héjú tojásokkal szaporodnak. Szaporodásuk a víztől független. A madarak idegrendszere fejlett, agyuk sokkal nagyobb, mint a hüllőké. Érzékszerveik közül a látás és az egyensúly-érzékelés a legfejlettebb.



A madarak csontváza

Mi jellemző az emlősökre?

1. Vajon mivel magyarázható a tojásrakó, az erszényes és a méhlepényes emlősök jellemző elterjedése a Föld kontinensein?
2. Nézz utána, melyek a méhlepényes emlősök fontosabb rendszertani csoportjai! Mindegyik csoportba legalább három fajt sorolj be!

Az **emlősök** a nevüket egyedülállóan fejlett ivadékgondozásukról kapták. Néhány faj kivételével elevenszülők. Utódaikat tejmirigyeik váladékával, tejjel táplálják. Testüket többrétegű, elszarusodó laphám védi a kiszáradástól. A madarakhoz hasonlóan



Az emlősök legfontosabb jellemzői



Rövidcsőrű hangyászsün

állandó testhőmérsékletű állatok. A táplálék feldolgozása a szájüregben, a gyökeres fogak segítségével kezdődik. A tüdejük nagy légzőfelületén keresztül sok oxigént tudnak felvenni. A tápanyagokat és az oxigént fejlett keringési rendszer szállítja a sejtekhez. A bőr felszínét borító szőrzetnek a hő megtartásában van a legfontosabb szerepe. Az emlősállatok idegrendszere a legfejlettebb az állatvilágban.



Közönséges vakond

A **tojásrakók** közé a legősibb emlősök tartoznak. Utóbelük kloákában végződik. Nem elevenszülők, hanem lágy héjú tojásokat raknak. Valódi emlőik nincsenek, a mirigyekből szivárgó tejet az utód az anyaállat szőréről nyalogatja le. Ausztráliában és a környező szigetvilágban honosak, közéjük tartozik a kacsacsőrű emlős és a hangyászsün.

Az **erszényes emlősök** utódai a nőstény állatok méhében fejlődnek. A vemhesség rövid ideig tart, az újszülöttek aprók és nagyon fejletlenek. A világrajövetel után az erszényig tartó út hatalmas megpróbáltatás számukra. Az utód ezután hosszú ideig el sem hagyja azt, és még akkor is szívesen bújik vissza az erszénybe, amikor már önállóan táplálkozik. A hímeknek természetesen nincs erszényük. Az erszényesek Ausztráliában, Közép- és Dél-Amerikában honosak.

A legfejlettebbek a **méhlepényes emlősök**. A nőstények méhében, a vemhesség ideje alatt, kialakul az anya és a magzat közös szerve, a méhlepény, amelyen keresztül az anya szervezete tápanyagokkal és oxigénnel látja el a fejlődő utódot. A kicsinyek általában fejletten jönnek a világra, és születésük után az anyaállat emlőiből táplálkoznak.



Vörös óriáskenguru



Dámszarvas

JÓ, HA TUDOD!

- A gerinces állatok közé a halak, a kétéltűek, a hüllők, a madarak és az emlősök tartoznak.
- A gerinceseknek belső szilárd (porcos vagy csontos) vázuk van.
- A halak és a kétéltűek szaporodása vízhez kötött. Mindkét élőlénycsoportra a külső megtermékenyítés jellemző. A halak, valamint a kétéltűek lárvái (az ebihalak) kopoltyúval lélegeznek.
- A kifejlett kétéltűeknek tüdejük van, de bőrlégzésük is jelentős, ezért fontos, hogy a kültakarójuk ne száradjon ki.
- A hüllők az első valódi szárazföldi gerincesek, mert kültakarójuk vastag szarurétege véd a kiszáradástól. Belső megtermékenyítésűek, szaporodásukhoz nem kell víz.
- A madarak állandó testhőmérsékletűek, testfelépítésük a repülő életmódnak megfelelően módosult.
- Az emlősök körében megjelenő méhlepény az anya testén belüli magzati fejlődést szolgálja. Az emlősök újszülöttjei egy ideig anyjuk tejmirigyeinek váladékával táplálkoznak.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Hogyan alkalmazkodott a halak testfelépítése a vízi életmódhoz?
2. Mi jellemző a kétéltűek szaporodására és egyedfejlődésére?
3. Hogyan függ össze a kétéltűek bőrének felépítése és a légzőszerv fejlettsége?
4. Hogyan alkalmazkodott a hüllők mozgása a szárazföld körülményeihez?
5. Milyen összefüggés van a hüllők kültakarójának felépítése és légzése között?
6. Miért jelent nagyobb biztonságot a tojás az utódok számára a kétéltűek lerakott petéinél?
7. Hasonlítsd össze a madarak és az emlősök kültakaróját!
8. Hogyan alkalmazkodott a madarak mozgási szervrendszere a repülő életmódhoz?
9. Hogyan szolgálja a madarak légzése és keringése a fokozott oxigénigény kielégítését?
10. Hogyan csoportosíthatjuk az emlősállatokat az egyedfejlődés szempontjából?

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Nem minden hal…



Lándzsahal

Van olyan élőlény vagy élőlénycsoport, aminek neve tartalmazza a hal szót, de mégsem hal. Ilyenek például fejlábúak közé tartozó tintahalak vagy az apró fejgerinchúrosok közé tartozó lándzsahalak. Szintén nem hal a békák vízben élő lárvája, az ebihal.

Maradványhal

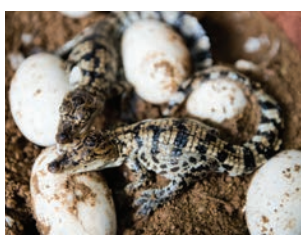


Bojtosúszós maradványhal

A bojtosúszós halak osztályának egyetlen élő faja a maradványhal. Evolúciós jelentősége óriási, mivel őseiből alakultak ki a szárazföldi gerinces állatok ősei. A ma élő maradványhal igazi élő kövület. Az Indiai-óceán mélyebb részein él, halakkal és tintahalakkal táplálkozik. Úszói mozgékony csontnyélen ülnek, amelynek belső felépítése emlékeztet a végtagcsontok elrendeződésére.

Fiú vagy lány

A krokodilok ugyan váltivarúak, a nemüket azonban a megtermékenyítéskor még nem lehet megállapítani. Azt ugyanis nem az örökítőanyag határozza meg, hanem a környezet hőmérséklete. 30 °C alatt többnyire nőneműek, magasabb hőmérsékleten döntően hímek kelnek ki a tojásokból. Egyes fajoknál pedig pont fordított az összefüggés.



Tojásból kikelő krokodilok

KITEKINTÉS

Most már látod, hogy a gerinctelenekben kialakult tulajdonságok a gerincesekre is jellemzőek lehetnek. Érted, hogy miért élnek a halak a vízben, a kétéltűek nedves környezetben. Azt is tudod, hogy miért a hüllők az első valódi szárazföldi gerinces állatok, és miért terjedhettek el a madarak és az emlősök különböző éghajlatú területeken. Később megtanulhatod az állatvilág szerepét a földi körforgásokban. Megismerheted az élőlények populációiban megvalósuló kölcsönhatásokat. Arról is képet kapsz majd, hogy az állatok milyen szerepet töltenek be az életközösségekben.

6. Környezet és tűrőképesség

A Föld belső és külső erői folyamatosan alakítják a kontinensek és óceánok viszonyait. Az élővilág szinte kezdettől fogva együtt él ezekkel a változásokkal. A drasztikus éghajlatváltozások, vulkánkitörések, a kontinensek vándorlása, de még a kozmikus eredetű katasztrófák sem tudták elnépteleníteni bolygónkat. Az élőlények sikeressége a környezethez és a változásokhoz való sikeres alkalmazkodásnak köszönhető.

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

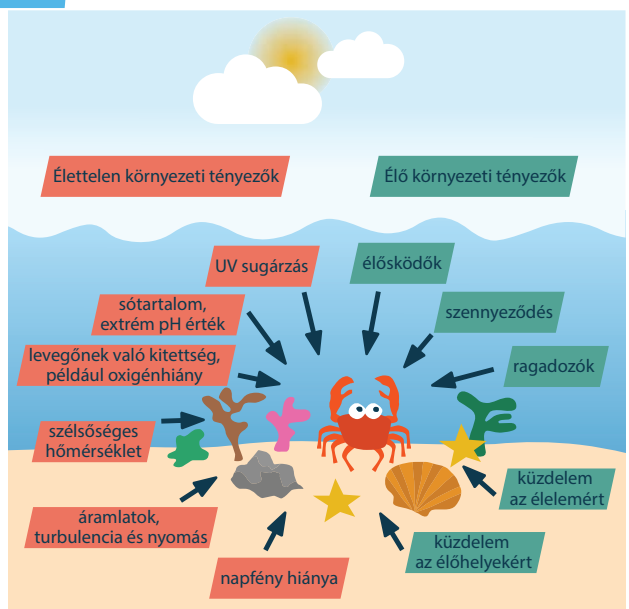
Mi a külvilág és mi a környezet?

Egy dombvidék tölgyerdeiben, a kocsányos tölgy törzsében él a nagy hőscincér lárvája. Olyan sérült, de még élő fák belsejében táplálkozik és fejlődik, melyeket a napfény legalább a nap egy részében erősen megvilágít. Az erdőszélen megtelepedett nagy csalánon él a bogáncslepke hernyója, a kifejlett lepke röpködése közben olykor rászáll azokra a tölgyfákra is, melyekben a nagy hőscincér lárvái növekednek. Az erdő lakója a fekete harkály is, mely erős csőrével a fák kérge alól szedi ki a különböző rovarok lárváit. A kidőlt, holt fák lebontásában szaprofita gombák (pl. lepketapló) és rovarlárvák (pl. nagy bíborbogár) is részt vesznek.

1. Mi számít a fent említett gomba-, növény- és állatfajok élőhelyéül?
2. Mik lehetnek azok az élő és élettelen tényezők, amelyek az egyes fajok környezetét kialakítják?
3. Ugyanazok a tényezők hatnak mindegyik fajra?
4. A tölgyerdő említett fajainak egyforma a környezete?
5. Mit gondolsz, mi a külvilág és a környezet között a különbség?

Az élőlények és közösségeik környezetükkel szoros kölcsönhatásban élnek. Csak akkor képesek fennmaradni és nagyobb területeken elterjedni, ha sikeresen tudnak alkalmazkodni a külvilág állandó és változó elemeihez. Az állatvilág tagjainak többsége ebből a szempontból különleges helyzetben van, mert viselkedésükkel is képesek alkalmazkodni.

A hétköznapokban a külvilág és a környezet fogalmát szinonimaként használtuk, azonban a két fogalom a tudományban nem ugyanazt jelenti. A **környezet** a külvilág egy adott populációra (vagy életközösségre) ténylegesen és közvetlenül



Élő és élettelen környezeti tényezők

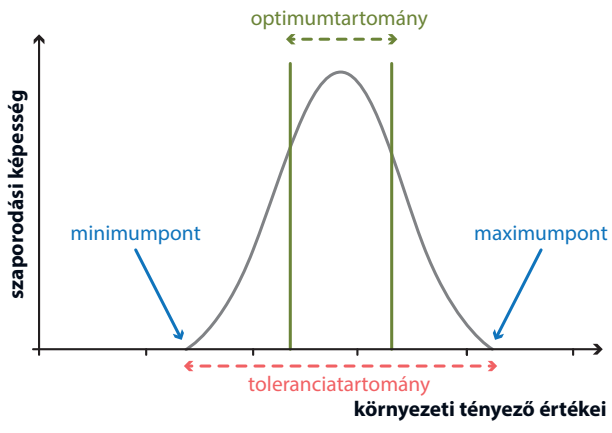
ható tényezőinek összessége. Vagyis a **külvilágba** beletartozik mindaz, ami a populációt körülveszi és lehetségesen hathat, míg a környezet kizárólag a ténylegesen ható tényezőket jelenti.

Csaknem annyiféle környezet létezik, ahány populáció megtalálható az adott életközösségben. **Élettelen környezeti tényezőnek** számíthat például a víz kémiai összetétele és mennyisége, a levegő páratartalma és a levegőben lévő gázok mennyisége, a fényerősség, a hőmérséklet, a talaj szerkezete és ásványianyag-tartalma. Az **élő környezetet** a társulásban együtt élő populációk közötti kapcsolatok, kölcsönhatások jelentik.

A populációk (vagy életközösségek) környezete nem állandó, térben és időben változhat. A környezeti tényezők közül elsősorban azok fontosak, amelyek alapvetően meghatározzák egy-egy faj fennmaradását, szaporodását, elterjedését vagy egy életközösség kialakulását, szerkezetét, előfordulását.

Meddig tűrik?

1. A házi veréb széles körben elterjedt madárfaj. Mit gondolsz, milyen környezeti tényezőkkel szemben kell tág tűrésűnek lennie ahhoz, hogy szinte egész Európában, Észak-Afrikában és Ázsia nagy részén előfordulhasson?
2. Tudsz-e mondani olyan környezeti tényezőt, amivel szemben szűk tűrésű?
3. Hogyan alkalmazkodik a házi veréb a viselkedésével az őt érő külső hatásokra?
4. Miért hibázunk akkor, ha egy élőlényről általánosságban jelentjük ki, hogy tág tűrésű?



Tűrőképességi görbe

A populációk fontos tulajdonsága, hogy milyen környezeti feltételek mellett fordulnak elő, mely élőhelyek alkalmasak számukra a megtelepedésre és a szaporodásra. A populációk egyes környezeti tényezők változásaihoz történő öröklődő alkalmazkodóképességét nevezzük **tűrőképességnek**.

A **tűrőképességi görbék** megmutatják, hogy egy faj populációja milyen mértékben alkalmazkodott egy adott környezeti tényező értékeihez és annak változásaihoz. A tűrőképességi görbék általában harang alakúak, szélső értékei a minimum- és a maximumpont.

A minimumpont az a legkisebb érték, amely alatt, a maximumpont pedig az, amely felett az élőlény nem bírja tovább elviselni a környezeti tényezők megváltozását, ezért elpusztul vagy elvándorol. A minimum- és a maximumpont közötti értéktartománynak azt a részét, ahol a túlélőképesség vagy a szaporodóképesség a legmagasabb, optimumtartománynak hívjuk. Egy adott környezeti tényezőre, a minimum- és a maximumpont közötti tartomány szélességétől függően egy populáció lehet szűk, átlagos, illetve tág tűrésű.

Egy populáció elterjedését alapvetően az a környezeti tényező határozza meg, amelyre nézve szűk tűrésű, vagyis amelyik korlátozó tényező. Azokat az egy vagy néhány környezeti tényezővel szemben szűk tűrésű fajokat, melyek populációi felhasználhatók adott környezeti változók értékeinek jelzésére, **indikátor** szervezeteknek is nevezik. Populációik megjelenésükkel vagy éppen hiányukkal jelzik az élőhely sajátosságait.

A sok környezeti feltétellel szemben szűk tűrésű élőlények csak néhány speciális élőhelyen fordulhatnak elő, ezeket szokták **specialistáknak** tekinteni. Specialisták például a korallok vagy a hazai barlangi vakrák, de a kizárólag emberen élősködő fejtetű is (6. ábra).

Generalisták azok a fajok, amelyek számos alapvető környezeti tényezőre tág tűrésűek. Nagy az elterjedési területük, akár az egész Földön elterjedhetnek. Ilyen széles elterjedésű kozmopolita faj például a vándorsólyom, a saspáfrány vagy az ember is.



Álkérészlárva rendkívül érzékeny a vízminőségre, főképp a vizek oxigéntartalmára szűk tűrésű



A parlagi (házi) galamb a szirti galamb háziasításából jött létre, mely később kivadult

JÓ, HA TUDOD!

- Egy populáció környezete a külvilág ténylegesen és közvetlenül ható tényezőinek az összessége.
- A környezeti hatásoknak két nagy csoportja van: az élettelen és az élő környezeti tényezők.
- A tűrőképesség azt fejezi ki, hogy egy adott környezeti tényező változó értékeihez miként tud alkalmazkodni egy faj populációja.
- Egy környezeti tényező tűrőképességi értéktartományának szélessége szerint tág, átlagos és szűk tűrésű fajokról beszélhetünk.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Mi a különbség a környezet és a külvilág között?
2. Milyen részei vannak a tűrőképességi görbének?
3. Mi a különbség az indikátor szervezetek és a generalista fajok között?

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Liebig-elv



Tápanyaghiányos növény

Justus von Liebig, német vegyész egyik kísérletsorozatával arra az eredményre jutott, hogy a növények növekedésének ütemét mindig az a tápanyag határozza meg, amelyik a növény szükségletéhez képest a legkisebb mennyiségben van jelen. Ez a korlátozó környezeti tényező. Általánosságban igaz, hogy mindig az optimálistól leginkább eltérő környezeti tényező az, amely az összes többi felhasználhatóságát korlátozza.

Invazív faj

Az invazív fajok olyan, nem őshonos fajok, melyek egy új területre, földrészre kerülve gyorsan terjednek. Nagy területeket hódítanak meg rövid idő alatt. Ezáltal kiszorítják az őshonos fajokat, és megváltoztatják az életközösségeket. Jelentős gazdasági, természetvédelmi vagy egészségügyi károkat okoznak. Ilyen inváziós növényfaj például a bálványfa.



Bálványfa

Ősbaktériumok



Hőtűrő baktériumok a Yellowstone Nemzeti Park gejzírje körül

Az ősbaktériumok extrém környezeti feltételeket is elviselnek. Kimutatták, hogy a hőforrásokon kívül a mélyebb vizekben, erősen savas közegben, sós tavakban, rothadó lápokban és mocsarakban is megtalálhatók. Létük igazolja, hogy az ősi Föld szélsőséges környezeti feltételei mellett is kialakulhatott az élet az ősóceánokban.

KITEKINTÉS

Az élőlények tűrőképességén múlik az, hogy a bolygó életközösségei meddig képesek önmagát szabályozó rendszerként működni. Későbbi tanulmányaid során megismerheted, hogyan képes az ember megváltoztatni a környezeti feltételeket. Azt is megtudhatod, hogy az élőlények hogyan alkalmazkodnak a megváltozott környezeti viszonyokhoz. Megismerheted az élőlények között kialakuló kapcsolatok sokféleségét is.

7. Élettelen környezeti tényezők

„A berekben nincs protekció, és a tél nem ismer pótvizsgát. Itt állandóan tudni kell az egész anyagot, mindennap felelni, súgni nem lehet, és egyetlen rossz felelet az élet bukását jelenti."

Fekete István: *A téli berek*

A természetben nagyon sok hatáshoz kell tudni alkalmazkodni, az életben maradás és a fajfenntartás kulcskérdés. Mik ezek a hatások, és hogyan alkalmazkodnak hozzájuk az élőlények?

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Milyen szerepe van a víznek az élővilág működésében?

1. Miért nélkülözhetetlen mai tudásunk szerint az élet szempontjából a víz jelenléte?
2. Korábbi tanulmányaid során milyen kémiai és fizikai tulajdonságait ismerted meg a víznek?
3. Hogyan változik a halak légzésszáma a víz hőmérsékletnek a növekedésével és az oldottoxigén-tartalom csökkenésével?



Víz pH-mérése

A víz a sejtekben jelen lévő kémiai anyagok oldószere, a lejátszódó kémiai folyamatok közege, de alapanyaga és terméke is lehet. Ugyanakkor fontos szerkezeti anyag, és részt vesz a hőmérséklet szabályozásában is. A víz szállítóközegként is jelentős, egyes élőlények mozgásához vagy szaporodásához is nélkülözhetetlen közeg.

A felszíni vizekben élő élőlények számára a víz fizikai és kémiai tulajdonságai is környezeti tényezők lehetnek. **Fizikai** tulajdonság a víz hőmérséklete, átlátszósága, sűrűsége és a vízoszlop által kifejtett nyomás is. A **kémiai** tulajdonságok közül meghatározó lehet a víz ásványianyag-tartalma, kémhatása, a vízhőmérséklettől függő oldott oxigén- és szén-dioxid-tartalom. A szárazföldön a vízviszonyok kialakításában szerepet kap a csapadékmennyiség, a szélerősség és a szeles időszakok időtartama, a növénytakaró típusa és mennyisége.

A növények alkalmazkodóképesség szempontjából lehetnek változó és állandó vízállapotúak. A **változó vízállapotú növények** nem tudják szabályozni vízfelvételüket és leadásukat, testük víztartalma környezetük vízállapotától függ. Ebbe a csoportba főleg a szövetes szerveződéssel még nem rendelkező növények tartoznak, főként algák és mohák. A szövetes növények állandó vízállapotúak, az élőhelyük ingadozó víztartalma ellenére állandó értéken tudják tartani víztartalmukat.

A víz az állatok elterjedéséhez és életműködéseihez is nélkülözhetetlen. A szárazföldi állatok elterjedését a kültakarójuk felépítése, vízmegtartó képessége (pl. kutikula, szaruréteg) is befolyásolja.



Vízminta begyűjtése vizsgálatok elvégzéséhez



A ciprusmoha változó vízállapotú növény



A piros árvacsalán állandó vízállapotú növény



A zöld levelibéka szaporodása vízhez kötött, lárvái vízben fejlődnek

Szaporodásmódjuk lehet a víztől függő vagy független.

Milyen szennyezőforrások veszélyeztetik a vizeket?

Vízmintákat mintavevő palackkal gyűjthetünk. A palackot dugóval dugjuk be, a dugóra előzetesen erősítsünk hosszú spárgát, a palackra nehezéket. A palackot eresszük a víz mélyebb rétegébe, a spárga segítségével húzzuk ki a dugót, és töltsük meg a palackot. Gyűjtsünk vízmintát folyó- vagy patakvízből, tóból, pocsolyából! Vizsgáljuk meg a csapvizet és egy uszoda vizét is!

1. Mintavételkor mérjük meg a víz hőmérsékletét! A vízmintákból 5–6 ml-t öntsünk át kémcsövekbe, a kémcsöveket helyezzük kémcsőállványba, és hagyjuk állni 10–15 percig.
2. Képződött-e üledék valamelyik kémcsőben?
3. Milyen a vízminta színe és szaga?
4. A vízmintából cseppentsünk tárgylemezre, fedjük le, és először kis, majd nagy nagyítás alatt vizsgáljuk meg! Látsz-e élőlényeket a mintában?

Földünk népessége rohamosan gyarapodik, az emberiség vízfogyasztása meredeken nő. Az édesvízkészletek korlátozott mennyisége mellett további gond, hogy ezeknek jelentős részét az elszennyeződés veszélyezteti. A hiányos csatornahálózatú településeken és környékükön a **szennyvíz** legnagyobb része a talajba szivárog, azon keresztül pedig a vizekbe juthat. A **mezőgazdaság** a kártevők elpusztítása érdekében sok vegyszert permetez ki a földekre, ahonnan az továbbvándorol a folyók és a tavak irányába. A mérgező anyagok egy része lassabban bomlik el, mint a tápanyagok, így az végighalad a táplálékláncon, és egyre jobban feldúsul az állatok testében.

A megművelt területekre kiszórt **műtrágyák** egy részét a növények nem veszik fel. Emellett az élővizekbe az állattartó telepekről hígtrágya is bejuthat. Ezek a szennyezések az élővizekben tápanyagfelesleget biztosítanak a növényi szervezeteknek, ami **elmocsarasodáshoz** vezethet.



Mezőgazdasági munka

A vizek tisztaságát még számos tényező veszélyezteti. Különösen veszélyes az **olajszennyezés**. A kőolaj összefüggő rétegben úszik a víz felszínén, gátolja a napsugarak behatolását a mélybe, és megakadályozza az oxigén vízbe jutását is. A fény és az oldott oxigén hiánya a vizek élővilága számára kedvezőtlen. Az olajszennyeződés a tengeri madarak tollába, az emlősök bundájába tapadva közvetlenül is az állatok pusztulását okozza.

Óriási gondot okoznak a tengerekbe kerülő, nem lebomló **műanyaghulladékok** is, amelyek akár évekig is úsznak a vízen. Az állatok táplálléknak nézik ezeket, vagy beléjük gabalyodnak, a lassú lebomlásuk során pedig mérgező anyagok keletkeznek.



Önkéntesek tisztítják a tengert egy olajszennyezés után



Madárfióka szennyezett vízben



Lebegő műanyaghulladék az óceánban

Mi van a levegőben?

Gondoljátok át és beszélgessetek arról, hogy:

– a levegő mely összetevői fontosak ma az élőlények számára;
– a levegő mely fizikai jellemzői hatnak az élővilágra?

1. Gyűjtsetek olyan növényi magvakat és termése-ket, melyek a szél segítségével terjednek!

A levegő nagy része (78%) **nitrogéngáz**, amit az élőlények többsége nem tud felhasználni nitrogénforrásként. A levegő molekuláris nitrogénjét csak a talajban élő nitrogénkötő baktériumok tudják úgy átalakítani, hogy azt a növények fel tudják venni.

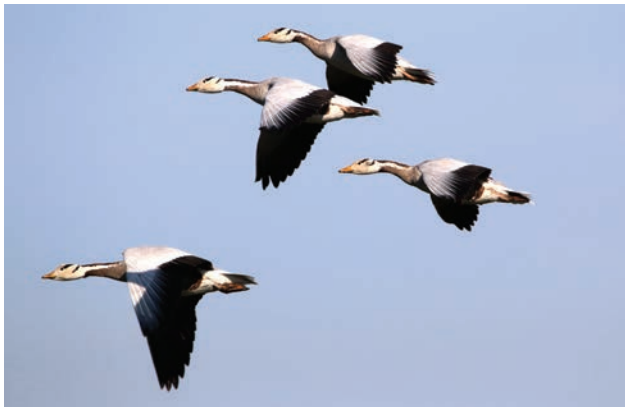
A levegő **oxigéntartalma** (21%) nagyrészt a fotoszintézist végző szervezeteknek köszönhető.



A pillangósvirágú lucerna nitrogénkötő baktériumokkal él szimbiózisban

Az oxigénmennyiség 0–2500 méter közötti, tengerszint feletti magasságon bőven elegendő valamennyi szárazföldi élőlény légzéséhez. A magashegységi régiókban fokozatosan ritkul a levegő, így csökken a felhasználható oxigén mennyisége is. Az oxigénhiány is korlátozza az élőlények széles körű elterjedését. Az oxigén a vízben is oldódik, így a vízi élőlények számára is biztosítja a légzés lehetőségét.

A levegő összetételéből fennmaradó 1%-ból az élőlények számára nagyon fontos gáz a **szén-dioxid** (CO_2), ami a fotoszintézis és ezzel együtt a növények szervesanyag-készítésének kiindulóanyaga. A szén-dioxid az élőlények légzésével kerül a légkörbe. Bár mennyisége (0,04%) igen alacsony más gázok mennyiségéhez képest, üvegházhatású gázként csökkenése vagy növekedése hozzájárulhat az éghajlatváltozáshoz. A 20. században a Föld felszínének



Az indiai ludak vonulásuk során akár 6000-8000 méter magasságba is felrepülnek, keresztülhaladva a Himalája fölött is

hőmérséklete az üvegházhatás fokozódása miatt, 0,5–0,7 °C-kal nőtt. A 21. századi előrejelzések további, 1,4 °C-ot meghaladó emelkedéssel számolnak. Ez a jelenség a **globális felmelegedés**.

A levegőnek nemcsak a kémiai összetétele számíthat környezeti tényezőként, hanem annak mozgása, áramlása is. A **szél** segítheti a növények megporzását, valamint számos mag, termés és bizonyos rovarok is a széllel terjednek. A felszálló légáramlatok a madarak energiatakarékos repülését segítik.



A globális felmelegedés a sarkok élővilágát is veszélyezteti



Mezei juhar ikerlependék-termése

Melyek a legfontosabb levegőszennyező anyagok?

1. Nézz utána, hogy mit jelent a szmog kifejezés!
2. Magyarország mely nagyvárosaiban alakulhat ki szmog?
3. Figyeljük meg, hogy milyen mértékű a porszennyezettség a növények levelein!
   – Ragassz átlátszó ragasztócsíkokat különböző helyen élő növények és szobanövények levelére!
   – Óvatosan húzd le a növényről, és ragaszd egy fehér lapra!
   – Vizsgáld meg a mintákon a porszemek mennyiségét, nagyságát nagyítóval vagy sztereomikroszkóppal!

A levegőszennyezést okozó anyagok nemcsak **gázok** lehetnek, hanem ködöt alkotó, apró **folyadékcseppek** vagy finom eloszlású **porszemcsék** is. A levegő anyagai egymással kémiai reakcióba léphetnek, az sem ritka, hogy bizonyos anyagok a csapadékvízben feloldódnak.



Fűtési szezonban számos szennyező anyag kerül a levegőbe a kéményeken keresztül

A kéntartalmú tüzelőanyagok, főleg kőszén elégetése során az erőművekből, ipari létesítményekből és háztartásokból kén-dioxid (SO_2) jut a levegőbe. A kén-dioxid egyesül a levegő víztartalmával ($SO_2 + H_2O = H_2SO_3$), az így keletkező kénessav a csapadékvízzel **savas eső**t képez. Az erdőalkotó fák közül különösen a fenyők reagálnak érzékenyen a savas esőkre. A savas csapadék kialakulásában a kén-dioxid mellett a nitrogén-oxidoknak is szerepük van. A nitrogén-oxidok a vízzel salétromossavat (HNO_2) és salétromsavat (HNO_3) képeznek. A savas



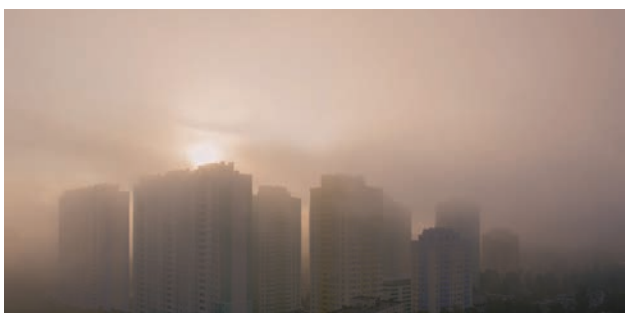
Savas esőtől károsodott fenyőerdő



A savas eső a műemlékeket is károsítja

esők az épített környezetet is pusztítják. Oldják a mészkőből, fémből készült tárgyakat, építményeket.

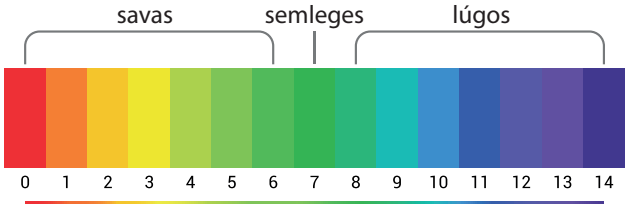
A légszennyező anyagok az ember egészségét közvetlenül veszélyeztetik. A szén-monoxid a vörösvérsejtek hemoglobinjához kötődve gátolja a vér oxigénszállítását, a nitrogén-oxidok pedig károsítják a légzőszerveket. A korom és a lebegő por szövetkárosító és rákkeltő anyagokat tartalmaz. A városi levegőben felhalmozódó szennyező gázokból kedvezőtlen meteorológiai körülmények és domborzati viszonyok között füstköd, szmog alakulhat ki.



Szmogos nagyváros

Mitől termékeny a talaj?

Vizsgáljátok meg a kertészetekben kapható A-, B- és C-virágföld kémhatását! Tegyetek mindegyik virágföldből 3-3 cm^3-t egy-egy kémcsőbe, öntsetek rá 5 cm^3 vizet! Rázzátok össze, hagyjátok pár percig leülepedni, majd adjatok mindegyik mintához 1-1 cm^3 univerzális indikátort! Melyik talaj savas, semleges, illetve lúgos kémhatású?



A **talaj** a földkéreg legfelső, termékeny rétege. Termékenynek nevezzük, mivel a talaj látja el a növekedéshez és szaporodáshoz szükséges tápanyagokkal és vízzel a növényeket. Emellett számtalan baktérium és gombafaj él benne, továbbá az állatfajok közül is több tölti egész életét a talajban.



Termékeny talaj közönséges földigilisztákkal

A vízmegkötő képesség a talajok fontos tulajdonsága, kihat a termőképességre is. A vízmegkötő képesség függ a talaj szerkezetétől, a benne lévő, különböző szemcseméretek arányától, a **humusz**-, a kalcium- és a nátriumtartalmától is. A humuszt a még nem teljesen lebomlott szerves maradványok alkotják. A sötét talajok magas humusztartalmúak, ami jó tápanyag- és optimális víztartó képességgel jár együtt. Az ilyen talaj szerkezete **morzsalékosabb**, ami a benne lévő élőlények számára a légzés és a mozgás miatt fontos. A növények számára meghatározó lehet még a talaj **kémhatása** is, vannak savas, semleges és lúgos talajt kedvelő fajok.

A talajokat a szennyezésen túl más is fenyegeti. A földterületek öntözése sokszor vezet szikesedéshez, különösen akkor, ha az öntözővíz eleve magas sótartalmú. A talajok pusztulása a növényzet hiányával is összefügg. Száraz területeken a szél szállítja el a szabadon maradt talajt, csapadékos helyeken az eső mossa le azt.



A talaj tápelemtartalma meghatározza a növények fejlődését



Szikes talaj sókiválással

JÓ, HA TUDOD!

- A víz a sejtekben lejátszódó kémiai folyamatok közege és résztvevője.



- Vízigény alapján állandó és változó vízállapotú növényeket különböztetünk meg.
- A levegő nitrogéntartalma csak a nitrogénkötő baktériumok számára hasznosítható.
- A levegő oxigéntartalma elsősorban a fotoszintézis terméke, szükséges az élőlények légzéséhez.
- A levegő szén-dioxid-tartalmát csak a növények tudják megkötni a fotoszintézis révén.
- A savas esők súlyosan károsítják az élővilágot és az épített környezetet is.
- A talaj a földkéreg legfelső, termékeny rétege. Vizet és tápanyagot szolgáltat a növények számára.
- A jó minőségű talaj baktériumokban, gombákban és talajlakó állatokban gazdag.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Milyen szerepe van a víznek az élőlények életében? Hozz példákat a hőmérséklettel való kapcsolatára!
2. Milyen szennyező anyagok veszélyeztetik a vizeket?
3. Hogyan alakulnak ki a savas esők?
4. Milyen a levegő összetétele?
5. Milyen légszennyező anyagokat ismersz?
6. Milyen kapcsolat van a talaj humusztartalma és termékenysége között?

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Ablakosnövények

Az ablakosnövények a trópusi sivatagokban élnek. Különös módon kerülik el a túlzott párologtatást, és állnak ellen a magas hőmérsékletnek. Pozsgás szárukból csak a lencseként szolgáló átlátszó, réteg látszik ki a talajból. Ez a réteg gyűjti össze a fénysugarakat, és a fotoszintetizáló sejtekhez irányítja azokat.



Szikes talaj sókiválással

Vízijácint

A trópusokról származó vízijácint rendkívül gyorsan növekedik, nagyon hamar belepi a rendelkezésre álló vízfelületeket. A szilárd szennyeződésektől megtisztított szennyvizet mesterséges tavacskákba vezetik, és a víz felszínére vízijácintot telepítenek. A jácint felveszi és felhalmozza szervezetében a mérgező higany- és ólomvegyületeket, és ezzel kivonja azokat a vízből.



Közönséges vízijácint

Dobson

A Dobson-egység (Dobson Unit; DU) azt mutatja meg, hogy egy terület fölött lévő levegő teljes ózonmennyisége tengerszinti légköri nyomáson milyen vastag réteget képezne. A normál, kívánatos érték 300 DU, ami mindössze 3 mm vastag gázréteget jelent. Ez a kevés ózon nyeli el az UVB-sugárzás 95%-át.

KITEKINTÉS

Ebben a leckében megismerted a legfontosabb élettelen környezeti tényezőket. Későbbi tanulmányaid során bővítheted ismereteidet ezekről és más környezeti tényezőkről is. Tovább bővítheted tudásod a környezetszennyező anyagokról és a környezetvédelemről is.



8. Élőlények, életközösségek

Az életközösségekben a populációk életét, szaporodását, túlélését nemcsak az élettelen környezeti tényezők, hanem más fajok populációinak a jelenléte is befolyásolja. Miként hathatnak egymásra az egy életközösségben előforduló populációk? Hogyan segíthetik vagy gátolhatják egymást a fajok egy-egy élőhely benépesítésében? Mi biztosítja a társulások egységét, stabilitását?

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Hogyan alakulnak ki a táplálékláncok és a táplálékhálózatok?

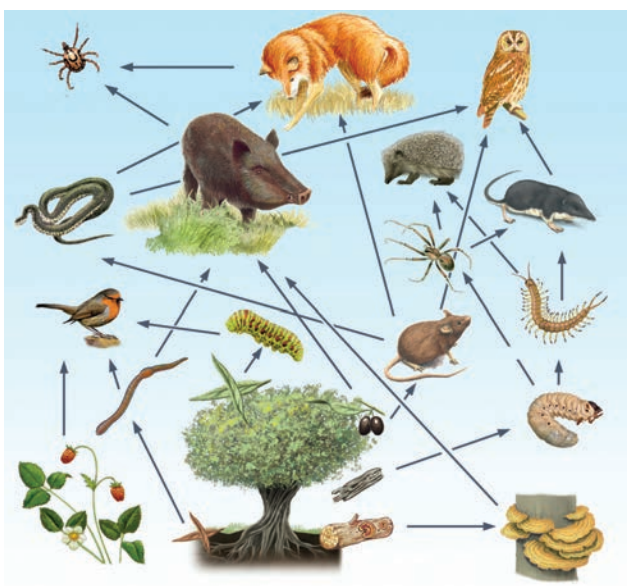
1. Ha egy élőhelyen egyensúlyban van a ragadozók és a zsákmányállatok létszáma, általában nem törnek ki nagy járványok. Mi az összefüggés?
2. A korszerű természetvédelem fő célja nem egy-egy faj (például a tigris) védelme, hanem egész életközösségeké és azok fajgazdagságáé. Miért hatékonyabb ez a módszer?

Az életközösségekben a populációk nem egymástól elszigetelten élnek, kölcsönhatás van közöttük. A kapcsolat a populáció szempontjából lehet előnyös (+), hátrányos (–) vagy közömbös (0).

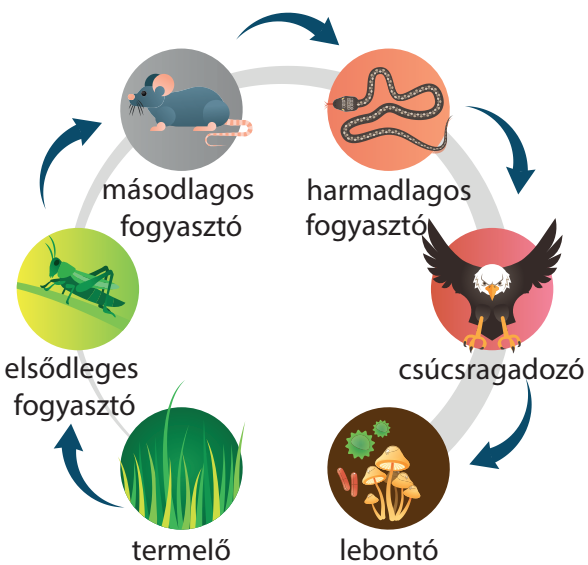
A populációk közötti kölcsönhatások közül a **táplálkozási kapcsolat** a legfontosabb az életközösségek fenntartásában. A zsákmányszerzés alapvető kölcsönhatás a társulások kapcsolatrendszerében. A zsákmányoló élőlények az állatok közé tartoznak, a zsákmányszerzés során elfogyasztják a prédát vagy annak egy részét. A zsákmányolók lehetnek növényevők, húsevők, ragadozók, dögevők vagy mindenevők. A táplálkozási kapcsolatok alapján állíthatók össze a **táplálékláncok**. A legtöbb élőlény nem csak egy populáció egyedeivel táplálkozik, így az életközösségekben a táplálékláncok **táplálékhálózatot** alkotnak.

Milyen tagjai vannak a táplálékláncoknak?

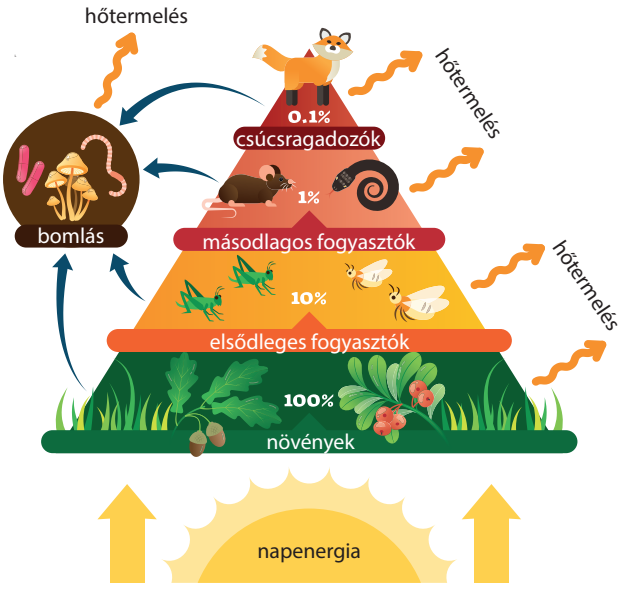
1. Csoportban dolgozva gyűjtsetek össze 5 szárazföldi növényfajt és 15 állatfajt! A csoportok által összegyűjtött fajokból először készítsetek fajlistát!
2. A fajlista segítségével készítsetek táplálékláncokat és táplálékhálózatokat!
3. Mi történne, ha a növények eltűnnének a táplálékláncból?
4. Mit gondoltok, miért fontosak a szerves anyagokat lebontó élőlények?



Táplálékhálózat



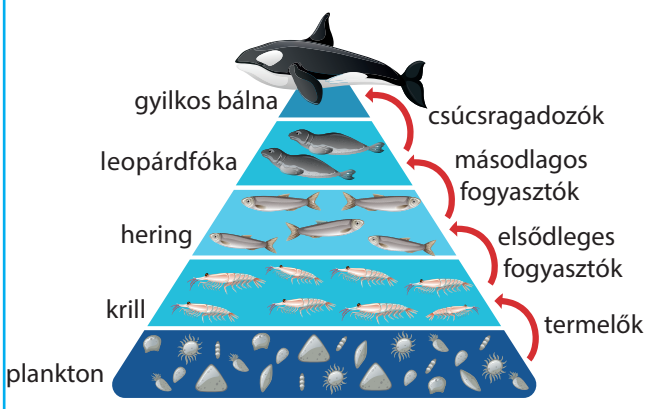
Tápláléklánc



Energiaáramlás a táplálékláncban

A fotoszintetizáló növények vízből és szén-dioxidból a Nap fényenergiájának segítségével cukrot állítanak elő. Ezt több más vegyületté is át tudják alakítani. Mivel a szerves anyagot a zöld növények állítják elő, a táplálékláncban a **termelő** szintet alkotják.

A növényeket fogyasztó, növényevő állatok ezt a szerves anyagot használják fel saját szerves anyagaik felépítésére. Ezek az állatok az **elsődleges fogyasztók**. Ezeket az állatokat fogyasztják az állatevő állatok, azaz a **másodlagos és harmadlagos fogyasztók**. A táplálékláncok csúcsán a **csúcsragadozók** foglalnak helyet, természetes fogyasztójuk nincs. A termelők által termelt szerves anyag körforgást végez. Az elpusztult élőlények maradványait a **lebontó** szervezetek alakítják át, és teszik újra felvehetővé a növények számára. Az egyes szinteken élő élőlények egyedszáma változó, ennek szemléltetésére **táplálékpiramisokat**



Tengeri táplálékpiramis

lehet készíteni. A napfény energiája adja az egész tápláléklánc energiáját. Az energia a csúcs felé egyirányúan áramlik, a legkevesebb energia a csúcsragadozó szintre ér el.

Milyen típusai vannak a populációk közötti kölcsönhatásoknak a táplálkozási kapcsolaton kívül?

1. Már az ókori szerző, Hérodotosz is megfigyelte, hogy a krokodil sohasem bántja a trokhilosz madarat, amikor az a fogai közti ételmaradékot szedi össze a nyitott szájában.
2. Milyen ökológiai kölcsönhatás a krokodil és a trokhilosz madár kapcsolata? Mit gondoltok, hogyan alakulhatott ki?

Korábban már tanultad, hogy a **versengés** hasonló környezeti igényű populációk között alakul ki. Mindkét fél számára negatív kölcsönhatás, a populációk kölcsönösen korlátozzák egymás szaporodását, elterjedését. A cinegék körében például a kék cinegének és a fenyvescinegének hasonló a táplálékigénye. A folyamatos konfliktusok elkerülésére az énekesmadarak felosztják egymás között a területet.



Fenyvescinege (balra) és kék cinege (jobbra) egy élőhelyen

Az **együttélés** mind a két fél számára előnyös kapcsolat. Ilyen kapcsolat van a növényevő emlősök és a tápcsatornájukban élő, cellulózbontó baktériumok között.



A közönséges kullancs emberi bőrön

Az **élősködés** a gazdaszervezet számára negatív, a belőle táplálkozó élőlény számára pozitív köl-

csönhatás. Ilyen a kullancs és állandó testhőmérsékletű állatok kapcsolata.

Az **asztalközösség** az egyik fél számára előnyös, a másik fél számára közömbös. A tajgán ilyen kapcsolatnak számít a hófajd és a rénszarvas kapcsolata. A hófajd nem tudja a vastag hó alól kikaparni a zuzmókat, a rénszarvasokat követve, a hátrahagyott maradékokkal táplálkoznak.

Az **antibiózis** negatív és semleges kölcsönhatás. Lényege, hogy az egyik élőlény olyan anyagot termel, ami a másik faj számára mérgező. Bizonyos fonalasgombák (pl. ecsetpenész) által termelt antibiotikumok (pl. penicillin) elpusztítják a közelükben lévő baktériumokat.



Havasi hófajd



Ecsetpenész narancson

Hogyan változnak az életközösségek?

A napi ritmusokon kívül más ritmusok is léteznek. Az árapályzónákban az apály és a dagály alakít ki ciklusokat. Hogyan befolyásolja ez a ritmus a tengerparti élőhelyeken az élőlények (pl. algák, rákok, sirályok) életét?

Az élővilágban megfigyelhetünk olyan tevékenységeket, jelenségeket, melyek bizonyos ritmus szerint történnek. Az élőlények ritmusos tevékenysége bizonyos élettelen környezeti tényezők ritmusához igazodik. A **napi ritmust** a világosság és a sötétség napi váltakozása adja. Éves szinten az évszakoknak megfelelő további ritmus is kialakul. Emellett kisebb hatással, de ritmusadó lehet a hőmérséklet is. A virágok illata is gyakran csak a nap bizonyos időszakaszaiban érezhető erőteljesen. A fehér mécsvirág este kezdi a virágait bontani, az erdei fülesbaglyok is sötétben kezdenek vadászni.



A fehér mécsvirág



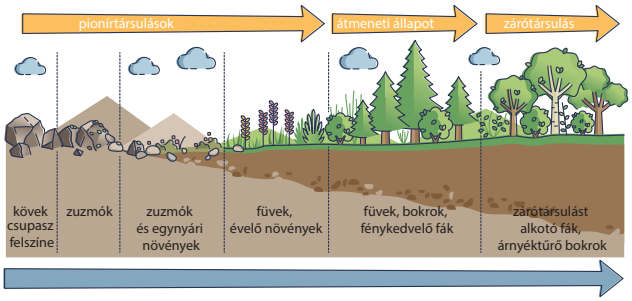
Erdei fülesbagoly

Az életközösségeknek az évszakok váltakozása miatt szabályosan bekövetkező, visszatérő állapotai az **aszpektusok**. A hazai erdőkben tavasszal, lombfakadás előtt fénykedvelő növények uralják a gyepszintet. Mire a fák rügyei kihajtanak, ezek a lágy szárú, virágos növények termést és magot érlelnek, majd föld feletti részeik elszáradnak. Lombfakadás után az árnyéktűrő fajok kezdenek dominálni. Őszre a fák és a cserjék termést érlelnek, majd a hideg elleni védekezésül lehullajtják leveleiket.



Ültetett nyírfák aszpektusa, a négy évszak pillanatképei

Az életközösségekben nemcsak ciklusos változások figyelhetők meg. Ha egy területen új életközösségek alakulnak ki, majd ezek továbbalakulnak más életközösségekké, **szukcesszióról** beszélünk. Ezt a jelenséget figyelhetjük meg egy terület beerdősülése során. A csupasz felszínen először néhány tág



Egy terület elsődleges szukcessziója

tűrésű zuzmó- és mohafaj jelenik meg. Ezt követően megjelennek az egyéves, majd évelő lágy szárú növények. Majd évtizedek múlva cserjék és fák népesítik be a területet. Szukcesszió játszódhat így le a vulkánkitörések után a megszilárdult láván, futóhomokon vagy akár folyó által épített zátonyokon is.

Milyen problémát okoz a biológiai sokféleség csökkenése?

„A szakértők úgy vélik, hogy a mediterrán és trópusi területeken élő állatokat fenyegeti leginkább az emberi terjeszkedés és a klímaváltozás […], a csapat vezetője szerint a trópusi területeken az elkövetkező évtizedekben jelentős lesz a mezőgazdasági előretörés, és már most sok szélsőséges hőmérsékleti értéket tapasztalnak ezekben a régiókban.

A szakértők úgy gondolják, hogy a biodiverzitás globális csökkenése a vártnál is rosszabb lehet. […] A szakértők szerint az összes trópusi régióban 1-1 Celsius-foknyi felmelegedés 10–13 százalékkal csökkenti majd a fajok számát."
(Forrás: https://ng.24.hu/fold/2020/09/18/veszelyben-a-mediterran-es-tropusi-elovilag)

1. A szöveg segítségével gyűjtsetek össze olyan emberi hatásokat, amelyek a biológiai sokféleség csökkenését okozhatják!
2. Csoportban vitassátok meg, hogyan lehet mérsékelni a fajok eltűnésének mértékét?
3. Nézzetek utána, hogy milyen becslések vannak a Földön élő élőlények fajszámára?

Az emberi civilizáció sajnos sokféle módon járul hozzá a fajok eltűnéséhez. A leglátványosabb esetekben egyszerűen a korlátlan vadászat vezetett fajok eltűnéséhez. Az emberiség létszámának növekedése egyre gyorsabb ütemben foglalja el a teret más fajok elől. Az eredeti élőhelyet részekre daraboljak, például utak építésével, csatornák létesítésével. Az élőhely megszűnhet egyszerűen azért, mert az



Orvvadászatból származó agyarok



Mezőgazdasági művelés alá vont területek és természetes élőhelyek

emberek saját használatba veszik, például mezőgazdasági művelés alá vonják vagy beépítik.

Gyakori az is, hogy az élőhely valamely környezeti tényezőjét változtatják meg, például bányaművelés érdekében lecsapolják a fajokban gazdag, mocsaras vagy lápos területet, ami az ottani életközösségek eltűnését vonja maga után. A taposásra érzékeny életközösségek a turisták látogatásától is komoly kárt szenvedhetnek.



A cserjés gyalogakác hazánkban is gyakori inváziós faj

Az élőhelyre kerülő szennyező anyagok bizonyos populációk számára mérgezők lehetnek. A szennyező anyag a táplálékláncban továbbjut, így a fogyasztó populációkat is károsíthatja. Sokszor előfordul az is, hogy egy területre szándékosan betelepített vagy véletlenül behurcolt idegen faj okozza az őshonos faj pusztulását.

A Nemzetközi Természetvédelmi Unió (IUCN) által kiadott Vörös Könyv legújabb, 2020-as kiadása szerint a világban veszélyeztetett növény- és állatfajok száma 35 500. Az IUCN listáján kb. 130 000 faj szerepel, melyek közül a zátonykorallok 33, a kétéltűek 40, a madarak 14, az emlősök 26%-a számít veszélyeztetettnek.

JÓ, HA TUDOD!

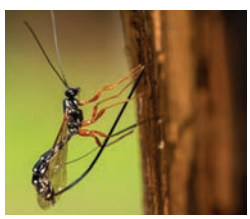
- A populációk közötti kölcsönhatás lehet táplálkozási kapcsolat (+/–), élősködés (+/–), versengés (–/–), együttélés (+/+), asztalközösség (+/0) és antibiózis (–/0).
- A táplálékláncok tagjai: termelők, elsődleges fogyasztók, másodlagos fogyasztók, harmadlagos fogyasztók, csúcsragadozók és lebontók.
- A táplálkozási kölcsönhatások alapján táplálékhálózatok szerveződnek, mivel egy faj több másik faj tápláléka is lehet.
- A táplálékpiramis szűkülő szintjei az egyes szintek egyedszámát mutatják meg.
- Az energiapiramison végigkövethetjük a napfény energiájának áramlását a tápláléklánc tagjai között.
- Az életközösségeknek van napi, éves és hosszabb idejű ritmusa. Az évente ismétlődő ciklusokat aszpektusnak nevezzük. Az előrehaladó, akár évszázadokig tartó, egyirányú változást szukcessziónak nevezzük.
- A biológiai sokféleség csökkenését számos emberi tényező okozhatja.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Miben különbözik a táplálékhálózat és a tápláléklánc?
2. Miben különbözik az asztalközösség és az antibiózis?
3. Miért hátrányos a versengés mindkét fél számára?
4. Hasonlítsd össze az elsődleges és a másodlagos fogyasztókat! Miben térnek el a termelőktől?
5. Milyen különbségek és milyen hasonlóságok vannak egy táplálék- és egy energiapiramis között?
6. Miért nem emelkedhet meg tartósan a csúcsragadozó populáció egyedszáma egy életközösségben?
7. Mondj példát napi ritmusra!
8. Mi a különbség az aszpektus és a szukcesszió között?

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Szuperparazita



Óriás fenyődarázsfürkész

A nagy fenyődarázs hosszú tojócsövével a petéit a fa belsejébe süllyeszti, mellé pedig egy fakorhasztó gombát is telepít, ami előemészti a nehezen bontható cellulózt a lárvák táplálkozásához. Az óriás fenyődarázsfürkész pedig a fenyődarázs lárváiból táplálkozik.

Harlekininvázió



Harlekinkatica

Az ázsiai származású harlekinkatica levéltetvekkel táplálkozó ragadozó. A levéltetvek elleni védekezés céljából az Egyesült Államokba és Európa több országába is betelepítették a mezőgazdasági területekre. Napjainkban már Magyarországon is védekezni kell túlszaporodása ellen.

KITEKINTÉS

Megismerted az életközösségekben tapasztalható bonyolult és szerteágazó kölcsönhatásokat. A táplálékhálózatok sérülékenységét is érted. A későbbiek során megtanulhatod, hogyan befolyásolja az emberi tevékenység a táplálékláncokat és az energiapiramist. Megérted, hogyan köti meg a növény a fény energiáját a fotoszintézis során. Jobban átlátod majd, hogy a napfény energiája végső soron minden élőlény energiáját is jelenti.

9. A forró övezet biomjai – az egyenlítői öv

Természetfilmek nézése során gyakran érezhetjük azt, hogy milyen különleges érzés lehet esőerdőben túrázni. De vajon elgondolkodunk-e azon, hogy szeretnénk-e nagy melegben, magas páratartalomban és mindennapos esők közepette munkálkodni. Gondolkodtál már azon, hogy mi a magyarázata annak, hogy a legtöbb szobanövényünk a trópusi esőerdőkből származik? Miért van az, hogy a trópusi esőerdőkben a majmok az év minden napján megtalálják gyümölcsökből és levelekből álló táplálékukat? Tudtad, hogy minden harmadik megvásárolt termék hozzájárul az esőerdők irtásához? A lecke során a forró övezeten belül a trópusi esőerdők biomját ismerheted meg.

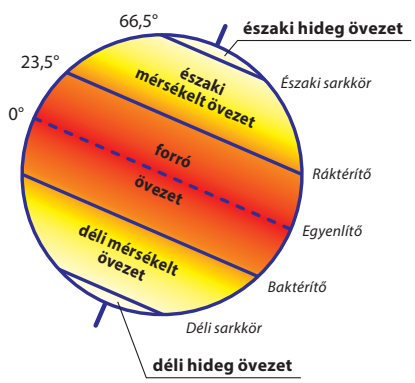
KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Hogyan alakul ki az övezetesség?

„Egy új kutatás kiderítette, hogy a teatermő vidékek is azon területek közé tartoznak, amelyeket a leginkább veszélyeztet a klímaváltozás. […] A világ egyik legjelentősebb teatermesztő országa Kenya, ahol az adatok alapján 2050-re több mint negyedével csökkenhet a termesztéshez optimális területek nagysága, míg a közepesen jó földek 39 százaléka veszhet el. […] Az előrejelzések alapján a viharok számának és intenzitásának emelkedése, illetve a csapadékmennyiség növekedése hatnak majd a növény ízére...˝

(Forrás: https://ng.24.hu/fold/2021/05/11/a-teat-is-fenyegeti-a-klimavaltozas/)

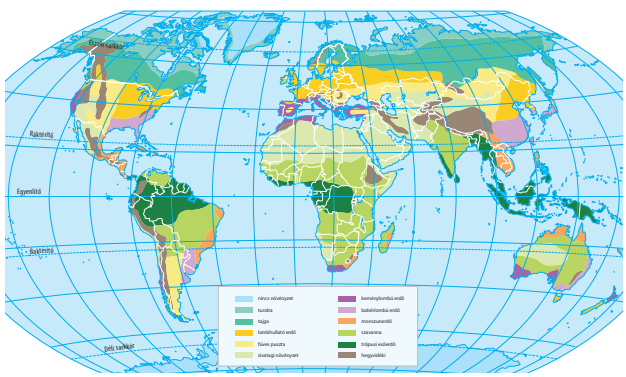
1. A szöveg említi az időjárást. Korábbi tanulmányaid alapján fogalmazd meg, mi különbség az éghajlat és az időjárás között? Hogyan befolyásolja a napsugarak hajlásszöge a földfelszín hőmérsékletét?
2. A szöveg adatai alapján számold ki, hogy 2050-re mennyi lesz a termesztéshez optimális területek aránya Kenyában, ha a jelenlegi terület nagysága kb. 3,2 millió hektár?



Éghajlati övezetek a Földön

A Ráktérítő és a Baktérítő között terül el a forró, más néven **trópusi övezet**. A **hideg övezetek** az északi és a déli sarkkörön túl alakultak ki. A térítők és a sarkkörök között a **mérsékelt övezetek** találhatók.

Az egyes övezetek élővilága az éghajlatnak megfelelően alakult ki. A hasonló környezeti viszonyokhoz alkalmazkodó élőlények társulásaiból nagyobb egységek, társuláscsoportok, úgynevezett **biomok** alakulnak ki. A biomok egész kontinenseken végighúzódó, az éghajlati öveknek megfelelően elhelyezkedő, nagyobb társuláscsoportok, melyek együttesen a Föld bioszféráját hozzák létre. A **bioszféra** a földi élet legmagasabb szerveződési szintje. Magában foglalja a szárazföldeket, a levegőt, a vizeket, vagyis minden olyan területet, ahol élőlények találhatók.



A biomok elhelyezkedése a földön

Miért gazdag a trópusi esőerdők világa?

Egy hazai tölgyerdőben egy fa levele átlagosan egy év alatt bomlik le. A trópusi esőerdő vastag, viaszos leveleinek anyagait a gombák és a baktériumok 4–6 hét alatt újra felvehető állapotba hozzák. A ha-

zai erdőkben hektáronként évente 4,5–15 tonna anyagot juttatnak vissza a lebontó szervezetek a talajba. A trópusi esőerdőkben a visszajuttatott szerves anyag mennyisége elérheti hektáronként a 30–40 tonna mennyiséget.

1. Az adatokat felhasználva számold ki, hogy a két életközösségben hozzávetőlegesen hány kilogramm az egy nap alatt visszajutatott szerves anyag mennyisége?
2. Vajon miért ilyen gyors a lebontás a trópusi esőerdőkben?
3. Miért nem élnek nagy testű növényevő állatok a trópusi esőerdőkben?

A **forró övezet** az északi és a déli szélesség 30°-a között húzódik. A napsugarak hajlásszöge nagy, emiatt nagy a felmelegedés, az évi középhőmérséklet 20 °C felett van. Az övezet éghajlatát a passzátszelek határozzák meg. A forró övezetbe az alábbi három öv tartozik, amelyeket a csapadék mennyisége és eloszlása alapján lehet elkülöníteni:

– egyenlítői öv, trópusi esőerdők;
– átmeneti öv, trópusi lombhullató erdők, szavanna;
– térítői öv, sivatagok.

Az Egyenlítő mentén alakult ki a Föld legváltozatosabb, legnagyobb fajgazdagságú társulásegysége, a **trópusi esőerdő**, amely Dél-Amerikában, Afrikában és Ázsiában hatalmas területeket foglal el.

Az esőerdőben **mindig meleg van**, a mindennapos **esők** miatt a levegő páratartalma nagyon magas. A fák örökzöldek. A csúcsban végződő levelek kemények, viaszosak, gyorsan lepergetik a rájuk esett vizet. Jellemzőek az akár 70 m magas óriásfák, ilyen növény a Dél-Amerikában élő brazil diófa is. Akárcsak a többi óriásfának, támpillérekhez hasonló gyökerei vannak, amelyek akár a csupasz sziklán is meg tudnák támasztani őket.



Trópusi esőerdő, szálanként növő óriásfákkal

Az esőerdők talaja kemény, nem borítja vastag avar. A magas hőmérsékleten, a bőséges vízellátottság mellett, a gombák és baktériumok rövid idő alatt lebontják a lehullott leveleket és az elpusztult növényi és állati maradványokat. A növények gyorsan felveszik az ásványi sók jó részét, a maradékot pedig a sok csapadék kimossa a talajból az alsóbb rétegekbe. A talaj tápanyagtartalma nagyon alacsony, humusz pedig egyáltalán nem halmozódik fel benne.



Óriásfa palánkgyökere

Melyek a trópusi esőerdők legjellemzőbb élőlényei?

Gorilla, orangután, fekete kajmán, koala, tigris. Mindannyian veszélyeztetett állatfajok a forró övezetben.

1. Készíts kiselőadást ezekről az állatokról, és egészítsd ki a listát további állat- és növényfajokkal!
2. Az összegyűjtött fajokból készítsetek táplálékláncokat!
3. Milyen fajta kígyó Ká, a Dzsungel könyvének híres szereplője?

Jelentős gazdasági haszonnövények élnek a trópusi esőerdőkben, például a kámforfa, fahéjfa, a bors- és a banánfa. A növények egy része úgy jut elegendő fényhez, hogy felköltözik a magasabb fák koronájába. A kúszónövények – más néven liánok – a talajban gyökereznek, és a fák törzsére, ágaira csavarodva törnek a fény felé. A fán lakó növények soha nem érintkeznek a talajjal, magjaik az ágak között megrekedő korhadékban csíráznak ki. Gyökereiket nem mélyesztik a fák testébe, hanem a korhadék ásványianyag-tartalmát veszik fel. A vizet vagy a levegő páratartalmából nyerik, vagy a fa törzsén lecsorgó esővizet hasznosítják.



Fán lakó broméliafaj, levélrózsáiban összegyűlik az esővíz



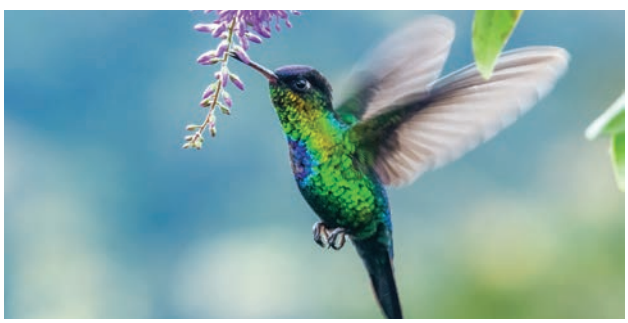
A jaguár testtömege eléri a 110 kg-ot. Gyorsan fut, kitartóan és szívesen úszik. Majmokat, rágcsálókat, patásokat zsákmányol

Sehol nem olyan gazdag az állatvilág a Földön, mint a trópusi esőerdőkben. A növényevők számára az örökzöld levélzet bőséges táplálékforrást jelent. Az emlősök közül a majmok alkotják az egyik legjellemzőbb csoportot. A bőgőmajmok az amerikai földrész esőerdeiben élnek. A növényevő gorillák a legnagyobb termetű emberszabású majmok, Afrikában honosak. Az esőerdőkben él Dél-Amerika legnagyobb testű ragadozója, a jaguár is.

A madarak közül a papagájok legtöbb faja és a kolibrik is Dél-Amerikában élnek. Az esőerdők különleges madara a hárpia, óriásfákra rakja fészkét, innen tart őrjáratot az esőerdő felett. A hüllők számára a trópusokon a legkedvezőbbek az életfeltételek, itt a legnagyobb a fajgazdagságuk. Ázsia félelmetes kígyója a királykobra. A krokodilfélék közül a Dél-Amerikában élő fekete kajmán emelhető ki.



Vörös bőgőmajom. Hosszú, kapaszkodásra alkalmas farkuk van, amelyet mint egy ötödik végtagot használnak



Zöld füleskolibri nektárral táplálkozik



A nyugati gorilla a leginkább veszélyeztetett fajok közé tartozik. Egyedszámuk az erdőirtások és a kíméletlen vadászat következtében nagyon lecsökkent



A fekete kajmán is krokodil, a dél-amerikai esőerdők lakója. A kíméletlen irtás miatt természetes élőhelyeiről csaknem teljesen eltűnt, ezért fokozott védelem alatt áll

Mi veszélyezteti a trópusi esőerdőket?

A pálmaolaj a legnagyobb mennyiségben használt növényi olaj az élelmiszeriparban.

1. Nézz utána a háztartásotokban, hogy mely élelmiszerekben van pálmaolaj!
2. Hogyan veszélyezteti a trópusi esőerdőket az olajpálma termesztése?
3. Csoportokban vitassátok meg, mit lehet tenni annak érdekében, hogy kevesebb pálmaolajat fogyasszon az emberiség?

A biomok jelenlegi életközösségeit megszámlálhatatlanul sok környezetvédelmi probléma befolyásolja. Leginkább a természetes élőhelyek mezőgazdasági művelés alá vonása jellemző. A fakitermelés, új földterületek feltörése, a legeltetés, a vizek lecsapolása, a folyók átgondolatlan szabályozása a talaj és a környezet kizsákmányolásával jár együtt.

A földi erdőségek, főként a trópusi esőerdők gigantikus mennyiségű szén-dioxidot tartanak lekötve, emellett a hőmérséklet- és csapadékviszonyokat is kiegyensúlyozzák. A trópusi esőerdőket a világ legnagyobb gyógyszertárának is nevezik, mivel a mai gyógyszerek 25%-a az itt élő növényekből származik. A jelenleg fenyegető globális éghajlatváltozás egyik oka az esőerdők irtása.



Malajziai esőerdő területén telepített olajpálma-ültetvény



Trópusi esőerdő irtása Amazóniában

JÓ, HA TUDOD!

- A Földön a szélességi köröknek megfelelően éghajlati övezetek (forró, hideg és mérsékelt), azokon belül pedig éghajlati övek alakulnak ki.
- A forró övezetben, az Egyenlítő környékén az egyenletesen meleg és csapadékos éghajlaton alakult ki a trópusi esőerdők biomja, itt a legnagyobb a szárazföldön a fajgazdagság.
- Az esőerdők éghajlata a lebontó szervezeteknek is kedvez. A gyors lebomlás és felhasználás miatt a talaj tápanyagokban szegény.
- Az esőerdők pusztulása az egész Föld élővilágára veszélyt jelent, hiszen ezeknek az erdőknek alapvető szerepük van a földi légkör egyensúlyának fenntartásában.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Melyek a Föld éghajlati övezetei, milyen környezeti tényezők hatására alakultak ki?
2. Milyen övek és biomok tartoznak a forró övezethez?
3. Melyek a trópusi esőerdők kialakulásának éghajlati feltételei?
4. Miért gyors a szerves anyag lebomlása a trópusi esőerdőkben?
5. Miért gyakoriak a trópusi esőerdőkben a liánok és a fán lakó növények?
6. Mi jellemző a trópusi esőerdők talajára? Miért nem újul meg a trópusi esőerdő, ha kivágják?

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Mérges békák

A nyílméregbékák apró termetű, színes mintázatú kétéltűek, mérgük igen erős. A bőrükben lévő méregmirigyek váladéka erős mérget tartalmaz, amit az állat védekezésül használ. Nevük onnan ered, hogy az esőerdő indián vadászai a méreganyagot tartalmazó nyálkával kenik be a nyilaikat.



Nyílméregbéka

Kakaófa

A kakaófa törzsén fejlődő, hatalmas termésekben sok mag fejlődik. Az ültetvényeken a termés betakarítása után a magokat érlelik, pörkölik. A kakaóból készült ital titkát már 3000 éve ismerték Amerika őslakói, a csokoládét viszont Európában találták fel a 19. században.



Kakaófa

Nagy utazás

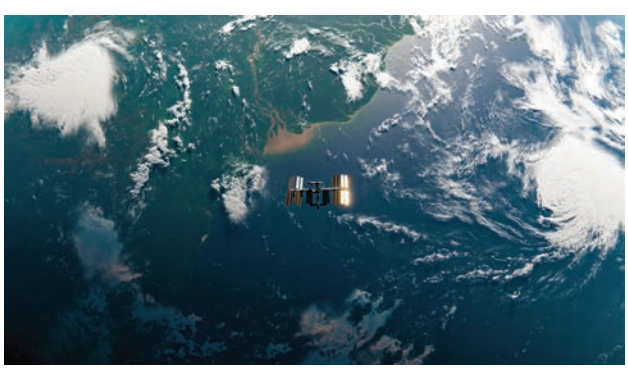
Sok távoli országból szállított gyümölcs a banánhoz hasonló problémákat okoz a szállítással járó levegőszennyezésen túl. A kesudiónak gyakorlatilag rabszolgák pucolják az enyhén mérgező héját. A mexikói farmerek azért, hogy kielégítsék a világ mohó avokádóéhségét, egyre nagyobb mértékben irtják az esőerdőt, számukra egyébként alapvető fontosságú fajokat veszélyeztetve.



Kesudió

KITEKINTÉS

A Föld éghajlata folyamatosan változik, ez ma már tény. Műholdas adatok elemzése alapján látható, hogy a forró övezet, az éghajlatváltozás következtében, az elmúlt harminc évben legalább 2–4 szélességi fokkal szélesedett. Ez jelentős problémát okoz már most is. Vajon ezzel együtt változik a passzátszélrendszer is? Tanulmányaid során megtudhatod azt is, hogy milyen összefüggés van a levegő nyomása (légnyomás) és hőmérséklete között, miért magas a légnyomás a térítőköröknél.



10. A forró övezet biomjai – az átmeneti és térítői öv

Hagyjuk el a trópusi esőerdők területét, és haladjunk a térítők felé! A táj képe fokozatosan megváltozik. Az örökzöld erdőket lombhullató trópusi erdők váltják fel, aztán kinyílik a látóhatár. Először csak ritkulnak a fák, a kisebb-nagyobb ligetek között magas fű borítja a tájat. Sok-sok kilométer utazás után már csak cserjék tarkítják a fűtengert, végül csak maga a trópusi füves puszta marad. Mi a táj változásának magyarázata?

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Mi jellemzi az átmeneti öv élővilágát?

„Az Egyenlítő mentén alacsony, a 30. fok táján magas légnyomású terület öleli körül a Földet. A két öv között alakult ki a passzátszélrendszer, amely az eltérítő erő következtében az északi félgömbön északkeleti, a déli félgömbön délkeleti irányból fúj a térítők felől az Egyenlítő felé. […] A le- és felszálló ágak a Nap évi járásának megfelelően észak–déli irányban vándorolnak (a termikus egyenlítővel együtt), ez meghatározza az évszakokat is. A passzátszélrendszer éves vándorlása a trópusi övezetben alapvető hatással van a csapadék időbeli eloszlására a térségben, befolyásolva ezzel biológiai ciklusokat és felszínformáló folyamatokat is. Ahogy a szélrendszer távolodik a trópusi esőerdőtől, egyre csökken a csapadékos időszak hossza, és növekszik a száraz időszak időtartama.”

(Forrás: https://tudasbazis.sulinet.hu)

1. A szöveg alapján készíts egy ábrát, amelyen jelöld színessel a passzátszelek irányát és a földrajzi öveket is!
2. Nézz utána, hogy mi a különbség az esőerdők és dzsungelek között?
3. Miért élhet sok nagy termetű, patás állat a szavannákon?

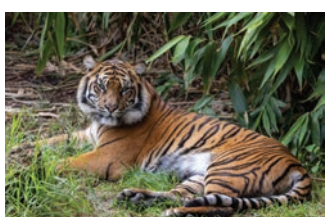


Monszunerdő



Ázsiai dzsungel

A trópusi esőerdőket a térítők felé haladva a **trópusi lombhullató erdők**, másnéven **monszunerdők** váltják fel. A trópusi monszunvidékek ott alakultak ki, ahol a forró övezetben a nagy kiterjedésű szárazföld óceánnal határos. Területük nem összefüggő, hanem helyenként a forró övezet átmeneti és térítői övébe ékelődik. Ebben az életközösségben kevesebb a fán lakó növény, viszont gazdagabb a cserjeszint. Élővilágúk változatos. Idetartoznak Ázsia **dzsungelei** és Ausztrália eukaliptuszerdei. Az állatok közül jellegzetes a tigris és az ajakos medve.



Szumátrai tigris

A trópusi füves puszta, más néven a **szavanna** területén még meleg van, de egyre nagyobb a szárazság. Az év egy esős és egy száraz évszakra különül, a térítők felé a száraz évszak egyre hosszabb. A szavanna társulásainak szerke-



Ajakos medve

zetét alapvetően a **csapadék mennyisége** határozza meg. Ahol még van elegendő csapadék, ott erdős, ligetes társulások alakultak ki, ahol már nagyon kevés és ritka az eső, ott füves társulások. A száraz évszak idején a talajban is lecsökken a lebontó baktériumok és gombák tevékenysége, ezért szünetel, vagy nagyon lelassul a szerves anyagok lebontása. Így ezek felhalmozódnak a talajban, és sötét színű humusz képződik belőlük. A humusz javítja a talaj szerkezetét, emellett fontos szerepe van a víz és az ásványi anyagok megkötésében. A szavannák talaja tehát már nem olyan szegény tápanyagokban, mint a trópusi esőerdőké, és vízháztartása is jobb. A legnagyobb kiterjedésű szavannák Afrikában, Dél-Amerikában és Ausztráliában találhatók. Az afrikai szavannákon élnek az esernyőalakú akáciák, és a hatalmas termetű majomkenyérfák.



A szavanna fűtengere, elszórtan fákkal



A majomkenyérfa vastag, hordószerű törzsében sok vizet raktároz. Nevüket lisztes, ehető termésükről kapták. A legidősebb példányok a növényvilág matuzsálemei, korukat 3000–4000 évre becsülik

Afrika szavannáin a legnagyobb a patás emlősök fajgazdagsága, hatalmas csapatokban vándorolnak a gnú- és zebracsordák. Miért tud olyan sokféle állatfaj megélni egy élőhelyen? A nagy testű növényevők felosztják egymás között a táplálékforrásokat. Az afrikai szavannákon az antilopok és a zebrák többnyire a pázsitfüveket vagy a cserjék rügyeit, leveleit fogyasztják, míg a zsiráf és az elefánt a fák lombját legeli.



Akácia



Gnúcsorda. A gnú az antilopok közé tartozik, párosujjú patás, kérődző emlős, fejét tülkös szarv díszíti



Az afrikai elefánt lábai oszlopszerűek, ujjai végét kis paták borítják. Felső ajka és orra mozgékony fogószervvé, ormánnyá alakult

A sokféle nagy testű növényevő változatos ragadozónépességeknek szolgál táplálékul. Az afrikai szavannák legtekintélyesebb macskaféle ragadozója az oroszlán. A zsákmányszerzésben az oroszlánok versenytársa a gepárd. Az afrikai szavannán élnek a kutyafélék közé tartozó, falkában vadászó sakálok is. A csimpánz az afrikai erdős szavannák lakója. Emberszabású majom, az ember legközelebbi élő rokona.



Az oroszlánok családi csoportokban élnek. A falka egy-két hímből, nőstényekből és kölykökből áll



Gepárd. Egyedszámuk annyira lecsökkent, hogy a kihalás szélére sodródtak



A sakálok mindenevő állatok, a kora esti órákban hangos, hahotaszerű vonyítással keresik egymást

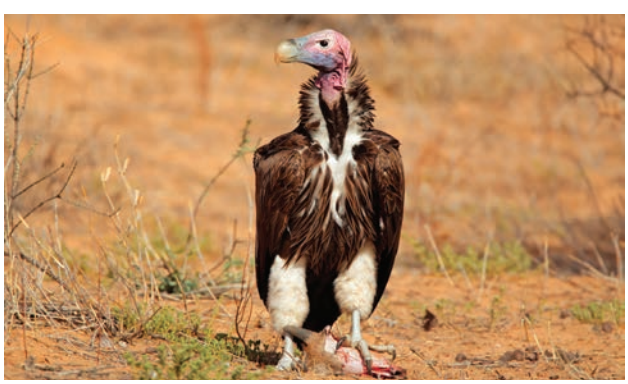


Csimpánz. Különösen feltűnő tulajdonságuk az eszközhasználat és az eszközkészítés. Vékony ágakkal halásszák ki a termeszeket a termeszvárból

Az afrikai szavannák futómadara a strucc. A keselyűk dögevők, a ragadozók zsákmányának maradékaival táplálkoznak. Az ízeltlábúak közül az afrikai vándorsáskák óriási gazdasági károkat tudnak okozni. Magányosan élnek, de bizonyos időszakokban hatalmas csapatokba verődnek, és vándorolni kezdenek. A sáskajárás során szinte teljesen letarolják a növényzetet. A termeszek államalkotó rovarok. Hatalmas váraikban több millió egyed él.



Az akár 2,5 méter magas strucc rúgásától még a ragadozók is tartanak.



A füles keselyű a legnagyobb termetű az afrikai keselyűk között. Csapatban még az oroszlánokat is elriasztják a zsákmánytól



Száskajárás



Termeszvár zsiráffal a háttérben

Mi jellemző a térítői öv éghajlatára és élővilágára?

Amerika félsivatagai, sivatagai rendkívül sokféle, különleges élőlénynek adnak otthont (kreozotcserje, kandeláberkaktusz, gyalogkakukk, szamárnyúl).

1. Keress az interneten olyan természetfilmet, amely ezeket a területeket mutatják be, és nézzétek meg osztálytársaiddal közösen!
2. A sivatagi emlősöknek általában, mint például a sivatagi rókának és az egyiptomi ugróegérnek is nagy füle van, szőrzetük pedig világos. Mit gondolsz, ezek a tulajdonságok miért előnyösek a sivatagi körülmények között?
3. Jelöld egy világtérképen különböző színekkel a térítői és mérsékelt övi sivatagokat!

A térítők mentén helyezkednek el a **trópusi sivatagok**. A leszálló légáramlatok miatt nem hullik csapadék. A nappali forróság után éjszaka fagypontig zuhanhat a hőmérséklet, mert a derült égbolt miatt a felhők nem verik vissza a hősugarakat.



A Namib-sivatag

A legnagyobb kiterjedésű sivatagok a térítők mentén húzódnak. A mérsékelt övezetben, a szárazföldek belsejében, távol az óceánoktól is találhatók nagy kiterjedésű sivatagok.

Kietlen vidék ez, amelynek mostoha viszonyaihoz csak **kevés növény és állat** képes alkalmazkodni. A sivatagok említésekor mindenkinek a homoktenger jut először eszébe. Azonban a sivatagoknak alig 10%-a ilyen. A talajon vagy a kövek felszínén zuzmók tapadnak meg. A fejlett, hajtásos növények a szárazságban is lassú, de folyamatos anyagcserét folytatnak. Leveleik kicsik, viaszosak, testüket gyakran ezüstös szőrök fedik, amelyek visszaverik a napsugarakat. Sok fajnak **vízraktározó szervei** vannak. Amerikában a kaktuszok még a sivatagok kietlen világában is láthatóan jól érzik magukat. Vastag, harmonikaszerűen táguló, pozsgás szárukban sok vizet raktároznak. A tövisekké módosult levelek a barázdák élén ülnek, és megtörik a szelet. Kevés gázcserenyílásuk van, azok is a barázdák mélyén ülnek. A pozsgás növények közé tartoznak a kutyatejfélék is.



Sivatagi kaktuszok Arizónában. Az amerikai óriáskaktuszok 15 m magasra is megnőnek, szárukban 6 tonna vizet raktározhatnak



A kutyatejfélék szárukban vizet raktároznak, leveleik csökevényesek vagy hiányoznak.

A sivatagok állatainak is alkalmazkodni kell a nappali forrósághoz és a vízhiányhoz. A sivatagi róka éjszaka jár vadászni, a forró nappalt föld alatti üregekbe húzódva tölti. A tevék Afrika és Ázsia teherhordó háziállatai. Rendkívül jól bírják az éhezést és a szomjazást. Púpjukban zsír formájában raktározzák a tápanyagot. A karavánok még a tevékkel sem tudták egyhuzamban átszelni Afrika legnagyobb sivatagát, a Szaharát. Oázistól oázisig haladtak a pusztaságban. Oázisok ott alakultak ki, ahol a felszín közelében víztároló kőzetrétegek találhatók, amelyekből bő vizű források fakadhatnak. A modern oázisok a mezőgazdasági termelés központjai. A feltörő vízzel datolya-, citrom-, narancs- és mandarinligeteket tartanak fenn.



Sivatagi róka. A kis hercegben szereplő rókát valószínűleg a sivatagi róka ihlette



Az egypúpú teve, vagy más néven dromedár Észak-Afrikában és Arábiában honos



Oázis Líbiában. Az oázisok jellemző növénye a datolyapálma, amelynek mézédes termése aszalva jut el hozzánk.

JÓ, HA TUDOD!

– A trópusi esőerdőket felváltják a trópusi füves puszták, a szavannák biomja.
  - A csapadék mennyiségének csökkenésével erdős, ligetes, cserjés és füves szavannák követik egymást.
  - A nyílt füves térségeken sokféle nagy testű növényevő él.
  - A szavannákon nagymértékű mezőgazdasági termelés folyik.
  - A korszerűtlen növénytermesztés és a túlzott legeltetés miatt egyre nagyobb területek sivatagosodnak el.

– A térítők mentén alakulnak ki a trópusi sivatagok.
  - A csapadék évi mennyisége már annyira kevés, hogy nem alakulhat ki összefüggő növénytakaró.
  - Kiszáradástűrő zuzmók, vizet raktározó pozsgások és rövid életidejű növények élnek.
  - A sivatagi állatok többnyire éjszaka járnak táplálék után, illetve nyugalmi állapotban vészelik át a legforróbb és legszárazabb időszakokat.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Hogyan változik az éghajlat az Egyenlítőtől a térítők felé haladva?
2. Hogyan alkalmazkodnak a szavannák fái a szárazsághoz?
3. A szavannákat fűtengereknek is nevezik. Korábbi tanulmányaidra alapozva magyarázd el, miért a pázsitfüvek a szavannák gyepszintjének legjellemzőbb növényei!

4. Hasonlítsd össze az esőerdő és a szavanna talaját! Mi az oka a különbségnek?
5. A növényevő emlősök gyakran népes csapatokban legelnek. Mi az előnye ennek a magatartásnak?
6. Milyen környezeti feltételek mellett alakulnak ki a trópusi sivatagok?
7. Hogyan alkalmazkodhatnak az állatok a vízhiányhoz és a forrósághoz?
8. Hogyan hasznosítják a sivatagokat a mezőgazdasági termelésben?

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Kiszolgáltatva

Az eukaliptuszfák levelei, az erős napsütés elleni védekezésül, függőlegesen csüngnek, így védekeznek a túlzott felmelegedés és párologtatás ellen. Hajtásuk gyógyhatású, fűszeres illatú illóolajokat tartalmaz. Az eukaliptuszligetek lakói a koalák, amelyek kizárólag néhány eukaliptuszfaj levelét fogyasztják. Milyen következményekkel járna, ha az eukaliptuszok eltűnnének?

Égi manna

A mannazuzmók kiszáradt állapotban évekig megőrzik életképességüket. A szél gyakran elsodorja a „mannát", ezért hitték, hogy az égből hull. A sivatagi népek fontos tápláléka, még kenyeret is sütnek belőle.

Nagyravágyók

A zsiráfok a legmagasabb szárazföldi gerincesek, akár 5 m magasak is lehetnek. Hosszú nyakuk ugyanúgy 7 csigolyából áll, mint a legtöbb emlősé. Mit gondolsz, miért lett ilyen hosszú nyaka a zsiráfnak?

Nyomás utána!

A gepárd a leggyorsabb szárazföldi ragadozó. Kitűnő futó, sebessége rövid időre elérheti a 110 $\frac{\text{km}}{\text{órát}}$ is. Ha a gepárd a maximális sebességével képes lenne 3 percig futni, akkor hány méter megtételére volna képes?

KITEKINTÉS

A leckében megismerhetted a forró övezet Egyenlítőtől távolabb eső részeinek jellegzetességeit. Az átmeneti öv a forró övezet legsűrűbben lakott része. Ez természetesen hatással van a termelésre és a talajra is. A sivatagokon keresztül vezető autóversenyek is nagy károkat okoznak a környezetben. Gondold át, hogy miért annyira sérülékeny a sivatagi biom élővilága! Tanulmányaid során meg fogod érteni, hogy az átmeneti és térítői övben miért esik kevesebb eső, ennek mi a köze a leszálló légáramlatokhoz. Érdemes utánanézned, hogy milyen állatok élnek Ausztrália szavannáin. Mi az egyik legszembetűnőbb különbség más szavannák emlősei és az ausztrál emlősállatok között? Mit jelent a szavannákhoz köthető „Big Five" kifejezés? A trópusi sivatagok területén a legmagasabb a napsütéses órák száma a Földön. Mit gondolsz, hasznosítják-e a napenergiát ezeken a területeken? Hogyan hat az emberi történelemre, a társadalom működésére az egyes területek elsivatagosodása?



11. A mérsékelt övezet élővilága

Ebben a leckében képzeletben elindulunk a térítőktől a sarkkörök felé. A Földközi-tengernél a ragyogó napsütésben sétálunk, közben egy nagyon ízletes pizzát eszünk. A meleg mérsékelt övben megnézzük a mediterrán vidékek elhelyezkedését, a monszunterületek csapadékos klímáján is látogatást teszünk. Ha elhagyjuk el Földközi-tenger vidékét, és haladunk észak felé, akkor hamarosan egyre ismerősebb lesz a táj. Ráismerünk az erdőkre és a szántóföldek növényeire, a felettünk repülő madarakra. Utazásunk során több kérdésre választ kaphatunk. Mi a különbség a keménylombú erdők és a babérlombú erdők között? Hol él az óriáspanda? Mi jellemzi a monszun éghajlatot? Vajon mely országok területén találunk füves pusztákat? Hazánkban melyik a legelterjedtebb lombos erdő? Miért a fenyők a tajga uralkodó fafajai?

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Melyek a meleg mérsékelt öv főbb jellemzői?

„Közel egymillió éve népesíti be a mediterrán térséget. Spanyolország és Portugália e nemes állatának, az alig több mint tíz kilogrammos testtömegű párduchiúznak, a 2010-es években még hajszálon függött a sorsa. Egy 2020-as EU-s számlálás szerint, egyedszámuk szerencsére már meghaladja az 1100-at."
(Forrás: https://ng.24.hu/termeszet/2010/05/11/a_parduchiuz_megmentese/)



Párduchiúz

1. Milyen módszerekkel védenéd a párduchiúzokat? Csoportban dolgozva készítsetek tervet az állat egyedszámának növelésére!
2. Tudod-e, hogy mi a mediterrán szó jelentése?

A térítőktől a sarkkörök felé haladva először a **meleg**, majd a **valódi**, végül a **hideg mérsékelt öv** élővilágát ismerhetjük meg. A meleg mérsékelt öv országaiban az emberek tömegei élnek a turizmusból. A hosszú, kellemes tavasz és ősz kirándulásokra csábít, nyáron pedig a tengerpartok strandjai a legnépszerűbb célpontok. Az enyhe, csapadékos telek többnyire fagymentesek. A száraz, meleg nyarú területek neve mediterrán (jelentése földközi), mert legnagyobb, legismertebb részei a Földközi-tengert szegélyezik.

A meleg mérsékelt öv vagy a szubtrópusok a Föld északi és déli féltekéjének a 23,5 fok a 40. szélességi fok közé eső részén terül el. Éghajlatán a trópusi hatás érződik. Két eltérő altípusát különböztetjük meg. A kontinensek nyugati oldalán a télen csapadékos **mediterrán** éghajlatot, a kontinensek keleti oldalán pedig a nyáron csapadékos **szubtrópusi monszun** éghajlatot. Az évi középhőmérséklet mindkét éghajlati területen 10 és 20 Celsius-fok közé esik.



Capri szigete

Melyek a jellegzetességei a keménylombú erdők élővilágának?

Az ezüstfa levele is szőrökkel borított. Egy ezüstfa levelének felszínéről készíts kaparékot egy dárda segítségével! Helyezd a mintát vízcseppbe, és vizsgáld meg fedőlemez alatt fénymikroszkóppal!

1. Miért előnyösek a fedőszőrök a növények számára? Hogyan védekeznek a mediterrán növények a szárazság ellen?
2. Mire használják a növények az illóolajokat?

A mediterrán területen élő fák levelei aprók, kemények, felszínüket vastag viaszréteg fedi. A levelek fonákján ezüstös szőrök fogják fel az elpárolgó vizet. Az örökzöld mediterrán erdőket a jellegzetes levelek után **keménylombú erdőknek** is nevezik. Az alacsony, laza lombú fák alatt gazdag cserjeszint alakul ki, tavasszal virágszőnyeg borítja a talajt. Az erdő uralkodó fái az örökzöld tölgyfák, köztük a paratölgy. Az olajfa a mediterrán területek egyik legjelentősebb gazdasági növénye. Leggyakrabban használt zöldfűszereink, a kakukkfű, az oregánó és a bazsalikom is a mediterrán világból származnak. Nagy területen a keménylombú erdőket a makkia váltotta fel.



A paratölgy puha kérgének hántolásával állítják elő a parafát.



Mediterrán fűszernövények



Az olajfa terméséből, az olajbogyóból préselik az értékes és egészséges olívaolajat. A fák több száz évet is megérnek, ezért „megtehetik", hogy csak 30 évesen hozzák első termésüket

A mediterrán terület állatvilága az emberi tevékenység miatt megritkult, ennek ellenére számos melegkedvelő hüllőfajt találunk itt. A gekkók a gyíkok közé tartoznak. A közönséges kaméleon nappal aktív rovarevő. Testfelépítése a hatékony zsákmányszerzést szolgálja. Kiválóan rejtőzik, színét a háttérnek megfelelően változtatja. A gekkók és kaméleonok mellett őshonos a muflon és a dámszarvas.



Pöttyös gekkó. Ujjaik végén a pikkelyek vékony, szőrszerű lemezekké alakultak, még a függőleges ablaküvegeken is fel tudnak szaladni



Közönséges kaméleon. A fákon való kapaszkodásra alkalmas fogószerve úgy alakult ki, hogy ujjai két csoportban összenőttek. Zsákmányát ragadós nyelvével kapja el, szemeik egymástól függetlenül, minden irányban mozgathatók



Muflon, hazánkban nem őshonos párosujjú patás

Hol fordulnak elő babérlombú erdők és milyen az élővilágúk?

A monszunterületek legfontosabb gabonanövénye a rizs.

1. Melyek a rizs környezeti igényei?
2. Mit jelent a teraszos művelés kifejezés?
3. Melyik ország termeli a legtöbb rizst?
4. Korábbi tanulmányaid alapján hasonlítsd össze a trópusi monszun és a mérsékelt övi monszun éghajlatot! Egy világtérképen különböző színekkel jelöld a monszunterületek két típusát!

A kontinensek keleti partvidékein a **mérsékelt övezeti monszun** éghajlat uralkodik. A csapadékot hozó szelek nyáron érkeznek, tehát a növények egy időben jutnak csapadékhoz, fényhez és meleghez. A **babérlombú erdők** Délkelet-Ázsia keleti partvidékein foglalnak el nagyobb területeket. A meleg, csapadékos lejtőkön az erdők helyén főként rizs- és teaültetvények zöldellnek. A keleti partvidékeket övező erdők is örökzöldek, de a növényzet dús, a fajgazdagság vetekszik a trópusi esőerdőkével.



Teaültetvény



Liliomfa

A színes virágú liliomfa eredetileg a monszunerdők lakója. A fejlett cserjeszintben gyakoriak a több méter magasra is megnövő, üreges szárú, szálas levelű bambuszok. A bambuszligetek ismert állata az óriáspanda.



A bambusz szárát építkezésre, bútorkészítésre használják, leveleiből szőnyeget, különféle használati eszközöket fonnak



Az óriáspandának szinte egyedüli tápláléka a kis energiatartalmú bambusz, ezért napi 10–12 órát tölt táplálkozással

Mi jellemző a füves puszták élővilágára?

„A nemzeti park nagy kiterjedésének és változatos élőhelyeinek köszönhetően igen gazdag élővilággal rendelkezik… A gyepek legértékesebb madárfajai között van a sziki- és a mezei pacsirta, a széki csér, a nagy goda vagy a bíbic. A legelők felett olykor feltűnik a pusztai ölyv és a parlagi sas. Löszgyepeken a túzok, fürj és fogoly, ürge, pusztai görény is előfordul. A Hortobágy területén költ a kerecsensólyom is. A szikpadkák tetejébe szárazabb időkben mocsári teknős és vízisikló rakja a tojásait.

A nagyobb testű gerincesek közül egyre nagyobb számban él itt a borz, és többször láttak már aranysakált erre."

(Forrás: http://www.agoradebrecen.hu/wp-content/uploads/0101-Hortobagyi-Nemzeti-Park-HE11.pdf)

1. A szövegben számos állatfaj került felsorolásra. Korábbi ismereteid alapján készíts fejlődéstörténeti törzsfát a fenti állatokból!



Mongóliai füves puszta

A **füves puszták** éghajlatára a hideg tél és a száraz nyár jellemző. Számos pázsitfű, sásfaj és liliomféle otthona. A füves pusztákat Ázsiában **sztyeppnek**, Észak-Amerikában **prérinek**, Dél- Amerikában **pampának** nevezzük. Magas tápanyagtartalmú talajuk mezőgazdasági művelésre kiválóan alkalmas. Az **emberi tevékenység** miatt a korábban elterjedt patások jelentős része eltűnt, vagy csak nyomokban találhatók meg, jellemző fajok a vadlovak és a bölények. Európában az európai bölények éltek nagy számban, de ma már csak visszatelepített állományaik találhatóak meg Kelet-Európa különböző országaiban. A gímszarvas rokona a vapiti. Észak-Amerika és Kelet-Ázsia az eredeti elterjedési



Európai bölény



A vapiti az egyik legnagyobb szarvasfaj, nála csak a tajgán élő jávorszarvas nagyobb



A többi rókához hasonlóan a préririóka is mindenevő. Népessége a 20. században jelentősen lecsökkent, ezért Kanadában 1999 óta szerepel a veszélyeztetett fajok listáján

területe, de mára sok egyéb helyre is betelepítették, ahol komoly károkat okoz az eredeti életközösségekben. A préririóka Észak-Amerika középső síkságain él. A sivatagos területeket és a rövid füvű prériket kedveli.

Mi jellemző a lombos erdőkre?

Korábbi tanulmányaid alapján

1. Hasonlítsd össze a bükkösök és a tölgyesek élőhelyét, szintezettségét, fajgazdagságát!
2. Állíts össze táplálékláncokat a hazai bükkösök, tölgyesek és füves puszták élőlényeiből!

A lombos erdők a mediterrán területekkel határosak, hazánk erdei is ide tartoznak. A **mérsékelt övi lombos erdőkben** csak kevés fafaj fordul elő, a lombkorona csak két szintből áll. A leghűvösebb és

legcsapadékosabb területeken a zárt lombkoronájú **bükkösök** találhatók. Az aljnövényzetben a mohák, páfrányok és tavaszi gumós növények jellemzők. A melegebb területeken a tölgyerdők uralkodnak. Hazánk legkiterjedtebb erdőállománya a **cseres-tölgyes**. Sajnos az emberi tevékenység és az éghajlati tényezők változása miatt területe erősen lecsökkent. A hűvösebb területeken a **gyertyános-tölgyesek** jellemzők. Lombkoronájuk zártabb, hagymás-gumós növényzetük jelentős.

Magyarországon kb. 32 000 állatfaj él, ezek jelentős része rovar. A lomberdők énekesmadarak, őzek, szarvasok, vaddisznók élőhelyei. Jellemző a vörös róka, a nyest és a menyét is. A rágcsálók közül a mezei nyúl, az ürge és a hörcsög emelhető ki. Madarak közül ritkaságnak számít a túzok, előfordul tavaink körül többek között a nemes kócsag, a kárókatona, a gulipán, a búbos banka.



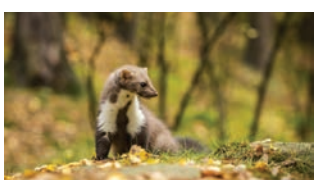
Bükkerdő



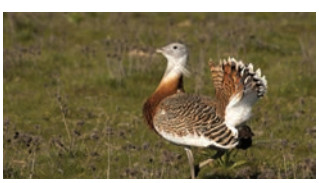
Tölgyerdő



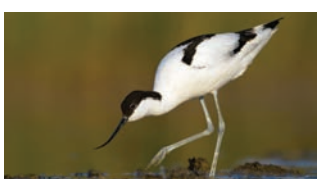
Gyertyános-tölgyes erdő



Nyest



Túzok



Gulipán

Ha a szárazföldön kívánjuk folytatni utunkat a sarkkörök felé, akkor csak északi irányban haladhatunk tovább. A déli félgömbön ezeket a területeket tengerek borítják. A sarkkörök felé a négy évszak jellege fokozatosan megváltozik. A nyár egyre rövidebb és hűvösebb lesz, a tél pedig hosszabb és hidegebb. Ez a hideg mérsékelt öv, vagy más néven a **tajga** világa. Szibéria és Észak-Amerika nagy részét a tajga végtelen erdőségei borítják. Észak-Európában a lucfenyő és az erdeifenyő alkotnak kiterjedt erdőségeket.

A tajga fenyőerdeiben a növényvilág nem túl változatos. A talajon árnyéktűrő mohák és örökzöld törpecserjék élnek. A fenyvesekben sokféle gomba nő, melyek közül sok fákkal él együtt. A tajgán ritkák a lombhullató fák, de azért találkozhatunk néhánnyal. A nyírfa kis felületű, méregzöld levelei sok hősugarat nyelnek el, fehér kérgük messziről világít. A lassú lebomlás miatt a talaj tápanyagszegény, emiatt a rovaremésztő növények nem ritkák. A vörös áfonya a fenyőerdők jellegzetes örökzöld törpecserjéje.



A lucfenyő rövid tűlevelei egyesével állnak az ágakon. Tobozuk hosszúkás, lelógó



Az erdeifenyő hazánkban is honos, erdőalkotó faj



A nyírfák zárvatermők. Az egyszerű, nem feltűnő virágok egyivarú virágzatokat alkotnak, szélmegporzásúak



Vörös áfonya

Milyen a hideg mérsékelt öv élővilága?

1. Tényleg nem hall a siketfajd? Nagyon óvatos madár, nem valószínű, hogy tényleg siket. Honnan származik a neve?
2. A farkasokat a rénszarvascsordák doktorainak is szokták nevezni. Miért lehetséges, hogy a rénszarvasok egészsége a farkasoktól függ?

Az európai mókus, vagy más néven vörös mókus hazai erdőkben, sőt parkokban sem ritka. Az eurázsiai hiúz Európa legnagyobb macskaféle ragadozója. A fajdok azon kevés madarak közé tartoznak, amelyek képesek a fenyőtű elfogyasztására is. A barna medve hatalmas testű, mindenevő állat.



Az európai mókus igazi mindenevő: növényi magvakkal, gyümölcsökkel, rovarokkal, tojásokkal táplálkozik.



Siketfajd



A hiúzok nesztelen árnyékként lopakodnak, zsákmányukat lesből ejtik el. Fülükön jellegzetes szőrpamacs látható



A barna medve a felvett táplálékból vastag zsírpárnákat növeszt, ebből él a következő tavaszig

JÓ, HA TUDOD!

- A meleg mérsékelt övi mediterrán éghajlatú területek jellemző társulásegysége az örökzöld keménylombú erdők biomja.
  - A tartós melegnek és enyhe teleknek köszönhetően sokféle hüllő él a területen.
  - A nyáron csapadékos, télen száraz monszun éghajlat a babérlombú erdők hazája.
- A valódi mérsékelt öv lombhullató erdői és füves területei a hazai tájakról is ismertek.
  - A fák ősszel lehullajtják a leveleiket, így védekeznek a téli fagyok ellen.
  - A hűvösebb, csapadékosabb területeken bükkösök, a melegebb, szárazabb helyeken tölgyesek jellemzőek.
  - A szárazföldek belsejében a lombhullató erdőket füves puszták váltják fel.
  - A lombhullató erdők és a füves puszták jó minőségű, humuszban gazdag talaján sokféle élelmiszert termesztenek.
- A hideg mérsékelt övben a nyár hűvös, a tél hosszú és rendkívül hideg.
  - Az erdőket elsősorban a fagyokkal szemben ellenálló, szárazságtűrő fenyők alkotják.
  - A tűlevelű erdők hatalmas területeket foglalnak el az északi féltekén.



Tűlevelű erdő

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Jellemezd a keménylombú erdők fáit! Mi a magyarázata annak, hogy a keménylombú erdők örökzöldek? Hasonlítsd össze a keménylombú erdők és a ligetes szavannák fáit!
2. Jellemezd a babérlombú erdőket! Miért nagy ezeknek az erdőknek a fajgazdagsága? Mi történt ezekkel az erdőkkel az elmúlt évszázadokban?
3. Összekeveredtek a lombhullató erdőkre és a füves pusztákra vonatkozó tulajdonságok. Válogasd szét őket, hogy mely életközösségre jellemzőek!
   a) Sok napsütés éri a területet, kevés az árnyékos rész.
   b) Viszonylag kevés csapadék hullik.
   c) Több növényi szintet figyelhetünk meg.
   d) Ezeken a területeken a szél szabadon áramlik.
   e) Egyes részeire kevés napfény jut le.
   f) Ebben a biomban sok a jó rejtekhely és fészkelőhely.
   g) Jellemző ragadozója a vadmacska.
   h) Nagy a napi és az évi hőingás.
4. Mi a hasonlóság a tajga és a trópusi sivatagi körülmények között?
5. Melyek a tajgák jellemző erdőalkotó fái? Mi jellemző a fenyőerdők talajára?
6. Hogyan alkalmazkodnak a fenyők a hideg éghajlathoz?
7. Miért szegényes a fenyőerdők gyepszintje? Melyek a tajga jellemző állatfajai?

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Makkia



Makkia

Ha a Földközi-tenger partvidékén utazunk, nem találkozunk kiterjedt erdőségekkel. A fákat már évszázadokkal ezelőtt kivágták, anyagukat felhasználták építkezésekhez és hajóépítéshez. Az erdők helyén kopár sziklák emelkednek vagy sűrű, tövises, áthatolhatatlan bozót, összefoglaló néven a makkia nő. A makkia növényei közé tartozik a leander, a vadpisztácia és a fűszeres illatú rozmaring.

Tőzegmohaláp

A tajga jellegzetes társulásai a tőzegmohalápok. A lefolyástalan területeken alakulnak ki, ahol a víz nem tud elszivárogni. A tőzegmoha telepei a nyári időszakban nagyon gyorsan növekednek. Az alulra került részek elhalnak, lassan tőzeggé alakulnak, majd elszenesednek.



Tőzegmohaláp

KITEKINTÉS

Most már tudod, hogy mi a különbség a keménylombú és babérlombú erdők között. A monszunterületek élővilágát és éghajlatát is ismered. A leckében megismerted a füves puszták, lombos erdők és a tajga jellemző élőlényeit. El tudod helyezni hazánkat a biomok között. A füves puszták számos irodalmi műben is megjelennek, érdemes utánanézned, és néhány példát írni ezekre. Ha a térképen tájékozódsz, láthatod, hogy a mérsékelt övezetben is vannak sivatagok. Később megtudhatod, hogy mi lehet ennek az oka. A mérsékelt övezet faállományát egyes területeken a nagyarányú fakitermelés és a helytelen erdőgazdálkodás veszélyezteti. Főleg Szibériában hatalmas területeket taroltak le a tajgák területén húzódó földgáz- és kőolajvezetékek telepítése miatt. Az elmúlt évtizedekben a levegőszennyezés következtében keletkező savas esők felbecsülhetetlen károkat okoztak a tűlevelű erdőkben, különösen Észak-Európában.

12. A hideg övezet és a magashegységek élővilága

Talán legszembetűnőbben a hideg övezetet érinti az éghajlatváltozás Az északi-sarkvidéki régió emlősei számára megjósolhatatlanná válik a jövő. A melegedés hatására csökkenő jégmennyiség a szárazföldre űzi a mindenki számára ismert jegesmedvéket, nem férnek hozzá a tengeri jéghez, így a táplálékuk fő forrásául szolgáló, kalóriában gazdag fókákhoz sem. A sok példa közül ez csak egy. Nézzük meg, mi a különbség a sarkköri és sarkvidéki öv élővilága között! Miután ezt megtettük, a magashegységek titokzatos világát ismerjük meg. Felfelé kapaszkodva gyorsan változik körülöttünk a táj. Elég pár száz métert felfelé haladni, hogy akkora változást lássunk, mint eddigi utazásunk során pár ezer kilométer megtétele során. Vajon milyen tényezők befolyásolják a magashegységek élővilágát? Mi miatt alakul ki függőleges övezetesség?



KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Mi jellemző a sarkköri öv, a tundra élővilágára?

1. Milyen nyelvből származik a tundra szó? Mit jelent? Miféle állat a karibu? Hol él még a vörös áfonya a tundrán kívül?
2. Korábbi ismereteid alapján hasonlítsd össze a sivatagi róka, a vörös róka és a sarki róka testfelépítését, életmódját! Mivel magyarázhatók a különbségek?

A **tundrák** területén már csak **két évszak** váltja egymást. A tél több mint fél éven át tart, és rendkívül hideg. A nyár rövid, a hőmérséklet, amint lemegy a nap, fagypont alá süllyed. A nappalok hosszúak, sőt a fehér éjszakák időszakában hetekig a horizont felett látszik a nap. Az alacsony hőmérsékleten a levegő nagyon száraz, és a növények a jéggé fagyott talajból sem tudnak vízhez jutni. Nem meglepő, hogy a tundra növényeinek életformája a sivatagi növényekéhez hasonló. Nyáron, az időjárás kedvezőbbé válása következtében, kivirágzik a tundra.

Ahogy a sivatagban, itt is megtalálhatók a kiszáradást tűrő mohák és zuzmók. A tundrán is élnek fás szárú növények, de megjelenésük nagyon meglepő. A törpe fűz és a sarki fűz ágai is a földhöz lapulnak, így a visszaverődő hősugarakat jobban fel tudják venni, a tomboló szelek kevésbé tépázzák meg őket.



A tundra nyáron



Egy pár centiméter vastag törzsű sarki fűz akár több száz éves is lehet

Nyáron sok állat ejti útba **vándorlása** idején a tundrát. A tajgához hasonlóan itt is az állandó testhőmérsékletű emlősök és madarak terjedtek el. A lemmingek kis termetű, zömök testű rágcsálók. A rénszarvasok szintén állandó lakók. Párosujjú patás, kérődző állatok. Főleg zuzmókkal táplálkoznak, de időnként kisebb állatokat is elfogyasztanak. A sarki róka a legnagyobb testű rókafaj.



A lemmingek a talaj felszínének közelében, hóba vájt járatokban élnek



A rénszarvashímek és a -nőstények is növesztenek agancsot. Széles, szétterpeszthető patáikkal biztonságosan mozognak a nyári tundra ingoványos talaján is

Mi jellemző a sarkvidék élővilágára?

„Egy jegesmedvének nagyjából 1,5 rénszarvast vagy 37 sarkvidéki szemlinget vagy 74 sarki ludat, vagy 216 sarkilúd-tojást, vagy 3 millió darab fekete varjúbogyót kellene elfogyasztania ahhoz, hogy ugyanakkora mennyiségű emészthető energiához jusson, mint amennyit egyetlen felnőtt gyűrűsfóka zsírjából kinyer" – fogalmaztak a kutatók.

az ng.24.hu cikke alapján.

1. Milyen élőlény a szemling?

2. A szöveg alapján számítsd ki, hogy hányszor több szemlinget, sarki ludat, sarkilúd-tojást és fekete varjúbogyót kell megennie egy medvének ugyanannyi energiáért, mint amit 1,5 rénszarvasból nyerhet?

A **sarkvidékek** állandóan fagyos területei az északi és a déli féltekén egyaránt megtalálhatók. A sarkok közelében már **nincsenek napszakok**. Ezeken a tájakon fél éven át sötétség honol, míg nyáron folyamatos a megvilágítás. Viharos szél fúj. A felszínt állandóan jég borítja, **nincs növénytakaró**, legfeljebb néhány moszatfaj fedezhető fel. Az élet csak a tengert szegélyező partszakaszokon képes fennmaradni, a termelők a vizek növényei.

Az Északi-sarkvidék legnagyobb testű ragadozója a jegesmedve, elsősorban halakkal és fókákkal táplálkozik. Napjainkra veszélyeztetett faj lett, mert az éghajlatváltozás miatt csökkent a sarki jég mennyisége, és beszűkült a jegesmedvék számára élhető terület.

A fókák az északi és a déli félgömbön egyaránt elterjedtek. A szárazföldön esetlenül mozognak, de a vízben gyorsan úsznak, és rendkívül ügyesen manővereznek. A pingvinek a déli félgömb lakói. Húsevő madarak, elsősorban halakkal táplálkoznak. Legnagyobb képviselőjük a császárpingvin.



A borjúfókák orr- és fülnyílásaikat is be tudják zárni. Szőrzetük rövid, tömött, vastag, hőszigetelő szalonnaréteg védi őket a víz hidegétől



A császárpingvinek csoportosan élnek. Repülni nem tudnak

Hogyan változik a magashegységek élővilága a tengerszint feletti magassággal?

Miért pont Everest?

Sir George Everest, angol mérnök, földrajztudós, India első feltérképezője volt. Róla nevezték el a Föld legmagasabb hegycsúcsát (8848 méter), a Mount Everestet. Máig nem tudni biztosan, hogy látta-e saját szemével a világ legmagasabb hegyét. Andrew Scott Waugh 1852-ben, Everest módszerének alkalmazásával mérte fel a hegy magasságát. A szerinte névtelen csúcsnak a Mount Everest nevet adta. Ma már tudjuk, hogy a csúcsnak több neve is volt. Tibeti nyelven Csomolungmának, nepáliul Sagarmathának hívták.

1. Korábbi tanulmányaid alapján meg tudnád mondani, hogy mit nevezünk magashegységnek?
2. Magyarországon van magashegység?
3. Hányszor magasabb az Everest, mint a Kékestető?
4. Miért van hűvösebb a hegy tetején?

Aki már járt hegységben, tapasztalhatta, hogy a hegyekben hűvösebb az éghajlat, mint az alföldön. A hegyoldalon felfelé kapaszkodva a **hőmérséklet** 100 méterenként átlagosan 0,5 Celsius-fokkal csökken. A hegy lábától a csúcsig fokozatosan egyre hűvösebb éghajlatot kedvelő társulások jelennek meg. A növényzeti övek megjelenését, a tengerszint feletti magasságon kívül, a **hegyoldal fekvése** is befolyásolja. Ugyanaz a növényzet a hűvösebb, északi lejtőkön alacsonyabban jelenik meg, mint a melegebb, déli oldalon. A domborzat a hőmérséklet mellett a lehulló **csapadék** mennyiségét is meghatározza. A szél felőli oldal csapadékosabb, míg a szélárnyékos oldal szárazabb.

Milyen a magashegységek élővilága?

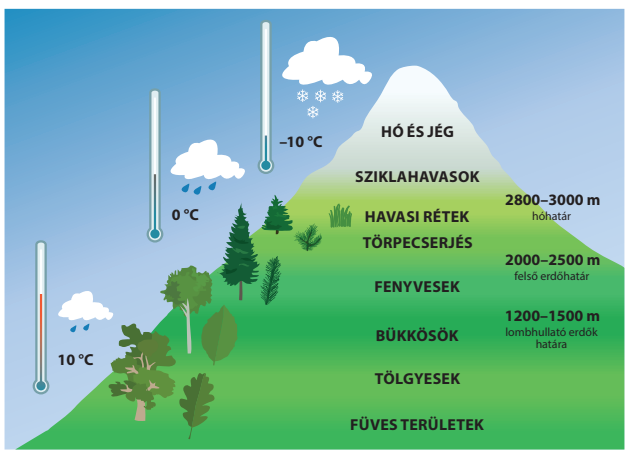
A magashegységek élővilága igen gazdag. Állatok közül talán sokaknak a zerge és a szirti sas jut eszébe először, de számos más állattal is találkozhatunk ezeken a területeken.

1. Csoportban dolgozva gyűjtsetek össze legalább 20, magashegységekre jellemző állat-és növényfajt!
2. A fajokból készítsetek táplálékláncokat és táplálékhálózatot!

A **mérsékelt övezeti magashegységekben** a csúcs felé haladva a lombhullató erdőket fenyvesek, majd törpefenyvesek váltják fel. Európában a legalsó növényzeti övet a tölgyesek alkotják, amelyeket a bükkösök váltanak fel. A bükkösök zónáját követően fokozatosan megjelenik a jegenyefenyő, majd a lucfenyők alkotta fenyvesek zónája következik. Ezt követően, a hőmérséklet csökkenésével



A zerge az európai magashegységek bennszülött állata



A mérsékelt övezeti magashegységek növényzeti övei



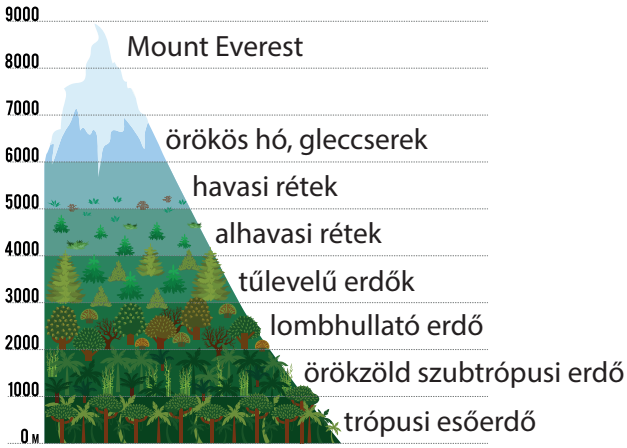
Havasi gyopár



Mérsékelt övezeti magashegység (Alpok)

párhuzamosan, törpefenyőkkel és törpecserjékkel találkozhatunk. Az alacsony növésű növényekkel tarkított, havasi rétekről a sziklahavasokon át a csúcs felé tovább haladva elérkezünk a tartós hó és jég birodalmába.

A **forró övezet magashegységeinek** övei több szempontból is különböznek a mérsékelt övezet hegységeinek öveitől. A legalsó szintet itt a trópusi esőerdők jelentik, ezt ezer méter feletti magasságnál a hegyi esőerdők váltják fel. Jellemzőek az örökzöld tölgyek, páfrányfák, babérlombú fák és cserjék. 2000 méter felett jelennek meg a lombhullató fák és a tűlevelű erdők. A levegő magas páratartalma miatt ezeket az erdőket nevezik köderdőknek. 4000 méter felett alhavasi törpecserjések, majd havasi gyepek és párnavegetációs öv jelenik meg. Az örök hó birodalma 5500 méter magasság felett kezdődik.



Trópusi magashegység övezetei

JÓ, HA TUDOD!

- A hideg éghajlati övezethez tartozik a sarkköri öv (tundra) és a sarkvidéki öv.
- A tundrák területén csak két évszak váltakozik. A nyár napfényes, de rövid és hideg, a tél hosszú, zord és sötét.
- A tundra jellemző termelő szervezetei a tág tűrésű zuzmók és a rövid életidejű növények.
- A tundrák állatvilága szegényes.
- A sarkvidékek állandóan fagyos területén már nincs növénytakaró, ezért állatok csak a tengerpartok közelében élnek.
- A sarkvidéki övben már nincsenek napszakok.
- A magashegységek élővilágára függőleges övezetesség jellemző.
- A tengerszint feletti magassággal fokozatosan csökken a hőmérséklet.
- A domborzat jelentős különbségeket hoz létre az északi és a déli lejtők élővilágában is.
- A hegy lábánál az adott terület éghajlati viszonyai által meghatározott társulás található, felfelé haladva megjelennek a hidegebb éghajlati övekre jellemző élőlények.



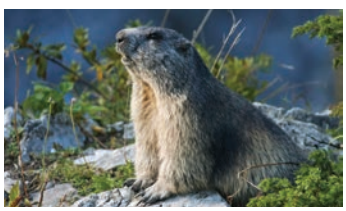
Sarki róka

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Milyen hasonlóságot lehet felfedezni a sivatagok és a tundrák növényvilága között? Mi ennek a magyarázata?
2. Hogyan alkalmazkodnak a tundra környezeti feltételeihez a telepes és a virágos növények?
3. Élhetnek-e hüllők, kétéltűek a tundrán?
4. Miért csak a tengerparti sávban élnek állatok a sarkvidékeken?
5. Miért vált veszélyeztetett fajjá a jegesmedve? Miért nem veszélyezteti ugyanez a tényező a fókákat?
6. Hogyan változik az éghajlat a magashegységekben felfelé haladva?
7. Hogyan követik a növényzeti övek egymást az Alpokban?
8. Milyen éghajlati különbségek vannak a hegységek szél felőli és szélárnyékos oldala között? Hogyan befolyásolja ez a növényzet elhelyezkedését?

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Csak nyugalom…



Havasi mormota

A mormoták az északamerikai tajgákon és az európai magashegységekben – Alpok, Kárpátok – honosak. Föld alatti járatokban élő rágcsálók. Igazi téli álmot alszanak, így vészelik át a hosszú, hideg telet. Testhőmérsékletük, és ezzel együtt anyagcseréjük a téli időszakban erősen lecsökken. Nyáron sok táplálékot fogyasztanak, bőrük alatt vastag zsírréteg alakul ki. A téli álom ideje alatt ennek lebontásából nyernek energiát életműködéseikhez.

Bolondméz

A himalájai óriásméhek többféle mézet termelnek. A rododendronok virágjából készült méz pszichotróp hatású a virágban található méreganyagok miatt.



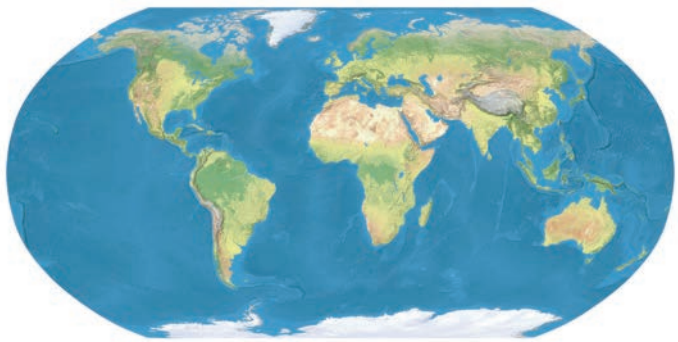
Virágzó rododendronok

KITEKINTÉS

Megismerted a tundra és a sarkvidék jellemző élőlényeit. Megtanultuk, hogy milyen a magashegységek élővilága és milyenek a környezeti adottságai. Sok dologról tanulhatsz még ezeken kívül. Például megnézheted, hogyan alakul ki a jellegzetes sarki fény és mikor látható ez a jelenség. A tundra képét jelentősen befolyásolja a bányászat. Készíthetsz egy esszét arról, hogyan alakítják át a tundrán élő emberek életét a hatalmas kőolajvezetékek, az olaj okozta környezetszennyezés és a légkör felmelegedése. A sarki jégtakaró olvadása hogyan befolyásolja a Föld nagy tengeráramlatait? Mit tudsz a víz halmazállapotairól? Ha kíváncsi vagy, utánanézhetsz, hogyan jönnek létre a magashegységek csúcsánál képződő felhők. Miért alakul ki egy bizonyos magasság után hótakaró? Hogyan jönnek létre a lavinák? Hogyan működnek a magashegységek vízfolyásain alapuló vízerőművek? Miért kell oxigénpalack a hegymászáshoz? Milyen káros hatásai vannak a hegyvidéki tömegturizmusnak?

13. A tengerek életközösségei

A Föld felszínének több mint kétharmadát óceánok és tengerek borítják. Korábban megismertük a szárazföldi társulásokat, amelyek kialakulásában elsősorban a hőmérséklet, a fény, a csapadék és a talaj meghatározóak. A vizekben viszont más feltételek meghatározóak. Bolygónk természetes életközösségeinek megismerése nem lehet teljes, ha nem vetünk legalább egy pillantást a tengerek és a világóceánok élővilágára. Milyen környezeti tényezők befolyásolják a vízi élőlények elterjedését? Hogyan lehet a tengereket zónákra tagolni? Mekkora mélységig találunk életet a vizekben?



A Föld vizei

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Milyen tényezőktől függ a vizek élővilágának gazdagsága?

1. Mekkora az óceánok átlagos sótartalma?
2. Melyik a legsósabb tenger? Magyarázd meg a nevét!
3. Ha egy szem mazsolát csapvízbe teszel, akkor egy órán belül megduzzad. Mit gondolsz, mi történne, ha egy tengeri egysejtű élőlényt édesvízbe helyeznél?

A vízi élőlények számára kedvező, hogy a hőmérséklet kiegyenlített. A víz nehezen melegszik fel és hűl le, ezért **kisebb a hőingadozás**. Az is könnyebbség, hogy a vízben lebegni lehet, nem kell a testet megtartani, mint a szárazföldön. A **víz oxigéntartalma** azonban kisebb a levegő oxigéntartalmánál, és a tengerek mélyén már a víz tekintélyes nyomása is korlátozó tényező lehet. A víz mélységével nemcsak a **nyomás** változik, hanem a beszűrődő **fény mennyisége** is. A fényhiány miatt 200 m-nél mélyebben már nem nagyon találunk növényeket. A folyókkal, tavakkal szemben a tengerek sósak, sótartalmuk állandó. A trópusi sekély tengerek vize gyönyörű, átlátszó kék, az északi és déli hideg tengerek vize viszont zöldesszürke, zavarosnak tűnik. A hideg tengerből származó zavaros vízben csak úgy hemzsegnek az apró, csak mikroszkóppal látható lények. A jelenség okát a víz oxigéntartalmában találjuk meg. A hideg vízben sokkal több oxigén tud feloldódni, mint a meleg vízben.



Trópusi tenger a Maldív-szigeteknél

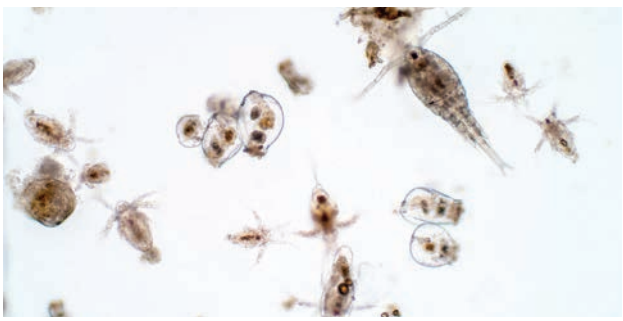


A Balti-tenger vize

Állat vagy növény a plankton, vagy egészen más?

1. A plankton görög eredetű szó. Nézz utána, hogy mit jelent!
2. Gyűjts össze olyan vízi élőlényeket, amelyek planktonnal táplálkoznak!

A vízben nyüzsgő, többnyire csak mikroszkóppal megfigyelhető növények és állatok összessége alkotja a plankton életközösséget. A **plankton** tehát nem élőlény, hanem életforma. A plankton termelőszervezetei elsősorban moszatok. Az állati szervezetei közé egysejtű élőlények, apró rákok, férgek és lárvák tartoznak.



A plankton összetétele fénymikroszkóp alatt

A víz mélyebb rétegeibe mindenütt kevés fény jut. A víz növekvő nyomása és a csökkenő hőmérséklet sem kedvez a plankton elterjedésének. A hideg és sötét tengermélyben nagyon kevés plankton tud megélni. A víz ásványianyag-tartalma is korlátozhatja a növényi plankton elterjedését. A tengerek vizének tápanyagtartalma a partok közelében a legnagyobb, mert a folyók sok hordalékot hoznak magukkal a szárazföldről. A trópusokon az óceánok szárazföldektől távol eső részét a vizek sivatagainak nevezik, mert annyira kevés a vízben a tápanyag és az oxigén.

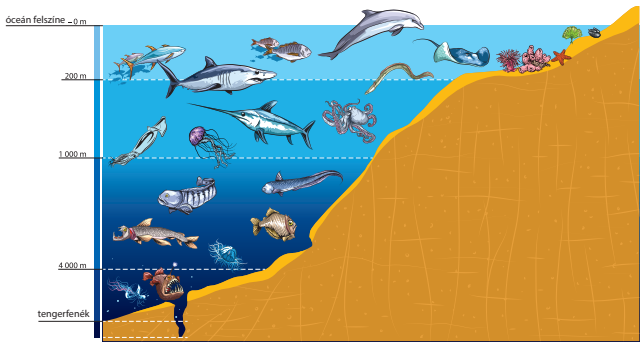
Mi jellemzi a partközeli sekély tengerek élővilágát?

„A *Proterocladus antiquus* nevű ősi növény mindössze néhány milliméter hosszúságúra nőtt. [...] Ez a valaha talált legősibb zöldmoszat. […] Egymilliárd éve az egész bioszféra a tengeri növényektől és algáktól függött, csupán ezek *fotoszintézise révén volt oxigén és táplálék…*”

(Forrás: https://ng.24.hu/tudomany/2020/02/25/ez-a-moszat-lehetett-a-szarazfoldi-novenyek-ose/)

1. Korábbi tanulmányaid alapján fogalmazd meg, hogy melyek voltak az első fotoszintetizáló élőlények a Földön?
2. A moszatok a tengerek termelői. Gyűjts össze tengeri állatfajokat és alkoss belőlük táplálékláncot!

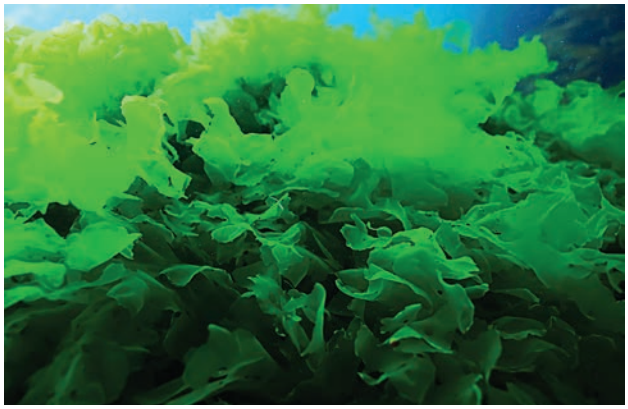
A tengerekben három, egymástól alapvetően eltérő élőhelytípus alakult ki: a **partközeli területek**, a **nyílt vizek** és a **mélytengerek** világa.



A tenger élőlényei

A **partközeli sekély tengerek**ben a fény lejut a tengerfenékig. Élővilágúk átlagosan a 200 méter mély kontinentális talapzatig terjed. A folyók ide hozzák az ásványi anyagokat, így a víz **tápanyagokban gazdag**. Az állandó hullámverés összekeveri a vizet és a levegőt, ezért a vízbe **sok oxigén** oldódik be. Nem véletlen, hogy ezeken a területeken a leg**gazdag**abb a tengeri élővilág.

A vizek legfelsőbb rétegeiben élnek a zöldmoszatok. Ha a mélyebb vízrétegek felé haladunk, a fény mennyisége csökken. A barnamoszatok 50-60 méteres mélységig, zöldes derengésben élnek. A vörösmoszatok a legmélyebb vizekben még mindig megtalálják életfeltételeiket.



Tengeri saláta

A Föld oxigénkészletének 55-57%-át a tengeri növények, közülük is elsősorban a plankton növényei állítják elő. Anyagcseréjük gyors, nagyon gyorsan osztódnak, és hatalmas mennyiségű **szerves anyagot** állítanak elő. Mégsem szaporodnak el túlságosan, mert gyors a felhasználásuk is. A növényevő elsődleges fogyasztók nagyon jól hasznosítják a bőséges tápanyagforrást. Az **elsődleges fogyasztók** között apró csigák, rákok és növényevő halak találhatók. A **másodlagos fogyasztói szint** ragadozói elsősorban a csalánozók, tüskésbőrűek, puhatestűek és halak köréből kerülnek ki. A **csúcsragadozókat** a nagy termetű halak, a tengerparti madarak és a part mentén élő tengeri emlősök alkotják. A **lebontó élőlények** például a szivacsok, féregfajok, csigák, kagylók, zsákállatok és a baktériumok igen nagy számban fordulnak elő.

Miért kerültek veszélybe a korallok?

A korallok sok szempontból szűk tűrésű élőlények. Érzékenyek a víz tisztaságára, átlátszóságára, hőmérsékletének állandóságára és magas sótartalmára, ráadásul oxigénigényesek is. A korallok mészvázát a savasodó tengervíz is jelentősen károsítja.

1. Tervezz egy kísérletet arra, hogyan vizsgálnád a korallok környezeti tényezőkkel (pl. víz kémhatása) szembeni tűrőképességét!

A **korallzátonyokat** korallpolipok telepei alkotják. A telepekben rengeteg állat él együtt. Ezek a szemet gyönyörködtető társulások csak ott alakulnak ki, ahol a tengervíz hőmérséklete soha nem süllyed 20 °C alá, és nem túl mély a víz. A korallok testük köré szilárd vázat építenek mészből.

A legtöbb korall moszatokkal él együtt, mert a trópusi tengerekben alacsony a vízben oldott oxigén mennyisége. A korall védelmet és a fotoszintézishez szükséges vegyületeket biztosít az algáknak. Az algák cserébe ellátják a korallokat szerves tápanyagokkal.

Miben különbözik a nyílt és a mélytengerek élővilága a partközeli vizekétől?

„Mintegy húszméteres hosszúságával az óriáskalmár – vagy rendszertani nevén: Architeuthis – a legnagyobb gerinctelen állat a Földön. Ugyanakkor ez a lény igencsak rejtőzködő: még soha, senki nem látta élve saját természetes élőhelyén. Az Architeuthishoz számos legenda kapcsolódik: korábban azt



A sziklás partokon gyakran találkozhatunk tengeri virágállatokkal. Szájnyílásukat tapogatók veszik körül, ezek segítségével ejtik el zsákmányukat



A ragadozó közönséges tintahalak a mélyebb vízrétegekben úszkálnak. Nagyon fejlett a látásuk, szemük meglepően hasonlít a halakéhoz

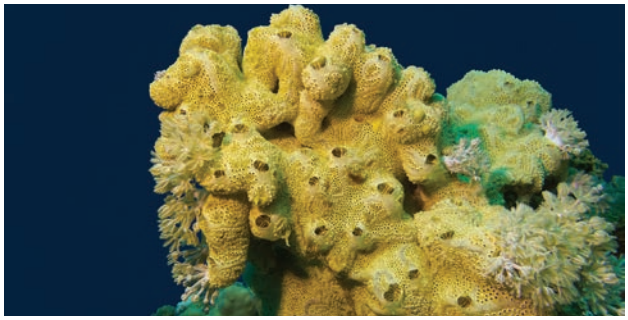
feltételezték, hogy ezek a lények évtizedekig, sőt akár egy évszázadig élnek a tenger mélyén, akár ezerméteres mélységben is. Senki sem tud biztosat róluk…"

(Forrás: ng.hu)

1. Rendszertanilag mely törzsbe tartoznak az óriáskalmárok?
2. Gyűjtsetek össze tengeri termelő, fogyasztó és lebontó szervezeteket! A fajlistából készítsetek táplálékláncot és táplálékhálózatot!

A **nyílt tengerek** életközösségei az óceánok **felső 200 méterének** végtelen víztömegében élnek. Ennek az élőhelynek **nincs alja**, nincs se tengerfenék, se szikla, amin meg lehetne kapaszkodni.

A **termelők** szintjét a lebegő életmódot folytató, planktonikus moszatok tömege adja. Az **elsődleges fogyasztók** elsősorban apró rákfajok, csalánozók, a heringfélék és szardíniafajok. Mivel a hal



A sziklákon szivacsok élnek. Fontos szerepük van a partközeli vizek tisztításában



A medúzák a plankton állataival táplálkoznak, de egyes fajok akár halakat is zsákmányolhatnak

az emberiség egyik legjobb és legegészségesebb fehérjeforrása, a **túlhalászat** súlyos népélelmezési gondokat vetít előre. A legnagyobb planktonfogyasztók a szilászcetek.

A **ragadozók** elsősorban a halak és az emlősök közül kerülnek ki, ilyenek a tonhal, a fókák, a delfinek és a cápák. A delfinek szintén cetfélék, de ragadozó állatok. Szájüregükben sok éles fog található. A világtengerek leghírhedtebb állatai a cápák. A kék cápa az egyik legveszedelmesebb tengeri ragadozó. Az óriáscápa apró fogaival és a kopoltyúlemezekből kialakult szűrőkészülékkel vonja ki a vízből táplálékát, a plankton élőlényeit.

A **mélytengerek** a nyílt tengerek zónája alatt találhatók. Itt már örök sötétség honol, hideg van, és a víz nyomása óriási. A fényhiány miatt megszűnik a növényi élet, a víz oxigéntartalma is minimális. Az egyedüli táplálékforrást a vízben **alászálló szerves hulladékok** jelentik. A sivár feltételek miatt a mélytengeri életközösségek **fajokban szegények**. Az itt élő állatok szűrögetők, dögevők vagy ragadozók. Nagyon lassan mozognak, sok halnak nagyon furcsa, félelmetes alakja van. Sokuk fényt kibocsátó baktériumokkal él együtt. A világítószerv a fajtársak egymásra találását és a táplálékszerzést segíti.



Palackorrú delfin



Tonhal



A mélytengeri horgászhal fején világító kinövés látható. Ezzel a „horgászbottal" csalja magához prédáját

JÓ, HA TUDOD!

- A vízben kisebb a hőingás, ugyanakkor kevesebb a légzéshez szükséges oldott oxigén.
- Nagyobb mélységekben a fényhiány és a növekvő nyomás gátolja az élőlények elterjedését.
- A hidegebb tengerek vizében több oxigén oldódik, ezért ezeken a helyeken magasabb a víz planktontartalma.
- A partok közelében a legmagasabb a víz tápanyagtartalma, élővilágúk sokszínű.
- A nyílt tengerek közül a magasabb planktontartalmú, hidegebb vizű területek élővilága gazdagabb.
- A mélytengerekben a nagy nyomás, az alacsony hőmérséklet, a kevés oxigén és a fényhiány miatt kevés élőlény él.

ELLENŐRIZD A TUDÁSOD!

1. Mi a plankton? Hogyan alakul a plankton mennyisége a hideg vizű és a trópusi tengerek felső rétegeiben? Mi az eltérés magyarázata?
2. Hogyan befolyásolják a fényviszonyok a moszatok elterjedését? Állítsd sorrendbe a moszatokat fényigény szempontjából!
3. Miért kedvezőek a partközeli tengerek életfeltételei?
4. Állíts össze egy táplálékláncot a partközeli területeken élő növények és állatok felhasználásával!
5. Miért kisebb a nyílt tengerek fajgazdagsága a partközeli tengerekhez képest?
6. Állíts össze táplálékláncot a nyílt tengerek élőlényeiből!
7. Miért csökken a fajgazdagság a vízmélység növekedésével?
8. Milyen táplálkozású lehet egy mélytengeri tápláléklánc első tagja?

ALKALMAZÁSOK, ÉRDEKESSÉGEK

Világítórák

Planktonikus állatok közé tartozik a krill, más néven világítórák. Ezek az apró élőlények tömegesen fordulnak elő a hideg tengerekben. A hatalmas bálnák legfontosabb táplálékai közé tartoznak.



Krill



Kék bálna

Bálnarekord

A világ legnagyobb ma élő állata az óriásbálna, más néven kék bálna. Testhossza elérheti a 35 métert, tömege a 200 tonnát. Az újszülött borjak 6–7 méter hosszúak, tömegük 2,5 tonna. Tüdejében 5000 liter levegő fér el. Az óriásbálna a hideg tengerek lakója, az északi és a déli féltekén is élnek populációi. A bálnavadászat következtében a kihalás szélére sodródott, veszélyeztetett faj.

KITEKINTÉS

Megismerted a tengerek élővilágát. Későbbi tanulmányaid során még találkozni fogsz több érdekes dologgal. A víz körforgását részletesen megismered majd. Tanulsz a vízről mint reakcióközegről. Megtanulod majd, hogy milyen szerepe van a víznek az élőlények szervezetében, illetve mi a különbség az óceánok és tengerek között, hogyan függ össze a víz sótartalma és fagyáspontja. Utánanézhetsz, hogy miért a térítők mentén a legmagasabb a tengervíz sótartalma? Hogyan lehet a tengervízből édesvizet készíteni? Milyen negatív hatásai vannak a hajózásnak? Hogyan alakul ki a cunami? Mi az atoll? Mi a különbség a lágy víz és a kemény víz között? Mit jelent a világtenger hőtágulása?

14. Az élőlények alkalmazkodása

Az élővilág sokféleségét számos tényező alakította ki az évmilliók során. A sokszínűség mögött számos fizikai, kémiai, földrajzi és biológiai tényező dolgozott össze.

KÉRDÉSEK, PROBLÉMÁK – KERESD A VÁLASZT!

Miért nem nyomódnak össze a mélytengeri halak?

Ahogy erről korábban tanultunk, a légnyomás értéke tengerszinten 1 atmoszféra vagy 100 000 pascal. A légnyomás a felettünk lévő levegőoszlop által kifejtett nyomással egyenlő. A vízben 10 méterenként 100 000 pascallal növekszik a vízoszlop nyomása. Azaz 100 méteres mélységben már 1 100 000 Pa, 1 000 méteres vízmélységben pedig 10 100 000 Pa a nyomás. Földünk jelenleg ismert legmélyebb pontja a csendes-óceáni Mariana-árokban található, a Challenger-szakadék. Itt a nyomás 1 001 300 000 Pa. Hogyan maradhatnak életben ekkora nyomáson például az ott élő élőlények?

Az élőlények szövetei jelentős mennyiségben tartalmaznak vizet, a medúzáknál ez az érték meghaladja a 95%-ot, az emberi szövetek is több mint 60%-ban vízből épülnek fel. A mélytengeri élőlények szöveteiben lévő víz nyomása megegyezik a környezeti nyomással. Biztosan emlékszel, a víz gyakorlatilag összenyomhatatlan, ezért a szövetek sem deformálódnak a rendkívüli nyomás ellenére sem. Egy mélytengeri élőlény számára éppen az jelentheti a halálos veszélyt, ha hirtelen kis mélységbe, a felszín közelébe kerül. Ekkor belülről szétrobban a nyomáskülönbség miatt.

Színek és elterjedés

Az állandó testhőmérsékletű állatok színe összefügg a környezeti páratartalommal. A sarkok felé haladva a közel rokon állatok színe egyre világosabbá válik, és fordítva. Már az 1800-as években megfigyelték, hogy a magasabb páratartalmú élőhelyen található madárfajok tollazata sötétebb színű, mint a szárazabb élőhelyeken élő rokon fajoké. Ennek egyik lehetséges magyarázata, hogy a sötétebb színű tollak jobban ellenállnak a tollakon élősködő baktériumoknak. A párásabb környezetben több kórokozó baktérium telepedhet meg a tollakon, és elősegíti azok szaporodását, de a sötét tollak jobban ellenállnak ennek. Az emlősök között is megfigyelhető ez a jelenség: az Egyenlítő mentén, a trópusokon élő egyedek sötétebb színűek, mint a sarkvidékhez közelebb lakó rokon fajok. Ebben az esetben feltehetően az ultraibolya sugárzás elleni védekezés magyarázza ezt. A sötétebb színű bőr vagy szőrzet eredményesebben alkalmazkodik a nagyobb mennyiségű sugárzáshoz. Azaz csökkenti a sugárzás károsító hatását. A sarkokhoz közel viszont a világosabb bőr vagy szőrzetszín biztosítja, hogy az egyedet érő kisebb mennyiségű, ezért a károsító szint alatti UV-sugárzás kifejthesse jótékony hatását a szükséges vitaminok előállítása ér-



Kékpettyes tüskésrája



A macskabagoly tollazatának színe is függ a környezettől

dekében. Az UV-sugárzás hatása, mint minden környezeti hatás általában, nem jó vagy rossz, hanem vannak előnyei és hátrányai. Ezáltal a természetben fellelhető egyensúlyt szolgálja.

Miért nő a testméret a sarkok felé haladva?

A pingvinek közé legalább tizenhét faj tartozik. Tollazatuk, szárnyuk, izomzatuk mind ahhoz alkalmazkodott, hogy a vízben tudjanak úszni. Akár 20 méteres mélységben is képesek vadászni, és akár 35 km/h sebességgel tudnak úszni. Fajaik a déli féltekén találhatók. A legkisebb pingvinfaj az alig 40 cm hosszú, Dél-Ausztráliában, Tasmaniában és Új-Zélandon földbe vájt üregekben fészkelő törpepingvin. A forró Galápagos-szigeteken is apró termetű, 50 cm magas és 2 kilogramm tömegű pingvinek élnek. Ugyanakkor az Antarktisz fagyos vidékein 30 kilogramm tömegű, 120 centiméter magas császárpingvinek élnek. Megfigyelhető tehát, hogy minél melegebb éghajlaton él egy pingvin, annál kisebb a teste. Minél nagyobb a pingvinek térfogata, annál több hőt tudnak termelni. A hőleadás viszont a testfelületen keresztül valósul meg. A nagyobb pingvineknek a testfelülete is nagyobb. De ha felnagyítunk egy pingvint, térfogatuk gyorsabban nő, mint a felületük. Tehát a nagy pingvinek arányában több hőt termelnek, mint amennyit leadnak.



Afrikai pingvin

Mi a legjobb hőszigetelő?

Az élőlényeknek alkalmazkodni kell a környezet hőmérsékletéhez. Például a jegesmedve szőre különleges szerkezetének köszönhetően nagyon jó hőszigetelőnek bizonyul. Segít az állatnak megakadályozni a hőveszteséget a zord sarkköri hideg és párás éghajlati viszonyok között is. A jegesmedve szőrzete belül nem tömör, hanem üreges, ellentétben az emberi hajjal vagy más emlősök szőrzetével. Az üregek hosszúkás alakja és távolsága adja a jegesmedve szőrének jellegzetes fehér színét. Az üregek jó hőszigetelők, és minden szőrszálat rendkívül könnyűvé tesznek. Ezenkívül a jegesmedvék szőrének nem nedvesítő természete melegen tartja az állatot, amikor a fagypont alatti hőmérsékleten és párás körülmények között úszik. Mit jelent a nem nedvesítő természet? A szőrök lepergetik magukról a vizet, az nem tapad rájuk. Hogy magyarázhatnánk ezt részecskékkel? A víz és a szőr anyagának részecskéi között kisebb a vonzóerő, mint a vízrészecskék között. A víz így gömbökké áll össze a jegesmedve bundáján, mint a harmat a viaszos leveleken, és ha a jegesmedve megrázza magát, a gömbök könnyen leperegnek.



Jegesmedve bundája

Sokszínű élővilág

rendszerezés



- faj
- nemzetség
- család
- rend
- osztály
- törzs
- ország

az élővilág országai

- egyszerű eukarióták
- valódi baktériumok
- ős-baktériumok
- állatok
- növények
- gombák

az állatvilág főbb képviselői

- gerincesek
  - állandó testhőmérsékletűek
    - emlősök
    - halak
    - madarak
    - hüllők
    - kétéltűek
  - változó testhőmérsékletűek
- gerinctelenek
  - szivacsok
  - csalánozók
  - gyűrűsférgek
  - puhatestűek
  - laposférgek
  - tüskésbőrűek
  - rákok
  - pókok
  - rovarok

a növényvilág főbb képviselői

- moszatok
  - zöldmoszatok
  - vörösmoszatok
- szárazföldi növények
  - mohák
  - harasztok
  - nyitvatermők
  - zárvatermők

környezeti tényezők

biotikus környezeti tényezők

szimbiózis

asztalközösség

parazitizmus

versengés

táplálékszerzés

abiotikus környezeti tényezők

levegő

sótartalom

talaj

hőmérséklet

fény

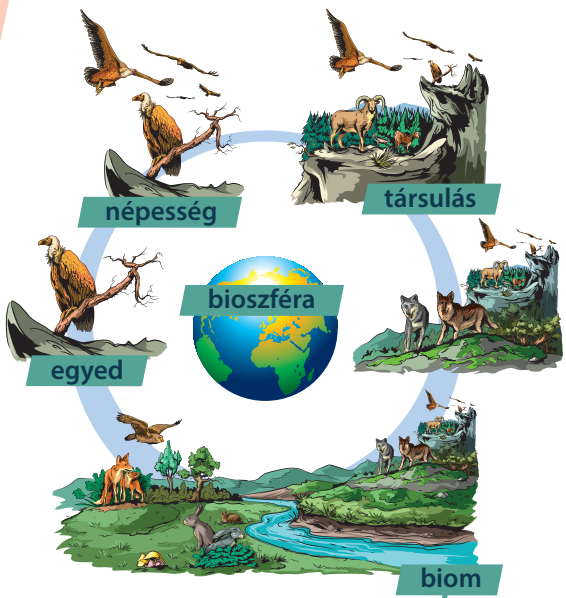
víz

ásványok

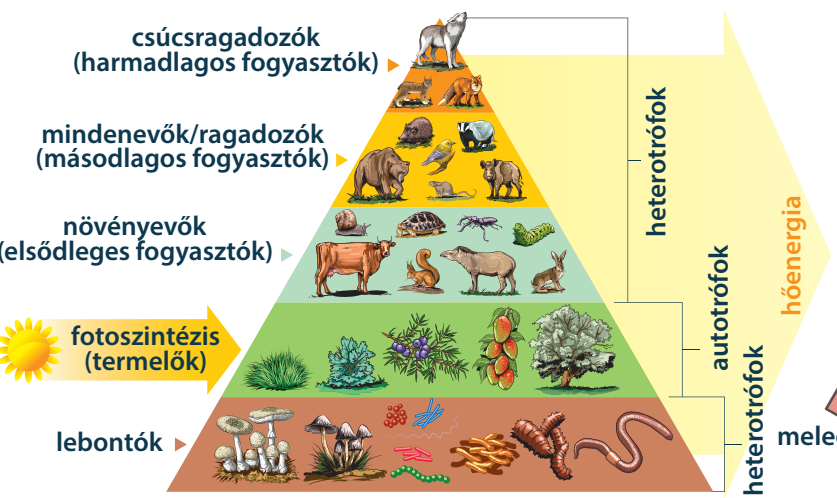
pH

páratartalom

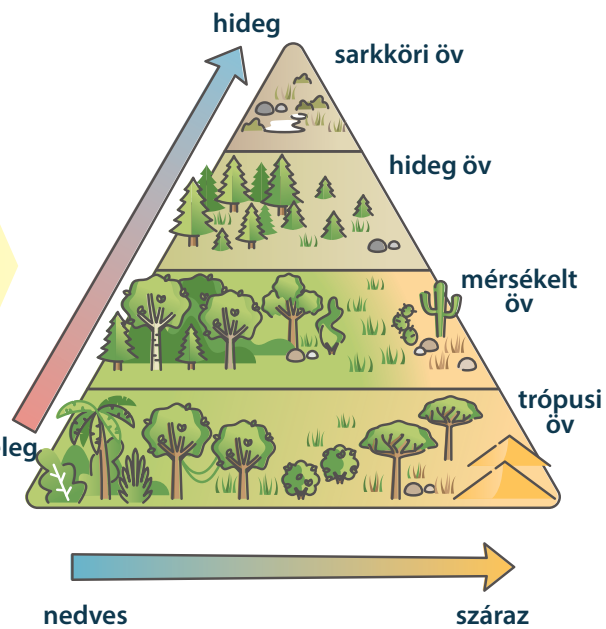
szerveződési szintek



energiaáramlás a táplálékláncban



biomok



Grafikák: Cseszneg Gyöngyi és Morvay Zsófia: 15, 17, 21, 31, 42, 43, 47, 55, 59, 56, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 72, 73, 74, 83, 88, 89, 95, 98, 99, 104, 112, 113, 115, 118, 120, 121, 122, 124, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 136, 137, 143, 145, 149, 150, 152, 158, 169, 172, 173, 174, 178, 179, 183, 189, 196, 204, 205, 233, 234, 278, 279
A kiadványban szereplő fotókat a tananyagfejlesztők készítették az alábbiak kivételével:
Shutterstock: 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15: elRoce, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50: Obs70, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 61, 62, 63, 65, 67, 68, 69, 70, 70: geogif, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 79, 80, 89, 83, 84, 85, 86, 87, 87: Aerovista Luchtfotografie, 88, 89, 91, 92, 93, 94, 95, 96: James Kirkikis, 97, 101, 102, 102: Joaquin Corbalan P, 105, 105: G Torres, 107, 108, 109, 110, 113, 114, 115, 116, 118, 119, 119: Ivo Zaloudek, 120, 126, 129, 133, 133: Emilio100, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 146, 147, 148, 151, 153, 154, 156, 157, 158, 159, 160, 160: Yevhen Prozhyrko, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191: Danny Ye, 192, 193, 194, 195, 195: Danny Ye, 196, 196: Marcio Jose Bastos Silva, Greg Grabowski, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 246: Ruwan Walpola, 247, 249, 250, 251, 252, 253, 253: Teo Tarras, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 27915. o. Carl von Linné, © CULTiRiS / INTERFOTO / Sammlung Rauch
17. o. Méter etalon, Wikipedia, Chabe01, CC BY-SA 4.0
22. o. Őskilogramm, Wikipedia, Greg L, CC BY-SY 3.0
31. o. Útvonalterv, Google-útvonaltervező
39. o. Mr. Yuk, Pittsburghi Gyermekkórház
54. o. Pirométer, fotós: Vadász Sándor
56. o. Az arkhimédészi hengerpár, www.taneszközcentrum.hu
57. o. Vízibuzogány, fotós: Vadász Sándor
58. o. Lukas palack, Fizika 7. tankönyv 46. oldali ábrája (FI-505040701, tananyagfejlesztők: Dégen Csaba, Kartaly István, Sztanó Péterné, Urbán János)
61. o. Xiaolangdi völgyzáró gát, doka.com
65. o. Forrás, Wikipedia, Bakó István, CC BY-SA 3.0
65. o. Hajszálcsövek, © CULTiRiS / EYE OF SCIENCE / SCIENCE PHOTO LIBRARY
73. o. Andre Kuipers, NASA
90. o. Kísérleti eszközök, Kémia 7–8. tankönyv I. kötet ábrája (OH-KEM78TB/I, tananyagfejlesztők: Albert Attila, Albert Viktor, Gávris Éva, Hetzl Andrea, Paulovits Ferenc)
90. o. Fémek, Kémia 7–8. tankönyv I. kötet ábrája (OH-KEM78TB/I, tananyagfejlesztők: Albert Attila, Albert Viktor, Gávris Éva, Hetzl Andrea, Paulovits Ferenc)
94. o. Molekularács, Kavli Institute at Cornell for Nanoscale Science https://www.kicnano.cornell.edu/
97. o. Bubble Head, Clayton Anderson, NASA
97. o. Kristálybarlang, © CULTiRiS / JAVIER TRUEBA / MSF / SCIENCE PHOTO LIBRARY
107. o. Kémia 9. tankönyv 48. oldali képe (OH-KEM9TA, tananyagfejlesztők: Bárány Zsolt Béla, Hotziné Pócsi Anikó, Marchis Valér, Várallyainé Balázs Judit, 2020)
111. o. Kémia 7–8. tankönyv I. kötet 34. oldali képe (OH-KEM78TB/I., tananyagfejlesztők: Albert Attila, Albert Viktor, Gávris Éva, Hetzl Andrea, Paulovits Ferenc, 2021)
119. o. Hevesy György, Wikipedia, public domain
123. o. Dmitrij Mengyelejev, Wikipedia, public domain
123. o. Mengyelejev-féle táblázat, Wikipedia, public domain
134. o. Tűrőképességi görbe, Biológia tankönyv 9–10. II. kötet 194. oldali ábrája (OH-BIO910TA, tananyagfejlesztők: Baranyai József, Veres Gábor)
163. o. Elefántfogkrém, © CULTiRiS / SCIENCE PHOTO LIBRARY
175. o. Kémia 9–10. tankönyv II. kötet 177. oldali ábrája, Baróthy Andrea rajza (OH-KEM910TB/II., tananyagfejlesztők: Bárány Zsolt Béla, Hotziné Pócsi Anikó, Marchis Valér, Várallyainé Balázs Judit)
184. o. Mélytengeri életközösség, National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)
185. o. Kísérleti berendezés fotoszintézis mérésére, Biológia tankönyv az általános iskolák számára, Baróthy Andrea rajza (OH-BIO78TA, tananyagfejlesztők: Baranyai József, Veres Gábor, Kerényi Zoltán)
187. o. A sejtszintű anyagcsere folyamata, Biológia tankönyv az általános iskolák számára, Baróthy Andrea rajza (OH-BIO78TA, tananyagfejlesztők: Baranyai József, Veres Gábor, Kerényi Zoltán)
189. o. Az elefántmadár tojása és egy tyúktojás, © CULTiRiS / PAUL D STEWART / SCIENCE PHOTO LIBRARY
192. o. Ősi kétéltű, Wikipedia, public domain
192. o. Őshüllő, Wikipedia, public domain
195. o. Lábnyomok, Wikipedia, public domain
196. o. A „Turkana fiú", egy híres Homo erectus lelet múzeumban kiállított másolata, Wikipedia, CC By-SA 3.0 Wapondaponda
205. o. Evolúciós spirál, NKP, Biológia 12., III. Az élet lehetőségei és az evolúció, 1. ábra, Utolsó letöltés dátuma: 2022. 06. 08.
209. o. Carl Linné, Wikipedia, public domain
203. o. Charles Darwin, Wikipedia, public domain
209. o. Rendszertani csoportok, Baróthy Andrea (OH-BIO78TA, tananyagfejlesztők: Baranyai József, Veres Gábor, Kerényi Zoltán)
212. o. Moha, Természetismeret 7. munkafüzet 40. oldali ábrája, Mátyás Ildikó rajza (NT-98757/M, tananyagfejlesztő: Lukács István)216. o. Zuzmótelep keresztmetszetének mikroszkópos fotója, https://forum.mikroscopia.com/topic/1802-lasallia-pustulata/?hl=lichen (Utolsó letöltés dátuma: 2022. 03. 30.) André Advocat
217. o. Zárvatermők, Biológia tankönyv az általános iskolák számára könyv ábrája, Baróthy Andrea rajza (OH-BIO78TA, tananyagfejlesztők: Baranyai József, Veres Gábor, Kerényi Zoltán)
217. o. Az egyszikű és kétszikű növények közötti főbb különbségek, OFI-505031001, Biológia 10. ábrája
220. o. Kalaposgomba, Biológia tankönyv az általános iskolák számára könyv ábrája, Baróthy Andrea rajza (OH-BIO78TA, tananyagfejlesztők: Baranyai József, Veres Gábor, Kerényi Zoltán)
224. o. Kétoldali szimmetria, Biológia tankönyv az általános iskolák számára könyv ábrája, Baróthy Andrea rajza (OH-BIO78TA, tananyagfejlesztők: Baranyai József, Veres Gábor, Kerényi Zoltán)
225. o. Az ízelt láb részlete, Biológia tankönyv az általános iskolák számára könyv ábrája, Baróthy Andrea rajza (OH-BIO78TA, tananyagfejlesztők: Baranyai József, Veres Gábor, Kerényi Zoltán)
226. o. A rovarok szájszervei, Biológia – Egészségtan 7. tankönyv 65. oldali ábrája (FI-505030701_1, tananyagfejlesztők: Kropog Erzsébet, Németh Andrea)
248. o. Éghajlati övezetek a Földön, Biológia – Egészségtan 7. tankönyv ábrája (FI-505030701_1, tananyagfejlesztők: Kropog Erzsébet, Németh Andrea)
248. o. A biomok elhelyezkedése a Földön, Biológia – Egészségtan 7. tankönyv ábrája (FI-505030701_1, tananyagfejlesztők: Kropog Erzsébet, Németh Andrea)
280. és 281. o. Periódusos rendszer, Kémia 9–10. tankönyv I. kötet 168, 169. oldali ábrája (OH-KEM910TB/1, tananyagfejlesztők: Bárány Zsolt Béla, Hotziné Pócsi Anikó, Marchis Valér, Várallyainé Balázs Judit)