OKTATÁSI HIVATAL

NAT 2020

Fizika

tankönyv

7–8



Fizika 7-8.

A tankönyv TKV/384-8/2022 engedélyszámon 2022.03.23-tól 2027.08.31-ig engedélyt kapott.
A tankönyv megfelel a Nemzeti alaptanterv kiadásáról, bevezetéséről és alkalmazásáról szóló 110/2012. (VI.4.) Korm. rendelet alapján készült, 2020.01.31. után kiadott 7-8. évfolyam fizika tantárgy kerettantervének.

A tankönyvvé nyilvántartási eljárásban közreműködő szakértők: Zsoldos Tamásné

Tananyagfejlesztők: Dégen Csaba, Medgyes Sándorné, Sztanó Péterné

Szakmai lektor: Varga Balázs

Kerettantervi szakértő: Dr. Ádám Péter

Felelős szerkesztő: Lampert Csaba

Grafikák: Nagy Zsófia, Megyeri Katalin, Shutterstock

A kiadványban felhasználtuk Dégen Csaba, Kartaly István, Sztanó Péterné, Urbán János: Fizika 7. tankönyv (rakt. sz.: FI-505040701/1) és Dégen Csaba, Kartaly István, Sztanó Péterné, Urbán János: Fizika 8. tankönyv (rakt. sz.: FI-505040801/1) című műveiket.

A tankönyvben szereplő kísérleti fotók elkészítéséért köszönetet mondunk Piláth Károlynak és Sánta Balázsnak.

© Oktatási Hivatal, 2022

ISBN 978-963-436-246-3

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-FIZ78TA
Tankönyvkiadási osztályvezető: Horváth Zoltán Ákos
Műszaki szerkesztő: Orosz Adél, Görög Istvánné
Grafikai szerkesztő: Nagy Áron
Nyomdai előkészítés: Tóth Attila
Terjedelem: 29,355 (A/5) ív
A könyv tömege: 616 gramm
1. kiadás, 2022

Gyártás: Könyvtárellátó Nonprofit Kft.

Nyomta és kötötte: XXXX
Felelős vezető: XXXX
A nyomdai megrendelés törzsszáma: XXXX

SZÉCHENYI 2020

MAGYARORSZÁG KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Szociális Alap

BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Előszó

Miről lesz szó a Fizika 7-8. tankönyvben?

A fizika új tantárgyként jelenik meg a 7. osztályban. Ebben a tankönyvben a szerzőknek az volt a céljuk, hogy a 7. és 8. évfolyam tananyagát minél érdekesebben ismertessék meg Veletek.

Az első fejezetben a mérés különböző fajtái mellet megismerkedhettek a jelenségek magyarázataival, illetve a fizika szakterületeivel is.

A további fejezetekben a körülöttünk lévő világot, a különböző fizikai jelenségeket mutatják be a szerzők. Részletesen foglalkoznak az energiával, a mozgással, de külön fejezet járja körül a lendület fogalmát, valamint a víz és a levegő jellegzetes halmazállapot-változásait is.

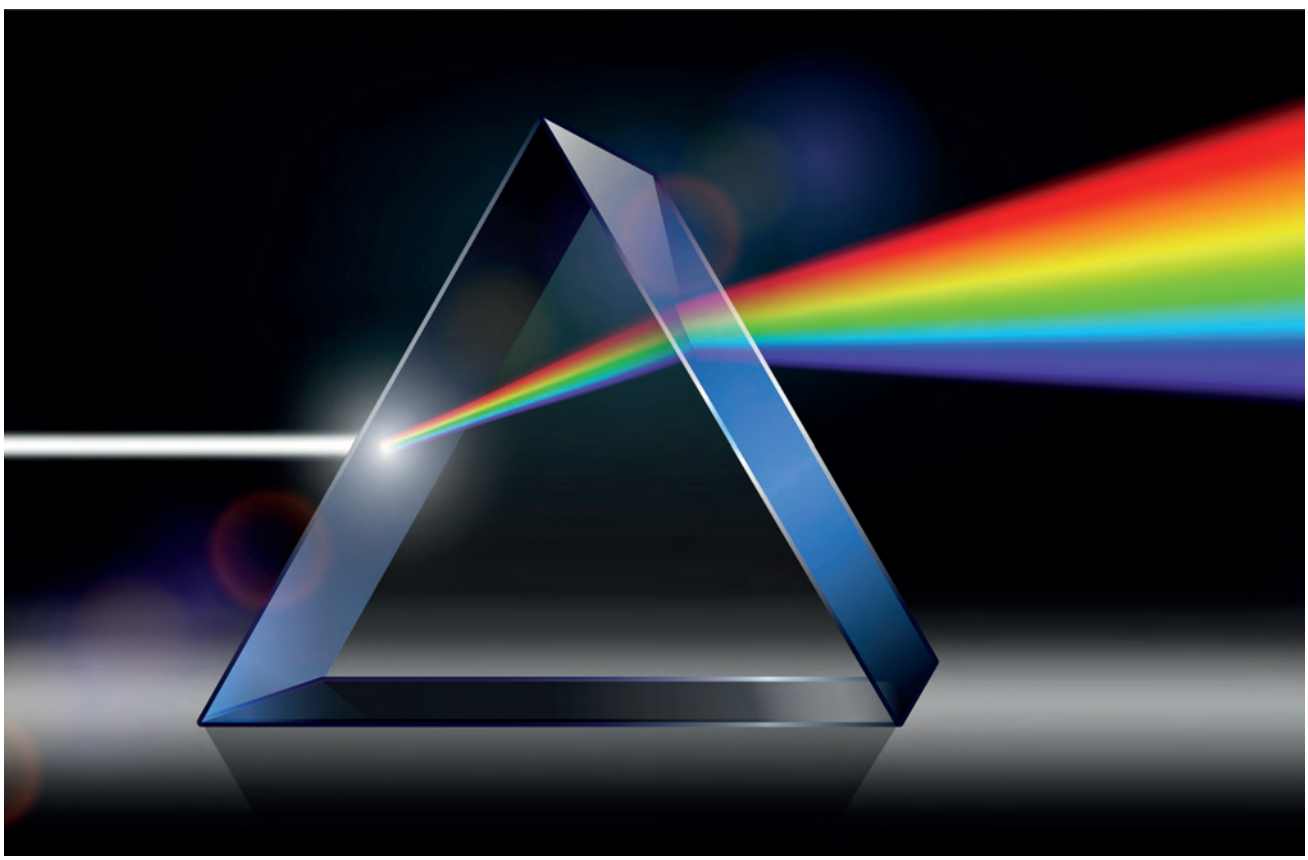
Sok, már általatok ismert mindennapi jelenség kap magyarázatot például az Elektromosság, vagy a Világítás, fény című fejezetekben is.

A hullámok különböző fajtáinak megismerése után többek között az éghajlatváltozás, illetve környezetünk egyéb globális problémáinak okait is feltárják a szerzők, valamint betekintést nyerhettek az égi jelenségek izgalmas világába is.

A könnyebb érthetőség kedvéért az egyes leckékben az adott tananyag elsajátítását színes képek és rajzok segítik, illetve szakábrák is szemléltetik a fogalmakat. A kísérletek zöld színnel vannak kiemelve, míg az érdekességek és a leckéhez tartozó kérdések és feladatok napsárga hátteret kaptak. Minden lecke végén egy összefoglalás található a legfontosabb emlékeztetőkkel.

Az új ismeretek hatékony alkalmazását szolgálja a tankönyv anyagát tartalmazó, tevékenykedtető munkafüzet is.

A tananyag alkotói bíznak benne, hogy tankönyvük segítségével örömötöket lelitek majd a fizikai jelenségek megismerésében. Ehhez kívánnak jó tanulást és érdekes kísérletezést.



1. A MÉRÉS

Történelemórán tanultunk már őslényekről, ősemberekről. Lehetséges, hogy létezik ősméter vagy talán őskilogramm is?





Mennyire fúj a szél, ha már viharos?



Mekkorát ugorjon a sportoló, hogy kijusson az olimpiára?



Milyen gyorsan tekerje a kerékpárt a biciklista a győzelemhez?



Mennyit mutat a mérleg?

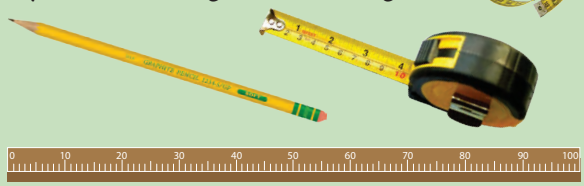
Mindegyik kérdésben adatra kérdeztünk rá. Mekkora a szél sebessége? Hány métert ugrik a távolugró? Mekkora sebességgel lehet kerékpárversenyt nyerni? Hány kilogramm vagyok? A kérdések megválaszolásához méréseket kell végezni.

Hosszúságmérés

A mérés során összehasonlítást végzünk. A mérendő mennyiséget hasonlítjuk össze az egységnyinek választott mennyiséggel. Például ha a távolugró ugrása 7 méter, az azt jelenti, hogy a táv hétszer akkora, mint az 1 méter hosszúság. A mérleg által mutatott 59 kg ötvenkilencszer több az 1 kilogrammnál. Az is lehet, hogy a tanulópad hosszúsága 17 ceruza hosszúságú. Ez a mérés nem egyértelmű, mert a méret attól függ, hogy kinek melyik ceruzáját használtuk mérőeszközként.

1. kísérlet

Mérd meg a tanulópad hosszúságát! Használhatsz mérőrudat, mérőszalagot, akár ceruzát is. Mérd meg az osztályterem szélességét és hosszúságát!



Ha kisebb beosztású mérőeszközt használunk, akkor a milliméternél kisebb egységet is meghatározhatunk. Milliméternél kisebb egység például a mikrométer és a nanométer. Ilyen pontosság leolvasására az emberi szem nem képes. Az emberi szem 1 méter távolságból két pontot akkor képes megkülönböztetni, ha azok legalább 0,3 mm távolságra vannak egymástól. Ennél kisebb távolságok meghatározásánál speciális eszközöket kell használni.



Távolságmérésre olyan esetben is szükség lehet, amikor a méréseket nem tudjuk az adott helyen elvégezni. Ilyen eset lehet egy torony vagy hegy magassága vagy a tenger mélysége, de a Föld–Hold távolságának megmérése is. Ilyenkor távérzékelőt kell használni. A sokféle távmérőeszköz közül az egyik például a radarhullám visszaverődési idejének mérését használja fel a távolság meghatározásához.

Távolságok mérése digitális térképen is lehetséges, erre többféle program is lehetőséget ad. A Google Earth segítségével megmérhetjük két település, két hegycsúcs távolságát, de lehetőségünk van útvonal, terület kiszámítására is.

Feladat

Mérd meg a Google Earth segítségével, milyen hosszú a tihanyi rév útvonala légvonalban!

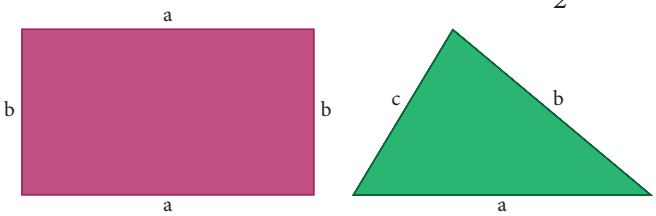
Megoldás:

Indítsd el a programot, majd keresd meg a feladatban jelölt területet! Kapcsold be a „vonalzó” funkciót, ekkor megjelenik egy ablak, amelyben választhatsz a távolság, kerület és terület mértékegység beállítási lehetőségei között.
Helyezd a kurzor jelét az egyik kikötő végpontjára, majd húzd a rév másik kikötőjéig! Olvasd le a távolságadatot! Ügyelj a kiválasztott mértékegységre!
Az útvonal hossza kb. 1080 méter.



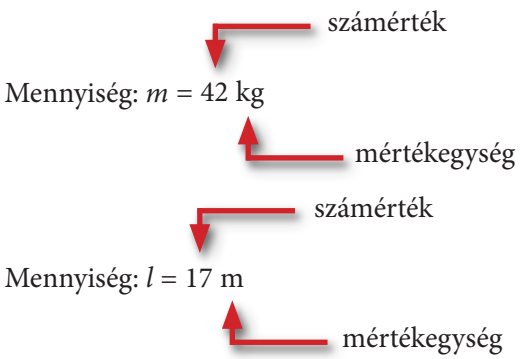
Területmérés

A síkidomok kiterjedésének mennyiségi jellemzője a terület. A terület jele T, mértékegysége m^2.
$1\ m^2$ a területe az 1 m oldalú négyzetnek.
$1\ cm^2$ a területe az 1 cm oldalú négyzetnek.
$1\ m^2 = 10\,000\ cm^2$
Sokféle síkidom területét számítással határozzuk meg, ha ismerjük a megfelelő méreteket. A téglalap területe például $T = a \cdot b$, a háromszög területe $T = \frac{a \cdot m}{2}$.



Mértékegység

A mérés eredményét adott mennyiséggel fejezzük ki. A mennyiség mindig számértékből és mértékegységből áll. A fizikai mennyiségek jelölésére valamilyen betűt használunk, hogy ne kelljen mindig kiírni a teljes megnevezésüket. A hosszúság egy fizikai mennyiség, amelynek lehetséges jelei: l, h, d, s. A tömeg is egy fizikai mennyiség, jelölésére m betűt használunk.



Feladat

Mérd meg a Google Earth segítségével, hogy mekkora a szegedi Dóm tér kerülete és területe!

Megoldás:

Keresd meg a kijelölt helyet!
Válaszd ki a Google Earth program „vonalzó” funkcióját, majd azon belül a sokszög lehetőséget! Jelöld meg az egér segítségével a tér négy sarkát! Ha szükséges, igazítsd meg a sarokpontokat! Válaszd ki azt a mértékegységet, amelyik a legjobban használható a mérés szempontjából!
A tér kerülete kb. 600 m.
A tér területe kb. 20300 m^2 (kerekítve kb. 0,2 km^2).



Érdekesség

Korábban sok gondot okozott, hogy országonként, területenként más-más mértékegységeket használtak. Az ebből adódó problémák kiküszöbölésére a franciák (1799-ben) elkészítették a hosszúság és a tömeg mértékegységét: az ősmétert és az őskilogrammot. 1 méter a Föld Párizson átmenő délkörének 40 milliomod része. 1 kilogramm körülbelül 1 dm^3 4 °C-os tiszta víz tömege. Természetesen ma már sokkal pontosabb meghatározások vannak az alapegységekre.

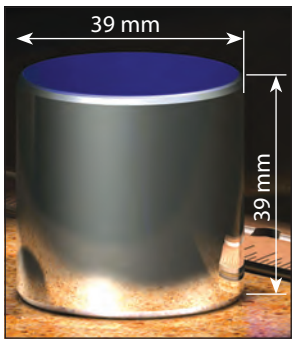
Érdekesség

Néhány országban (Amerikai Egyesült Államok, Ausztrália) még ma is használatban van sok régi mértékegység. Például az útjelző táblák mérföldben (mile) mutatják a városok távolságát; a műszaki gyakorlatban használatos mértékegység a hüvelyk (inch): a csavarmenet, a csavarhúzó, a cső átmérőjét ezekben az országokban inchben adják meg.
Keresd meg az interneten vagy a lexikonban, mekkora mértékegység a mile (mérföld), az inch (hüvelyk) és a col (")! Mennyire pontos a km-ről mérföldre történő átszámítás a fényképen látható útjelző táblán?



Feladat

Gréta szobájának magassága három és fél méter. Írd le a szövegből a megadott mennyiséget fizikai jelekkel, és váltsd át a méternél kisebb egységekre!
Megoldás:
l = 3,5 m = 35 dm = 350 cm = 3500 mm.





Az ősméter és az őskilogramm is platina-irídium ötvözetből készült

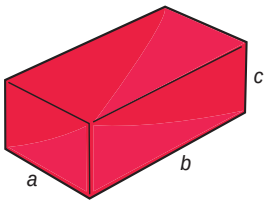
SI-rendszer

Hazánkban a nemzetközi mértékegységrendszert használjuk. Ezt a rendszert, francia elnevezésének – Système International d'Unités – rövidítése alapján SI-rendszernek hívjuk. Az alapegységek mellett gyakran használjuk azok többszörösét vagy törtrészét. A hosszúság alapegysége a méter (m). Ennél nagyobb egység a kilométer (km), kisebb mértékegység a deciméter (dm), a centiméter (cm) és a milliméter (mm).
1 km = 1000 m
1 m = 10 dm
1 dm = 10 cm
1 cm = 10 mm
Két egyenlő mennyiség esetében, ahányszor nagyobb a mértékegység, annyiszor kisebb a számérték.
600 cm = 6 m (A centiméternek 100-szorosa a méter, a 600-nak századrésze a 6.)

előtag neve	rövidítése	jelentése	példa neve	példa rövidítése
milli	m	ezred	milliméter	mm
centi	c	század	centiméter	cm
deci	d	tized	deciméter	dm
deka	dk	tízszeres	dekagramm	dkg
hekto	h	százszoros	hektoliter	hl
kilo	k	ezerszeres	kilométer	km

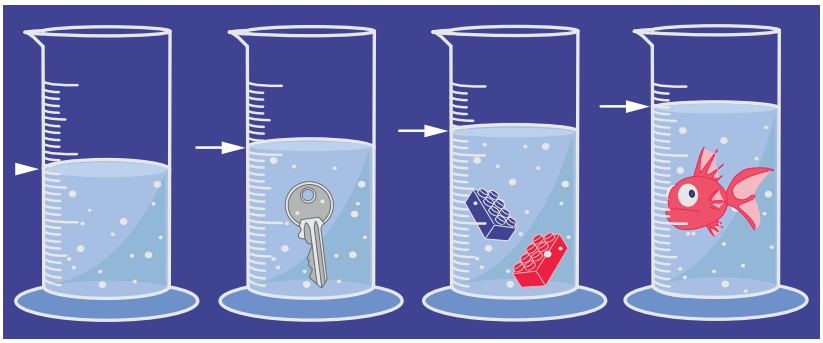
Az alapegységek mellett használt kisebb és nagyobb egységek előtagjainak jelentését mutatja az alábbi táblázat. (Ezeket az előtagokat prefixumoknak nevezzük.)
$mm \underset{10}{<} cm \underset{10}{<} dm \underset{10}{<} m \underset{1000}{<} km$

Térfogatmérés



A testek térbeli kiterjedésének mennyiségi jellemzője a térfogat. A térfogat jele *V*, mértékegysége m^3.
1 m^3 a térfogata az 1 m élhosszúságú kockának. 1 cm^3 a térfogata egy olyan kockának, amelynek minden éle 1 cm. 1 m^3 = 1000 dm^3, 1 dm^3 = 1000 cm^3.
Sokféle test térfogatát számítással is meghatározhatjuk. A téglatest térfogata például: $V = a \cdot b \cdot c$.

Méréssel azonban a szabálytalan alakú testek térfogatát is meg lehet határozni. Szilárd testek térfogatának mérésekor először vizet öntünk a mérőhengerbe, azután beletesszük a mérendő testet. A mérőhenger most az adott test és a víz együttes térfogatát mutatja. A test térfogatát ezért úgy határozzuk meg, hogy ebből az együttes térfogatból kivonjuk a víz térfogatát.



2. kísérlet

Mérd meg a mérőhenger vizében levő, különböző alakú és méretű testek térfogatát! Használj a kísérlethez egy pénzérmét, egy üveggolyót és egy alumíniumhasábot! A mért eredményt jegyezd le!



A mérőhengerek egy része milliliteres beosztású. Mit gondolsz, ezzel is lehet térfogatot mérni?
Igen, mert a milliliter, a deciliter és a liter is térfogat-mértékegység.
1 cm^3 = 1 ml,
1 dm^3 = 1 l.

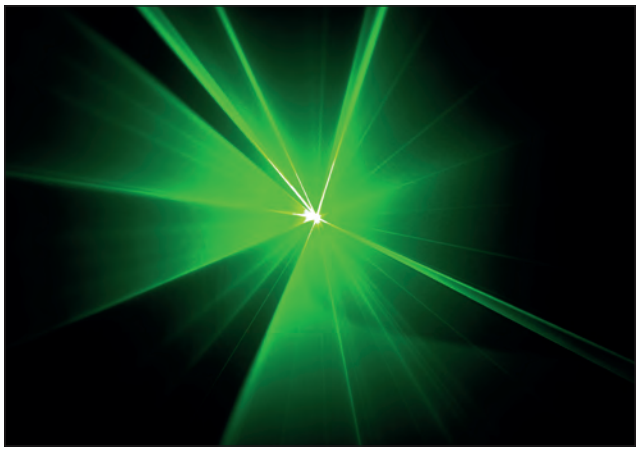
A megfigyelés és a kísérlet

A környezetünkben történő jelenségek megismeréséhez, tudásunk gyarapításához gondos **megfigyeléseket** kell végeznünk. Például megfigyelhetünk egy pohár szörpöt, amit szénsavval dúsított ásványvízzel készítettünk, és jégkockával hűtöttünk. Az üdítő felszíne vízszintes, a szörp az alján gyűlt össze, amit fel kell kavarni, az apró buborékok viszont folyamatosan a felszínre törnek, a jégkocka pedig olvadozva úszik az üdítő felszínén. Az előbb felsorolt jelenségek egyediek? Véletlenül alakult így? Vagy mindig ez történik egy pohár üdítővel? Máshol, más körülmények között is?

Hogy környezetünk jelenségeit jól ismerjük, több megfigyelésre és céltudatos vizsgálatra van szükség. Ehhez mi állítjuk össze és folytatjuk le a vizsgált jelenséget, azaz **kísérletet** végzünk. Például megnézhetjük, hogy más szörpök, folyadékok vagy anyagok hova kerülnek, ha vízbe tesszük őket. Ezután a megfigyeléseket rendszerezzük, összehasonlítjuk és elemezzük. Elemzésünk végén arra jutunk, hogy az anyagok egyik tulajdonsága, a sűrűség határozza meg, hogy hova kerülnek a vízben. Ehhez viszont már a kísérlet mellett mérést is kell végeznünk.



A jelenségek magyarázata



A megfigyelés és a kísérlet a természettudományos kutatás alapja. A megfigyelést követően a tudós – még a kísérletezés előtt – felállít egy hipotézist (feltevést). A tudósok által elfogadott hipotézist már elméletnek nevezzük. Ezután a felvetéseket kísérletekkel ellenőrzik. Fontos, hogy a kísérletek különböző helyeken és különböző időben megismételhetők legyenek. A fizikusok az elméleteket aszerint csoportosítják, hogy miről szól a magyarázat. A **fizika szakterületei** közül a mechanika a dolgok mozgásának magyarázatával foglalkozik, a hőtani elméletek a testek hőállapotának megváltozását magyarázzák (például a melegedés vagy az olvadás), az elektromágnesség az elektromos jelenségek és a mágneses hatások elmélete, a fénytan a fényjelenségek elméleteit tartalmazza. A modern fizika egyik szakterülete például a kvantummechanika, amely a részecskék, atomok változásával, kölcsönhatásával foglalkozik, és jelentős eredménye például a lézer vagy a LED, vagy a relativitáselmélet is, mely többek között a közel fénysebességgel mozgó tárgyakat vizsgálja. Modern szakterületnek számít a nukleáris fizika, amely az atomok magjában lejátszódó jelenségeket magyarázza, és ennek ismeretében építhetünk például korszerű atomerőműveket, vagy a kozmológia, amely a világegyetem keletkezéséről és jövőbeli alakulásáról szóló kérdésekre próbál magyarázatot adni, mint amilyen például az ősrobbanás elmélete vagy a táguló világegyetem.



Kérdések, feladatok

1. Keresd ki az interneten a *Magyar néprajzi lexikon*ból a magyar akó és a magyar icce mértékegységek értelmezését!
2. Mátyás király egyik szőlősgazdája 14 magyar akó bort szállíttatott a pincébe. Hány liter bor volt ez?
3. Ha ez a gazda 3 magyar icce bort ivott a király egészségére, hány decilitert fogyasztott?



4. Egy orvosságos üvegről meg tudod állapítani, hogy mennyi a térfogata?
5. Budapest és Győr távolsága hány mérföld?
6. Hány col a vizes- (teás-) kulacsod kupakjának átmérője?
7. A zsebünkben 50 darab egyforma, kicsi szög lapul. Hogyan tudnánk meghatározni 1 darab térfogatát?

2. A TÖMEG MÉRÉSE, A SŰRŰSÉG



A tömeg mérése

A testek tömegét például karos mérleggel mérhetjük meg. A mérleg egyik serpenyőjébe tesszük az ismeretlen tömegű testet, a másik serpenyőbe pedig annyi darabot a mérősorozatból, hogy a mérleg egyensúlyban legyen.
Ha az egyenlő karú mérleg serpenyőibe annyi tömeget teszünk, hogy a mérleg egyensúlyba kerül, akkor a serpenyőkbe egyenlő tömegű testeket helyeztünk.
Ha a serpenyőkben különböző tömegű testek vannak, akkor a mérleg nincs egyensúlyban. Az a serpenyő süllyed le, amelyikben a nagyobb tömegű test van.
A tömeg (jele: m) mértékegysége a kilogramm (kg). 1 kg a tömege az őskilogrammnak, vagyis annak a hengernek, amelyet ma Párizsban őriznek. Gyakorlatilag ennyi a tömege 1 dm^3 4 °C hőmérsékletű víznek. A tömeg további mértékegységei a gramm (g) és a tonna (t).
1 t = 1000 kg,
1 kg = 1000 g.





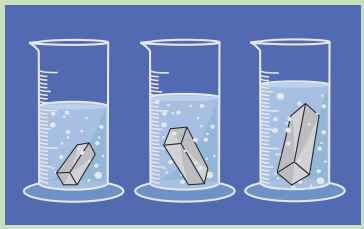


A valóságban sokféle mérleg van forgalomban

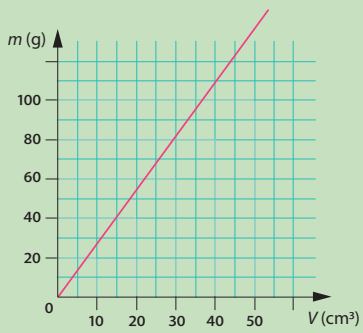
A sűrűség

1. kísérlet

Mérd meg gramm pontossággal a tanulókísérleti készlet három, különböző nagyságú alumíniumhasábjának a tömegét! Mérd meg mérőhengerrel ezen testek térfogatát is!



Alumíniumhasáb	Legkisebb	Közepes	Legnagyobb
Tömeg	27 g	54 g	81 g
Térfogat	10 cm^3	20 cm^3	30 cm^3



Tapasztalat: A mérési eredmények azt mutatják, hogy az azonos anyagból készült testek közül annak nagyobb a tömege, amelyiknek nagyobb a térfogata. A kétszer, háromszor nagyobb térfogatú testnek a tömege is kétszer, háromszor nagyobb. Ha két mennyiség hányadosa állandó, akkor a két mennyiség egyenesen arányos egymással.

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

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

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

Mivel csak a számértékeket tudjuk elosztani, a mértékegységeket nem, az utóbbiak osztását törtvonallal jelöljük.
Eredményül azt kaptuk, hogy a hányados mindhárom esetben egyenlő. Ezért ez a hányados az alumíniumra jellemző adat.
Ez azt jelenti, hogy 1 cm^3 alumíniumnak a tömege 2,7 g.

2. kísérlet

Mérd meg a tanulókísérleti készlet azonos méretű fa-, alumínium-, réz- és vashengerének tömegét és térfogatát!



A henger anyaga	Fa	Alumínium	Réz	Vas
Tömeg	20 g	81 g	260 g	240 g
Térfogat	30 cm^3	30 cm^3	30 cm^3	30 cm^3
$\frac{\text{Tömeg}}{\text{Térfogat}}$	$\frac{20\ g}{30\ cm^3} = 0{,}66\ \frac{g}{cm^3}$	$\frac{81\ g}{30\ cm^3} = 2{,}7\ \frac{g}{cm^3}$	$\frac{260\ g}{30\ cm^3} = 8{,}7\ \frac{g}{cm^3}$	$\frac{240\ g}{30\ cm^3} = 8\ \frac{g}{cm^3}$

Tapasztalat: Az azonos térfogatú, de különböző anyagú testek tömege különböző. A táblázat negyedik sorába a kísérletben szereplő testek tömegének és térfogatának hányadosát írtuk be. Ez a hányados jellemző a fenti anyagokra: a fára, az alumíniumra, a rézre és a vasra.

Egy test tömegének és térfogatának hányadosa arra az anyagra jellemző, amiből a test készült. Az így meghatározott fizikai mennyiséget sűrűségnek nevezzük, jele ρ (a görög ró betű).

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

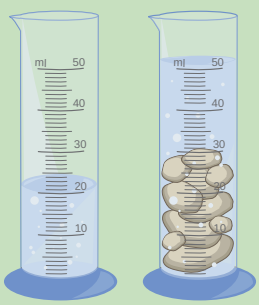
A sűrűség mértékegysége a tömeg és a térfogat mértékegységének a hányadosa: $\frac{kg}{m^3}$ (kilogramm per köbméter) és a $\frac{g}{cm^3}$ (gramm per köbcentiméter).

3. kísérlet

A képen látható kavicsoknak mennyi a sűrűsége? Ennek meghatározásához megmértük a kavicsok tömegét és térfogatát.

$m = 72$ g

$V = 30$ cm^3



$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{72\ g}{30\ cm^3} = 2{,}4\ \frac{g}{cm^3}.$$

Átlagsűrűség

Ennek a kalapácsnak a feje vasból, a nyele fából készült. Tehát, ha egy kalapács tömegét elosztjuk a térfogatával, akkor nem a vas vagy a fa sűrűségét számítjuk ki, hanem a kalapács átlagsűrűségét. Ha a rostos üdítő hosszabb ideig állt, akkor fogyasztás előtt felkavarjuk. Változik-e az átlagsűrűsége, ha felkavarjuk?





Érdekesség

A bolygók közül a Földnek a legnagyobb a sűrűsége. Bolygónk átlagos sűrűsége 5,52 $\frac{g}{cm^3}$; belsejében a sűrűség 13 $\frac{g}{cm^3}$. A bolygók közül a legkisebb sűrűsége a Szaturnusznak van: 0,7 $\frac{g}{cm^3}$.

Összefoglalás

A testek egyik jellemzője a tömeg, jele *m*. Mértékegysége g, kg.
A tömeg és a térfogat hányadosaként meghatározott fizikai mennyiséget sűrűségnek nevezzük.
A sűrűség jele ρ (a görög ró betű).

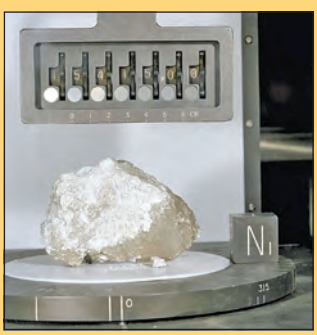
$$\text{Sűrűség} = \frac{\text{test tömege (m)}}{\text{test térfogata (V)}}, \quad \rho = \frac{m}{V}.$$

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

Néhány anyag sűrűsége

Szilárd anyag neve	$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	Szilárd anyag neve	$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
Acél	7,8	7 800	Jég (0 °C)	0,9	900
Alumínium	2,7	2 700	Kavics	2,4	2 400
Arany	19,3	19 300	Konyhasó	2,1	2 100
Cement	1,4	1 400	Kőszén	1,3	1 300
Cukor	1,6	1 600	Ólom	11,3	11 300
Emberi test	1,07	1 070	Parafa	0,2	200
Ezüst	10,5	10 500	Porcelán	2,3	2 300
Fenyőfa	0,5	500	Vörösréz	8,9	8 900
Grafit	2,1	2 100	Tölgyfa	0,8	800
Gyémánt	3,5	3 500	Üveg	2,6	2 600
Hungarocell	0,015	15	Vas	7,8	7 800
Folyadék, gáz neve	$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	**Folyadék neve**	$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
Alkohol	0,8	800	Olaj	0,9	900
Benzin	0,7	700	Petróleum	0,8	800
Denaturált szesz	0,78	780	Tej	1,03	1 030
Higany	13,6	13 600	Tengervíz	1,026	1 026
Levegő	0,0013	1,3	Víz (4 °C)	1	1 000

Kérdések, feladatok



1. Az Apolló–17 űrhajó 1972-ben landolt a Holdon, visszatérésekor 114,8 kg tömegű kőzetet hozott. Ez a mennyiség hány tonnával egyenlő?
2. Mekkora a tömege 1 m^3 víznek?
3. Mit jelent az, hogy az ezüst sűrűsége 10,5 $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$?
4. 1 m^3 fenyőfa 500 kg. Mennyi a fenyőfa sűrűsége?
5. Egyenlő tömegű alumínium- és rézkockák közül melyiknek nagyobb a térfogata?
6. Hány kg a tömege 1 liter víznek?
7. A sűrűségtáblázat felhasználásával számítsd ki a hiányzó adatokat!

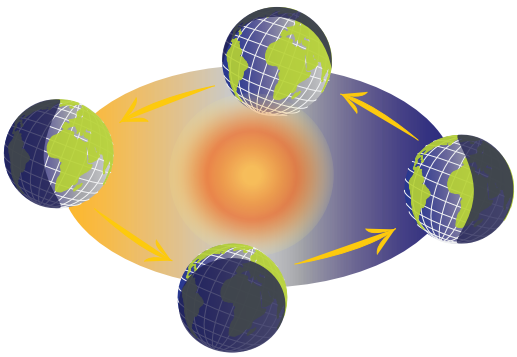
Az anyag neve	Tömeg (kg)	Térfogat (m^3)	Sűrűség $\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$
Üveg		10	
Víz	3000		
Tölgyfa		6	
Acél	78		
Jég	450		

8. Egyenlő térfogatú alumínium- és rézkockák közül melyiknek kisebb a tömege?

3. AZ IDŐ MÉRÉSE



Az időpont kifejezi, hogy mikor történik egy jelenség; a „mikor?” kérdésre ad választ. (Például a mohácsi csata 1526. augusztus 29-én zajlott.) Az időtartam a jelenség kezdete és vége között eltelt idő, a „mennyi ideig?” kérdésre ad választ. (Például Mátyás király uralkodása, aki 1458 és 1490 között uralkodott.)
A nagy földrajzi felfedezések idején, a XVI. században az számított sikeres hajósnak, aki jól számította ki a távolságot, és jól tervezte meg a tengeren tartózkodás idejét. A sikeres tájékozódáson kívül ugyanis az is a szerencsés visszatérés záloga volt, ha a tengerjárót az ott-tartózkodáshoz elegendő vízzel és élelemmel szerelték fel. A távolság és az idő egyre pontosabb mérésére irányuló törekvések ekkor vettek nagy lendületet.



A mérés valamilyen választott egységgel való összehasonlítást jelent. Az idő múlását már a régi időkben is csillagászati jelenségekhez kötötték. A Föld egy nap alatt fordul meg a tengelye körül, a Hold közel egy hónap alatt kerüli meg a Földet, a Föld Nap körüli útja egy évig tart. Persze ezek a csillagászati periódusok nem pontosan egymás egész számú többszörösei, így a naptárakat mindig korrigálni kell, állandó feladatot adva ezzel a naptárkészítőknek.

A naptár és a szökőév

A naptárunk figyelembe veszi a Föld 365 egész napnál hosszabb keringési idejét, ezért négyévenként szökőnapokat illeszt be. A szökőévekben a február 29 napos, a szökőnap mindig február 24-én van. Ha egy évben 366 nap van, akkor az szökőév. A jelenleg használt naptárat 1582-ben vezette be Gergely pápa; így lett a naptár neve Gergely-naptár. Magyarországon ezt 1587 óta használjuk. Ez már figyelembe veszi, hogy minden 100. év nem szökőév, kivéve az 1000-el osztható évek.

Időmérő eszközök

A napóra a legősibb időmérő eszköz. Működése azon alapszik, hogy egy tárgy árnyékának iránya és nagysága függ a Nap helyzetétől. A mechanikus órák megjelenéséig a napóra volt a legfontosabb időmérő eszköz. A napóra készítése még ma is megbecsült tevékenység, manapság is gyönyörködünk, ha ilyen szerkezetet látunk.





A rajzon egy zászlós botot és az árnyékát figyelhetjük meg. Tudjuk, hogy a kép délben készült Magyarországon. Válaszolj az alábbi kérdésekre!
Milyen irányból süt a nap a képen? Változik-e az árnyék hossza az idő múlásával, és ha igen, hogyan? A képen melyik irány felel meg északnak? Merre mozdul el az árnyék az idő múlásával? A képen látható jelenség melyik évszakban tapasztalható?

Elmondható, hogy az idő mérése periodikus (ismétlődő) események megfigyelésével vagy periodikusan mozgó tárgyak segítségével történik. A Nap látszólagos mozgása az égbolton, az évszakok váltakozása, a Föld Nap körüli keringése többé-kevésbé szabályosan ismétlődő jelenségek. Vannak olyan időmérő eszközök, olyan szerkezetek, amelyeknél a szabályosan ismétlődő jelenségek kezdetét és ritmusát lehet szabályozni. Ilyen például a tartályból kifolyó víz, ha a kivezető cső nyílását változtatom, vagy a lepergő homok, a jelekkel ellátott gyertya.
A napórát nyilván csak nappal lehet használni, hiszen úgy működik, hogy egy pálca árnyéka vetül egy skálára. A víz-, a gyertya- és a homokórát éjszaka is lehet használni.

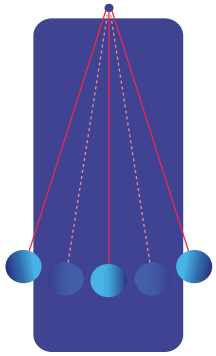


A homokóra most is használatos, általában 3, 4 vagy 5 perc kimérésére alkalmas. Ha egyszerre indul három ilyen homokórában a homok lepergése, hány perc múlva lesznek ismét azonos helyzetben?



A vízóra egy ősi időmérő szerkezet a borús napokra: az edényből kifolyó víz szintje mutatja az idő múlását. Az edény alakja miatt a benne levő víz magassága egyenletesen csökken.

Az ingamozgás



Egy vékony fonálra függesztett testet kitérítünk függőleges helyzetéből, majd elengedjük. A test ekkor ingamozgást végez. A fonálinga egy teljes lengésének nevezzük az ingamozgás azon szakaszát, mely során a test egyik szélső helyzetéből kiindulva a másik szélső helyzetéig eljut, majd visszaér a kiindulási helyére. Tehát oda-vissza lengést végez. Egy teljes lengés idejét lengésidőnek nevezzük. Jele *T*, mértékegysége a másodperc, melynek a jelölése: s (a secundum rövidítése).

1. kísérlet

Készíts egyméteres fonálingát, vagyis 1 m hosszú fonál végére rögzíts egy kis méretű, de nehéz tárgyat!
Térítsd ki az ingát nem túl nagy, kb. 5–10 fokos kitéréssel, és mérd meg 10 lengésnek az idejét! Ebből számítsd ki a lengésidőt, és számítsd ki a féllengés-időt! Hasonlítsd össze az így megmért féllengés-időt az 1 másodperccel!



Metronóm: zenében használatos időjelző eszköz, amelyet egy lengő inga segítségével a percenként előírt kattanásszámra lehet beállítani. A karmester által megadott tempót a metronóm segítségével gyakorolhatja be az előadóművész.
Hogyan lehet beállítani a kívánt ütemet a lengő ingán?

Óratípusok

– Mechanikus óra: az időt egy felhúzható hajszálrugó és a hozzá kapcsolódó billegőkerék segítségével méri.
– A stopperóra a másodperc századrészét is képes mérni és mutatni nagy pontossággal. Leggyakrabban testnevelőtanárok, edzők és sportolók használják.
– Kvarcóra: az időt egy apró kvarckristály rezgései alapján határozza meg.
– Atomóra: működése az atom rezgésein alapul.

A telefon, az elektromos tűzhely vagy más, otthoni berendezés órája a pontos időt mutatja. Ezek az órák beállításuk után maguk mérik a pontos időt. Az időt meghatározhatjuk másodpercben vagy percben, órában, napban, évben, évtizedben.



1 év = 12 hónap = 365 nap, szökőévben 366,
1 nap = 24 óra,
1 óra = 60 perc,
1 perc = 60 másodperc.

Időzónák

Debrecen és Nagyvárad városok távolsága: 72 km. Ha ezt az utat autóval 1 óra alatt tesszük meg, a nagyváradi órák nem ezt, hanem 2 óra elteltét mutatják. Ha Magyarországról kelet felé utazunk, akkor az órát 1 órával előbbre kell állítani az ottani pontos időnek megfelelően, mert Nagyvárad már másik időzónába esik. Győr és Pozsony távolsága 80 km, de utazáskor nem kell az órát átállítani, mert ugyanabban az időzónában vannak ezek a városok.

Az időzónák kialakítása akkor vált szükségessé, amikor vasúttal már nagy távolságokra is el lehetett jutni. Földünkön a hosszúsági körök mentén 24 időzónát határoztak meg.

Egy időzóna a földfelszín azon területe, amelynek időmérő eszközei azonos időt mutatnak.

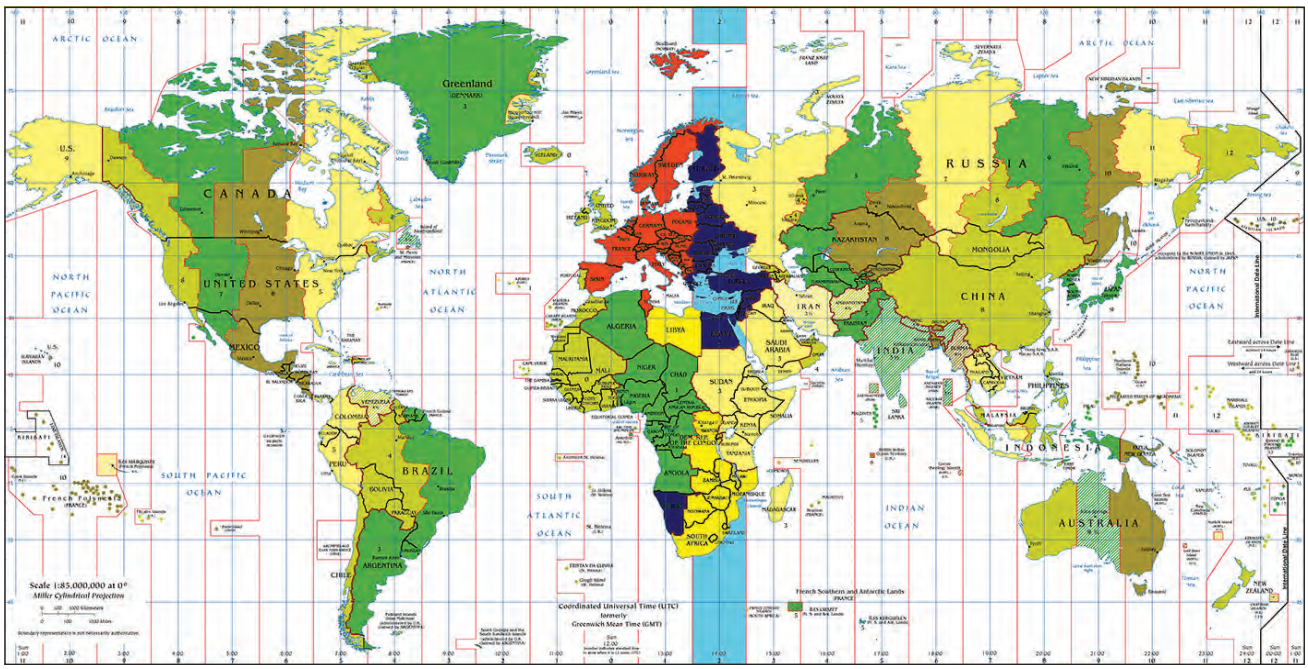
Az első időzóna a Greenwichen átmenő 0°-os délkörön mérhető helyi idő. A határoló hosszúsági köröket kelet felé átlépve 1 órával előbbre, nyugat felé átlépve 1 órával vissza kell állítani az órákat. A kelet–nyugat irányban több hosszúsági körön elterülő országok maguk határozzák meg az időzónák alkalmazását. Ilyen nagy területű országokban több időzóna van.

Az év az az idő, amely alatt a Föld a Napot egyszer megkerüli; ez 365 nap, 5 óra, 48 perc és 45 másodperc.

A hónap történetileg ahhoz az időtartamhoz kötődik, amely alatt a Hold megkerüli a Földet, ez 29,53 nap.

A hét a holdfázisokkal (újhold, első negyed, telihold, utolsó negyed) hozható összefüggésbe, vagyis a 29,53 napot kitevő holdhónapot négy részre osztották, egy rész megközelítőleg 7 napot tesz ki.

Idő jele *t*, mértékegysége másodperc, ennek jele s. Nagyobb egység az óra, jele h, és a perc jele min.



Mérési hibák



A mérés során a fizikai mennyiség számértékét határozzuk meg. A mérési eredmények nem teljesen pontosak. A mérés eredményét befolyásolja, hogy milyen beosztású mérőeszközt használunk, azt hogyan helyezzük el, és még az is, hogy mennyire pontosan olvastuk le. Az elektromos sütő órájáról például az idő csak percnyi pontossággal állapítható meg. Ezért a mérés hibája 1 perc.

Az órával másodperces pontossággal tudunk mérni, a stopperrel ezredmásodperces pontossággal. **A mérés pontosságát külső körülmények is befolyásolhatják.** Például meg szeretnénk mérni, hogy mennyi idő alatt esik le az asztal magasságából egy radír. A pontos eredmény érdekében stoppert használunk, és megmérjük vele a radír elengedésétől a földbe csapódásáig eltelt időt. Ha újból elvégezzük a mérést, nagy valószínűséggel az előzőhöz közeli, de nem pontosan ugyanazt az eredményt kapjuk. Ebben az esetben a mérési eredményt az indítás és az esés körülménye, illetve a stopper elindításának és leállításának pontossága befolyásolja. Ilyenkor sokszor megismételjük a mérést, és a kapott eredményeket átlagoljuk. Ez az átlagérték lesz a mérés mérési eredménye.

Kérdések, feladatok

1. Keress más lehetséges időmérő eljárást!
2. Tervezz vízórát a füzetedbe!
3. Számold a pulzusodat 1 percen keresztül! Ismételd meg egy kis tornagyakorlat után is! Miért nem alkalmas a pulzus megfigyelése időmérésre?
4. Becsüld meg az egypercnyi idő hosszát úgy, hogy csendben vagy, és egy perc múlva koppantasz! (Közben a padtársad figyeli az órát.) Sikerült pontosnak lenned?
5. Keress olyan közmondást, ami az idővel kapcsolatos!
6. Másodpercingának azt a matematikai ingát nevezzük, amelynek féllengés-ideje 1 másodperc. Készíts fonálingát 50 cm és 25 cm hosszúságú fonállal! Mérd meg 10 lengés idejét, hasonlítsd össze az értékeket! Melyik ingát hogyan nevezné el?
7. Nézz utána, melyik időmérő eszközt tartjuk a legpontosabbnak! Hasonlítsd össze más működési elvű órák pontosságával!

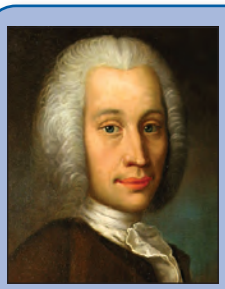
2. kísérlet

Iskolai futópályán mérjétek meg a társatok 100 m-es futásának idejét! Talán már a társatok indulásánál tudjátok a várható időt. Jegyezzétek fel, hogy hányszor volt a becsült érték nagyobb, és hányszor kisebb a mért értéknél!



4. A HŐMÉRSÉKLET MÉRÉSE

Amikor beteg vagy, édesanyád csak hozzáérinti a kezét vagy az ajkát a homlokodhoz, és máris tudja, hogy lázas vagy-e. Ezután meg is méri a hőmérsékletedet, hogy tudja, mit kell tennie. De vajon mióta tudjuk mérni a testünk vagy bármilyen más testnek a hőmérsékletét? Vajon Mátyás király udvari orvosa képes volt erre?



A hőmérséklet mérésére alkalmas eszközt először *Galilei* készített, a XVI. század végén. A manapság is használatos folyadékos hőmérőt és hőmérsékleti skálát a svéd fizikus és csillagász, Anders *Celsius* (1701–1744) alkotta meg.

Anders *Celsius* az uppsalai egyetemen tanult matematikát, fizikát és csillagászatot, ahol 1730 és 1744 között csillagászprofesszor is volt. Foglalkozott a Nap és a Föld távolságának meghatározásával is. 1742 óta használatos a hőmérsékleti skálája, a Celsius-skála.

Figyeld meg!

Figyeld meg az iskolai hőmérőn, melyik érték van pirossal írva!
Az iskolai hőmérőn a 0 (nulla) és a 100-as érték piros. Ezeket **alappont**oknak hívjuk.
Nézd meg a hőmérőn, hogy 1 beosztás hány °C-nak felel meg!
A két alappont között 100 egyenlő beosztás van. 1 beosztás 1 °C-nak felel meg.

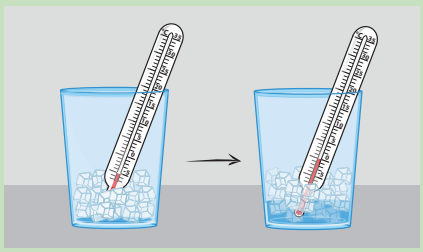


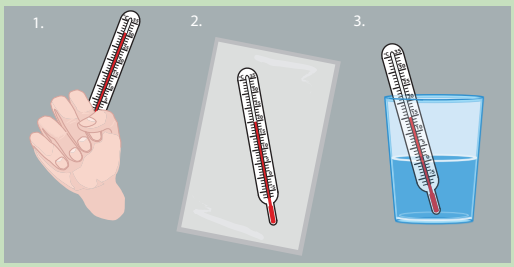
A hőmérséklet a testek hőállapotát jellemző fizikai mennyiség. A hőmérséklet jele: *T.* (A latin *temperatura* = hőmérséklet szóból származik.) Mértékegysége a Celsius-fok (°C). Használatos még a Fahrenheit és a kelvin fok is.

Kísérlet

Tedd a hőmérőt jégkockák közé, és olvasd le a hőmérsékletet! Ha már azt tapasztalod, hogy a jég mellett víz is van a pohárban, összekeverés után olvasd le újra a hőmérőt!

Azt a hőmérsékletet, amelyen normál körülmények között a jégből víz lesz, 0 °C-nak nevezzük; ez az egyik alappont a Celsius-féle hőmérőn.

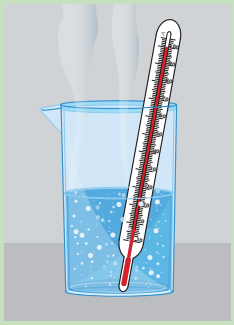




Fogd most markodba a hőmérőt, és olvasd le ezt az értéket is! Ezután rakd vissza a hőmérőt a tálcára, és figyeld meg, hogyan változik a mutatott érték!

Most tedd a hőmérőt a csapvizet tartalmazó pohárba! Olvasd le! Végül tedd a hőmérőt forrásban lévő vízbe! A víz összekeverése után olvasd le, mit mutat a hőmérő!

Vigyázz, nehogy szobahőmérőt vagy higanyos lázmérőt tegyél a forró vízbe!



Azt a hőmérsékletet, ahol a víz forrását tapasztaljuk, normál körülmények között, 100 °C-nak nevezzük; ez a másik alappont a Celsius-féle hőmérőn.



Tapasztalat: A hőmérő a jég, a kéz, a levegő, a csapvíz, a forrásban lévő víz hőmérsékletét mérte, vagyis annak a hőfokát, ami körülvette. A hőmérő érintkezett ezekkel a testekkel, és ezáltal a benne lévő folyadék ugyanolyan hőmérsékletű lett. A hőmérőben lévő folyadék hőmérséklet-változása kihatott a térfogatára is: amikor melegedett, kitágult, vagyis növekedett a térfogata, amikor hűlt, akkor pedig csökkent a térfogata. Ezt a fizikai jelenséget használta fel *Celsius* a hőmérője készítésekor.

Az alábbi táblázatban néhány érdekességet fedezhetsz fel.

Faj	Átlagos testhőmérséklet (°C)
Ember	36,6
Kutya	38,5
Macska	39,0
Rigó	43,6
Téli álmot alvó hörcsög	3,5

Járj utána!



Mekkora lehet a béka testhőmérséklete?

Érdekesség

Léteznek úgynevezett érintkezés nélküli hőmérők is. A hőkamerás képek is ezzel a technikával készülnek.



A hétköznapi életben sokszor van szükségünk arra, hogy tudjuk, vagy éppen beállítsuk valaminek a hőmérsékletét. Az alábbi képeken a mindennapjainkban használt hőmérőket láthatsz.



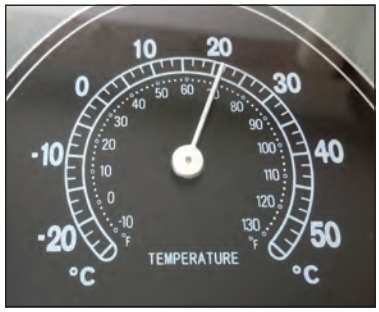
lázmérő



fürdővízhőmérő



sütőhőmérő



szobahőmérő



kültéri hőmérő



akváriumi hőmérő

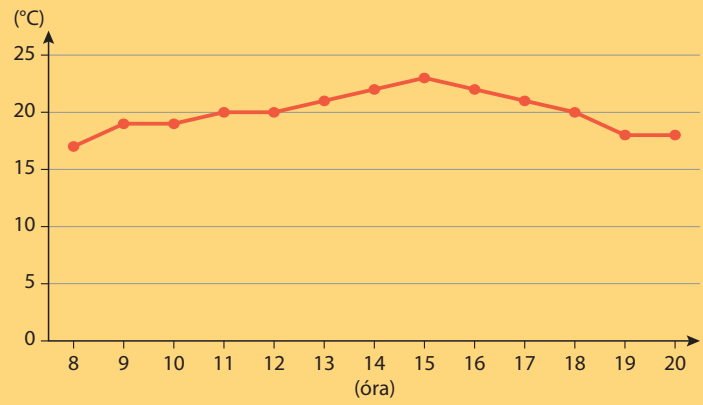


Galilei-hőmérő

Figyeld meg a képeken, hogy mekkora a leolvasás pontossága az egyes hőmérőkön és a mosógép beállításánál! A lázunk mérésénél fontos, hogy tizedfok pontossággal tudjuk leolvasni a hőmérsékletet, de a ruhák mosásánál elegendő tízesekre kerekített értékre beállítanunk a mosógépet.

Manapság nem csak folyadékos hőmérőt használunk. A sütőhőmérő és az akvárium oldalára ragasztható hőmérő matrica is más elven működik.

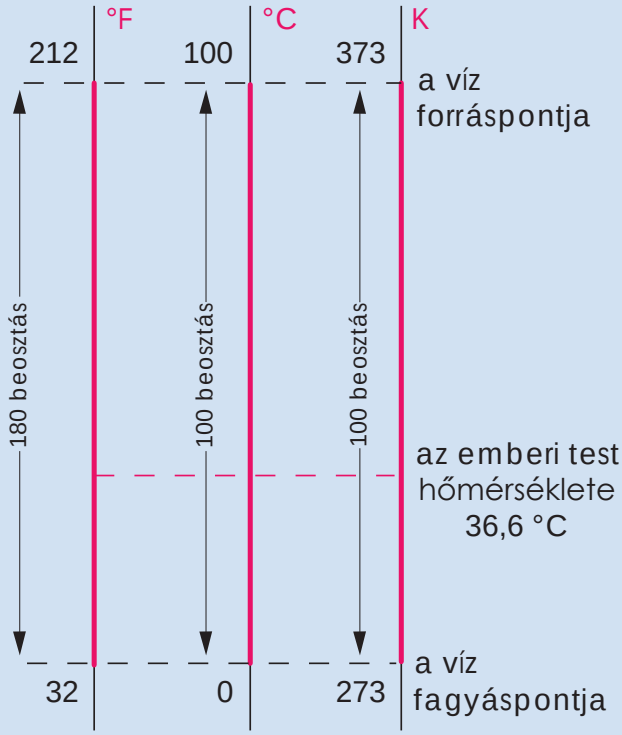
Példa



Olvasd le a grafikonról a kért adatokat!

1. Melyik órában volt a legmelegebb?
2. Melyik órában volt a leghidegebb?
3. Hány °C volt a legmagasabb mért érték?
4. A mért legmagasabb és legalacsonyabb érték között mekkora a különbség?
5. Mekkora a mért értékek átlaga?

Mi, Európában, általában °C-ban mérjük a hőmérsékletet, de más kontinensen vagy későbbi tanulmányaid során fizikaórán másféle mértékegységekkel is találkozhatsz. Érdemes megismerni, hogyan lehet átszámolni egyik mértékegységből a másikba, ne csak az okostelefon legyen erre képes.



Példa

Számoljuk ki, hogy 20 °C-nak hány kelvin, illetve hány Fahrenheit-fok felel meg!

20 °C = _____ K

A 20 °C-ot könnyű átszámolni kelvinbe, mert a két skálán a hőmérséklet egysége megegyezik.

273 + 20 = 293

Tehát 20 °C = 293 K.

20 °C = _____ °F

A Fahrenheit-skálájú hőmérő egységei kisebbek, mint a Celsius-skála egységei.

Így 1 °C változás = 1,8 °F változás.

32 + 20 · 1,8 = 68

Tehát 20 °C = 68 °F.

Figyeld meg!

A banános dobozokon, amelyeket Dél-Amerikából szállítanak Magyarországra, kétféleképpen is megtalálod a tárolási hőmérsékletet.



Összefoglalás

A hőmérséklet mérésére hőmérőt használunk.
A hőmérséklet jele: *T*.
A víz fagyását (0 °C) és forrását (100 °C) használta fel *Celsius* a hőmérő alappontjainak megállapításához.
A leggyakoribb hőmérséklet-mértékegységek: Celsius-fok (°C), kelvin (K), Fahrenheit-fok (°F).

Kérdések, feladatok

1. Nézd meg, hogy milyen hőmérők találhatók a lakásotokban, és milyen pontossággal lehet leolvasni azokat! Tapasztalataidat írd le a füzetbe!
2. A lázmérőn nem található 0 °C. Mit gondolsz, miért?
3. Miért nem tanácsos a kültéri hőmérőt a napsütötte ablakfelületre rakni?
4. A banános dobozon 14 °C olvasható, mellette pedig az, hogy 58 °F. Biztos, hogy jól számoltak? Ellenőrizd!
5. Nézz utána az interneten vagy a lexikonban, hogy mekkora a Nap felszíni hőmérséklete, és hány fokos a Hold felszíne!
6. A Földnek vannak szélsőségesen alacsony és magas hőmérsékletű pontjai. Ilyen az Antarktisz vagy a mélytengeri hőforrások. Nézz utána, élnek-e itt élőlények, létezik-e olyan állat, ami ezt kibírja!
7. Gyűjtsetek mértékegységeket különböző tudományterületekről (fénytan, csillagászat, egészségügy, informatika, biológia, geológia stb.)!



5. ÖSSZEFOGLALÁS

A mérés során összehasonlítást végzünk. A mérendő mennyiséget hasonlítjuk össze az egységnyinek választott mennyiséggel.

Mennyiség: $m = 42$ kg (számérték, mértékegység)

A mérés eredményét mennyiséggel fejezzük ki. A mennyiség mindig számértékből és mértékegységből áll.

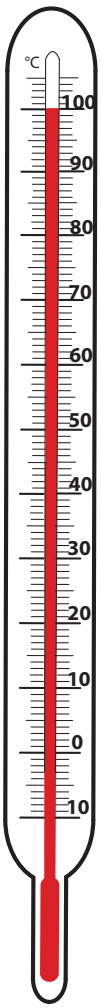
Mennyiség: $l = 17$ m (számérték, mértékegység)

A testek, tárgyak hosszúságát közvetlenül mérőeszközzel meg tudjuk mérni. A terület és térfogat meghatározásához legtöbbször csak közvetetten jutunk, számítás eredményeként.

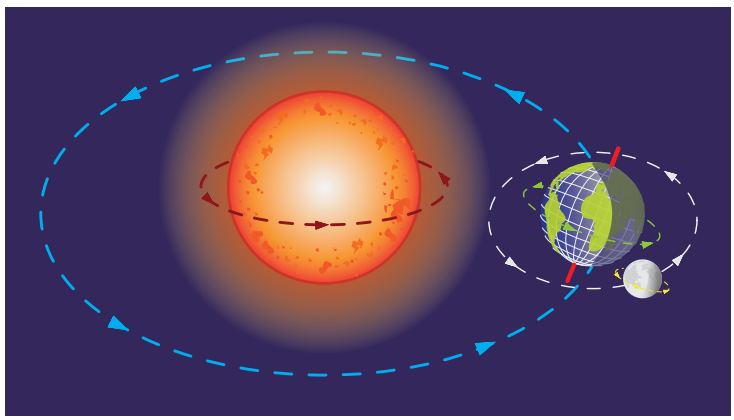
Sűrűség = $\frac{\text{test tömege (m)}}{\text{test térfogata (V)}}$, $\rho = \frac{m}{V}$.

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

A tömeg és a térfogat hányadosaként meghatározott fizikai mennyiséget sűrűségnek nevezzük.
A sűrűség jele ρ (a görög ró betű).



Az idő mérése periodikus (ismétlődő) mozgás segítségével történik. A Nap látszólagos mozgása az égbolton, az évszakok váltakozása, a Föld Nap körüli keringése többé-kevésbé szabályosan ismétlődő jelenségek.



Az idő jele *t*, mértékegysége másodperc (ennek jele s). Nagyobb egység az óra (jele h) és a perc (jele min).

Az időt meghatározhatjuk másodpercben vagy percben, órában, napban, évben, évtizedben.
1 év = 12 hónap = 365 nap,
1 nap = 24 óra,
1 óra = 60 perc,
1 perc = 60 másodperc.

Adott mennyiségű víz térfogata 4 °C-on a legkisebb (sűrűsége itt a legnagyobb).

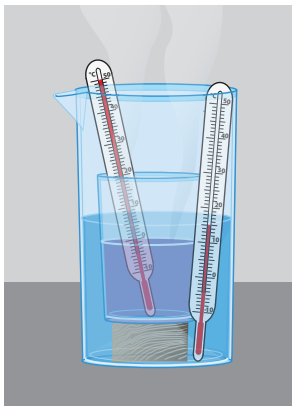
A hőmérséklet mérésére hőmérőt használunk.
Alappontok:
– a jég olvadása 0 °C,
– a víz forrása 100 °C.

Azt a hőmérsékletet, amelyen egy anyag olvad, olvadáspontnak hívjuk. Nem minden anyagnak van olvadáspontja.
Azt a hőmérsékletet, amelyen a folyadék forr, forráspontnak hívjuk.
A forráspont és az olvadáspont függ a nyomás értékétől.

1. AZ ENERGIA

A tanárok azt szokták mondani a szünetben szaladgáló diákokra, hogy tele vannak energiával. Máskor olyat hallunk egy beteg embertől, hogy alig van energiája felkelni. Nyári strandolás után egy lány megjegyzi, hogy a víz teljesen kiszívta az energiáját. Vajon mi lehet pontosan ez az energia? Helyesen fogalmaztak az előbbi példákban?

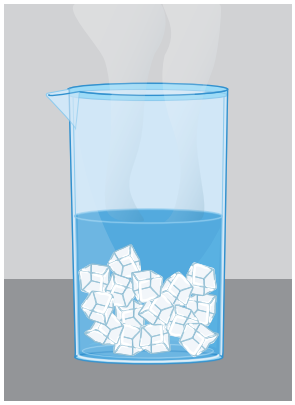




Az **energia** kifejezéssel már korábban is találkozhattál a természetismeret-órákon. Tegyünk például hideg vízbe forró vízzel telt főzőpoharat, azt tapasztaljuk, hogy a hideg víz felmelegedett, a forró víz pedig lehűlt. A folyamat addig tartott, amíg kialakult egy közös hőmérséklet. A jelenséget úgy magyarázhatjuk, hogy a hideg víznek és a forró víznek is volt kezdetben – a kölcsönhatásuk előtt – valamennyi energiája, és a kölcsönhatás következtében ezek az energiák megváltoztak. A hideg víz energiája nőtt, a forró vízé csökkent, tehát a kölcsönhatás során mindkét test állapota megváltozott.

Gondolkozz!

A fenti példában csak a hideg és a forró víz energiájának megváltozásáról beszéltünk, de nem hasonlítottuk össze a hideg és a forró víz energiáját, sem a kölcsönhatás előtt, sem a kölcsönhatás után. Lehet, hogy kezdetben a forró víznek kisebb volt az energiája, lehet, hogy a hideg víznek volt kisebb, vagy éppen egyenlő volt az energiájuk. Ettől függetlenül, a nagyobb hőmérséklete miatt a forró víz energiája mindig csökken, a hideg vízé mindig nő.



Tegyél jégkockákat meleg vízbe! A meleg víz folyamatosan hűl, tehát csökken az energiája is. Eközben a jégkocka először még tartja jég állapotát, fel kell melegednie, hiszen a jég 0 °C-on olvad. A jég melegedése közben az energiája is nőtt. A jég olvadása alatt a meleg víz tovább hűlt, és csökkent az energiája, a jég hőmérséklete viszont nem változott, helyette elolvadt, azaz a halmazállapota változott meg. Azt mondjuk, hogy olvadáskor az anyag energiája nő.

Az energia fajtái

Az előbb említett kísérlet alapján azt mondhatjuk, hogy ha egy anyagnak csökken a hőmérséklete, akkor csökken az energiája is, és fordítva, ha nő a hőmérséklete, akkor nő az energiája is. A tárgyak, anyagok hőmérsékletére utaló energiát **belső energiának** nevezzük. A belső energia az anyagot alkotó atomok, molekulák kapcsolódását és mozgásuk mértékét fejezi ki. Amikor melegítünk egy testet, akkor az legtöbbször a részecskék mozgásának hevességét növeli, és ilyenkor a test hőmérséklete is növekszik. Az előző kísérletekből úgy tűnik, mintha a jelenségek során energiaátadás történne. A jég olvadásakor is van energiaátadás, mert azt tapasztaljuk, hogy a melegítő víz hőmér-

séklete ebben az időszakban is csökken. A jég hőmérséklete mégsem nőtt, tehát kérdezhetjük, hogy mi lett a felvett energiával. Azt mondhatjuk, hogy az olvadásra fordítódott az energia. Az olvadás folyamán pedig az történik, hogy a szilárd anyag rendezetten összekapcsolódó részecskéi szétválnak, folyadék állapotban egy lazább kapcsolat alakul ki közöttük. Ehhez a szétváláshoz szükséges a felvett energia. Pontos mérésekkel igazolható, hogy a kölcsönhatások során az egyes anyagok energiája megváltozott ugyan, de energia nem keletkezett, és nem is tűnt el.

A napra kitett tárgyak felmelegednek, a víz elpárolog, a lufiban lévő levegő is felmelegszik, kitágul. A jelenségek során az anyagok belső energiája nőtt, azt mondhatjuk, hogy a napfény energiát adott át az anyagoknak. Tehát a napfénynek is energiával kell rendelkeznie, ezt **napenergiának** nevezzük. Sőt, **mindenféle sugárzás vagy hullám** (legyen az például fény, infravörös sugárzás, mikrohullám vagy hang) **rendelkezik energiával.**

Érdekesség

Az infravörös sugárzást jól lehet használni melegítésre. Arcüreg- vagy homloküreg-gyulladást infralámpával gyógyítanak. A lámpából kijövő infravörös sugárzás felmelegíti a gyulladt területet. Infralámpát használnak az éttermek az ételek melegen tartására, illetve infralámpa segítségével keltik ki a tojásokból a csibéket az üzemekben.





Kísérlet

Tegyünk árnyékból napfényre egy hőmérőt. Nézzük meg, milyen változást okoz a fény a hőmérőben. Napfény helyett kísérletezhetünk hagyományos izzó fényével is. A napfény hatására a hőmérő felmelegszik, a hőmérő higanyszála megemelkedik. A napfény melegítő hatása miatt a meteorológiai állomásokon a levegő hőmérsékletét árnyékos helyen mérik.

Érdekesség

A hanghullámoknak is van energiájuk. Ultrahangos kezelést írnak elő például sérült izmok kezelésére, ilyenkor az ultrahang elnyelődik az izomban, energiája nullára csökken, eközben az izom belső energiája nő, az izomszövet felmelegszik.



A mozgási és a belső energia kapcsolata

Miért dörzsöljük össze a tenyerünket, ha fázik a kezünk?

Amikor a tenyereinket egymáson mozgatjuk, a dörzsölés hatására a kezünk felmelegszik, belső energiája megnő. A mozgásban lévő (és érintkező) tenyereink adnak át energiát a kezüknek. Tehát a mozgó tárgyaknak rendelkezniük kell energiával. A mozgásból fakadó energiát mechanikai energiának nevezzük, ha a mozgás haladó (arrébb mozduló), akkor mozgási energiának hívjuk, ha a mozgás forgó, akkor forgási energiának. A tenyerek dörzsöléséhez hasonlóak a tűzgyújtás különféle módjai például, a gyufa meggyújtása vagy a kovakövek csiholása. Ezekben a folyamatokban a mozgási energia a testek belső energiájává alakul, erre a hőmérsékletük emelkedéséből következtethetünk.

Próbáld ki!

Fékezz egy nagyot a kerékpároddal, majd fogd meg a fékpofákat vagy a felnit!

Keress egy vékony alumínium vagy acéllemezt! Hajlítgasd ide-oda 10–15-ször, majd tapogasd meg a hajlítási él mentén! Mit tapasztalsz?

Mechanikai energiák

Amikor „felpörgetünk” egy lendkerekes kisautót tulajdonképpen egy tömör, viszonylag nagy tömegű hengert (lendkeréknek nevezzük) hozunk gyors forgásba. A hengernek így nagy forgási energiája lett. Ez aztán fogaskerék segítségével a kocsit haladó mozgásra kényszeríti, vagyis a lendkerék forgási energiája a kocsi **mozgási energiájává** alakul. A hátrahúzós kisautónál a hátrahúzással egy rugót nyomunk össze. Amikor elengedjük az autót, a rugó engedni kezd, az autó mozgásba lendül. Az összenyomott rugónak is van energiája, amit rugalmas energiának nevezünk. A **rugalmas energia** is a mechanikai energia egyik fajtája.

Amikor elered az eső, a felhőben lebegő esőcseppek mozgásba lendülnek, zuhanni kezdenek, mozgási energiára tesznek szert. Honnan kapják az energiát? Onnan, hogy távol vannak a Földtől, és a Föld vonzása tudja mozgásba hozni a cseppeket. Az esőcseppek a Földtől távol helyezkedtek el a felhőben. A testek magasan lévő helyzetéből adódó energiát **helyzeti energiának** nevezzük.



Energia megmaradásának tétele

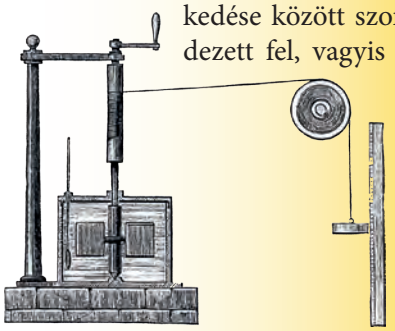
A tárgyak, anyagok, hullámok állapotát az energiájukkal jellemezhetjük. Ebből a leckéből kiderült, hogy egy folyamat során a kölcsönhatásba kerülő egyes részek energiája megváltozott, de a folyamatban részt vevők összes energiája mindvégig ugyanannyi maradt. Ez az energiamegmaradás tétele. Ezt úgy is értelmezhetjük, hogy **a folyamatok során mindig energiaátadás történik.** Az energiát számadattal is ki lehet fejezni.

Az energia jele *E*, mértékegysége joule (J), az angol tudós tiszteletére.

Érdekesség



James Prescott *Joule* (ejtsd: dzsúl, 1818–1889) angol tudós híres kísérlete a következő volt. Egy edényben lévő folyadékba lapátkereket engedett. A lapátkerék tengelyére kötelet csavart, melynek másik végére egy nehezéket akasztott. A Föld vonzó hatása miatt a süllyedő nehezék megforgatta a lapátkereket, amely mozgása közben súrlódásával felmelegítette a folyadékot. A süllyedés mértéke és a hőmérséklet emelkedése között szoros kapcsolatot fedezett fel, vagyis kimutatta, hogy a mechanikai energia belső energiává alakítható.



Összefoglalás

Az energia a tárgyak, anyagok, hullámok sajátos állapotát jellemzi.
Az energia jele *E,* mértékegysége joule (J).
A fény és a hang is rendelkezik energiával.
A megismert energiafajták: belső energia, mozgási energia, rugalmas energia, helyzeti energia, mechanikai energia és forgási energia.
A fizikai folyamatok, jelenségek során energiaátadás játszódik le.

Kérdések, feladatok

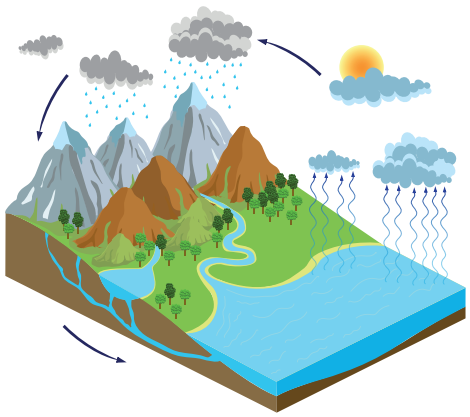
1. Írj olyan eseteket, amelyekben az alábbi tárgyaknak, anyagoknak a belső energián kívül másfajta energiája is van: labda, autó, faltörő kos, levegő, víz, rugó.
2. Egy bögre forró vízbe kis zacskóban hideg vizet lógatunk. Mérésekkel megállapítottuk, hogy a hideg víz energiája kezdetben 60 000 J, a meleg vízé 300 000 J. A forró víz energiája a folyamat során 1500 J-lal változik. Mennyivel változik a hideg víz energiája? Melyik víznek csökken az energiája, melyiknek nő?
3. Milyen folyamat során csökken a fény és a hang energiája nullára? Mi lesz a fénnyel és a hanggal a folyamat során?

2. ENERGIAFORRÁSOK



Ha fázunk, és szeretnénk felmelegedni, sok lehetőség közül választhatunk. Kiállhatunk a napsütésbe, tüzet gyújthatunk, bemehetünk egy meleg lakásba, vagy például megdörzsölhetjük a bőrünket. Mindezek során testünk különböző helyről és különböző módon jut energiához. Honnan szerezhetünk energiát?

A Nap



A természetben vannak olyan anyagok, objektumok, amelyek tőlünk függetlenül vagy alkalmas körülmények között jelentős energiát tudnak átadni környezetüknek. Ha ezekből valamilyen folyamat során energiához jutunk, akkor ezeket **energiaforrásoknak** nevezzük. Legfontosabb energiaforrásunk a Nap. A Napban és a többi csillagban – a belsejükben zajló folyamatoknak köszönhetően – állandó energiaátalakulás zajlik. Az energiájukat – többek között – fény formájában ontják a világűrbe. A Napból származó fényenergia feltétlenül szükséges a növényeknek, hiszen a napenergia segítségével képesek az anyagcserére. A Nap sugarai melegítik fel a földet, a **napenergia** tartja fenn a víz körforgását, valamint a légmozgást is.

Érdekesség

A napfény melegítő hatását használják ki a nyaralóknál felállított, feketére festett hordókkal. A napsugarak elnyelődnek a hordó felületén, és energiájukat átadják a hordónak, amitől a víz felmelegszik. A meleg vizet aztán a háztartásban lehet használni. Ez az eljárás még a hűvös, de napos őszi hétvégéken is szolgáltat némi langyos vizet.



Nézz utána!





A Napból érkező energiát a családi házak tetejére szerelt cellák segítségével is fel lehet használni. A házak tetején napkollektorok és napelemek is találhatók, de mindkettő a Nap energiáját használja. Az egyik meleg vizet, a másik elektromos áramot állít elő.

Zöldenergia



A természetben a napenergián kívül még találunk más energiaforrásokat is, melyek úgy tűnhetnek, kifogyhatatlanok. Ezeket a napenergiával együtt **megújuló energiaforrásoknak** vagy másképpen **zöldenergiának** nevezzük. Ilyen a **vízenergia** vagy a **szélenergia**. A víz körforgása a Föld légkörében és a levegő áramlása is a Nap sugárzásának következménye. A folyók sodrásából származó energiát vízerőművekkel, a szél energiáját szélerőművekkel alakítják elektromos energiává, amit azután távvezetékekkel szállítanak háztartásokba, vagy például gyárakhoz. A föld alól is nyerhetünk energiát: a hévizeket és a talaj mélyebb rétegeinek hőjét energiaforrásként használhatjuk. Ezek a **geotermikus energiá**k.



Kísérlet

Fűzz vékony drótot egy könnyű szemeteszsák szájára. A zsákot nyílásával lefelé tartsd 4–5 égő gyertya lángja fölé. Várd meg, míg a zsákban lévő levegő felmelegszik, majd engedd el a zsákot!

Tapasztalat:

A zsák hőlégballon módjára felszáll. A gyertyák lángjából származó energia felmelegítette a levegőt, és mivel a meleg levegő sűrűsége kisebb, mint a hidegé, fölfelé törekszik, a zsák felemelkedik. (Ez a kísérlet csak felnőtt jelenlétében végezhető el.)

Fosszilis energia



A gyertyák csak akkor szolgáltatnak energiát, ha meggyújtjuk azokat. Ha nem ég a gyertya, energiát sem ad. A gyertya anyaga, a viasz energiaforrás, melyből **égetéssel lehet kinyerni az energiát.** Ha a gyertya leég, az energiaátadás is befejeződik. A gyertyához hasonlóan vannak olyan energiaforrások, melyekből azok elégetésével nyerünk energiát, így nem megújulók, ezeket **fosszilis energiaforrásoknak nevezzük.** Ilyenek az **üzemanyagok** és a **fűtőanyagok**; ezek közül a legfontosabbak például a benzin, a szén és a földgáz.

Az üzemanyagok elégetésével energiához jutunk. Melyik elégetésével lehet a legtöbb energiához jutni? Az üzemanyagok hatékonyságát a **fűtőérték** határozza meg. A fűtőérték megmutatja, hogy 1 kg üzemanyag elégetésével mennyi energiát nyerünk.

A fűtőérték **mértékegysége a** $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$, $\frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$ **és** $\frac{\text{MJ}}{\text{m}^3}$. A mértékegységben a kJ (kilojoule) 1000 J-t, a MJ (megajoule) 1 000 000 J-t jelent.

A leggyakoribb üzemanyagok fűtőértékét az alábbi táblázat tartalmazza.

Üzemanyag/tüzelőanyag	Fűtőérték $\left(\frac{\text{MJ}}{\text{kg}}\right)$
Fa	15
Szalma	17
Kőszén	30
Viasz	45
Benzin	43
Gázolaj	43
Alkohol	20
Petróleum	43

A táblázatból kimaradt a földgáz, melynek fűtőértéke 37 $\frac{\text{MJ}}{\text{m}^3}$.

Ez azt jelenti, hogy 1 m^3 földgáz elégetésével 37 MJ energiát nyerünk.

Érdekesség

Egyes anyagokban a tárolt energiát nem égetéssel, hanem más, atommagfizikai eljárással lehet felszabadítani és hasznosítani; ilyen anyag például az urán. A kibányászott uránércből kinyerik a megfelelő uránt, majd rudakba csomagolják. Az atomreaktorba helyezett rudakban az urán olyan kritikus tömegben van jelen, hogy elindul egy láncreakció, ami jelentős energiafelszabadulással jár. Ezt az energiát elektromos energiává alakítják az erőművekben. Nézz utána, mit jelent a kritikus tömeg és a láncreakció!



Példa

Hány liter benzint kell elégetnünk ahhoz, hogy ugyanannyi energiát nyerjünk, mint 1 m^3 földgáz elégetésével? A benzin sűrűsége 0,7 $\frac{kg}{dm^3}$.

Megoldás:
A fűtőérték-táblázat alapján 1 m^3 földgáz elégetésével 37000 kJ energiát nyerünk. 1 kg benzin elégetésével 43 000 kJ energiát nyerünk. Következtessünk!
A fenti adatokból: 37000 : 43000 = 0,86, tehát 37000 kJ energiát 0,86 kg benzin elégetésével nyerünk. A benzin sűrűségadata alapján 1 dm^3 benzin tömege 0,7 kg.
0,86 : 0,7 = 1,22.
Ezért 1,22 dm^3, azaz 1,22 liter benzint kell elégetni.

Vannak olyan energiaforrások, melyeket nem közvetlenül használunk fel, hanem valamilyen energiaátalakulás során, más formában jutunk az energiájukhoz. Az így előállított energiahordozók a **másodlagos energiaforrás**ok, ilyen például az **elektromos áram** vagy a **gőz**. Ezeket a másodlagos energiaforrásokat zöldenergiából vagy fosszilis energiából tudjuk kinyerni. Az elektromos áramot **erőművek**ben állítják elő. A hőerőművek szén, kőolaj vagy földgáz elégetésével állítanak elő áramot. A vízerőművek a gyors vagy felduzzasztott folyók energiáját, a szélerőművek a szél energiáját, a naperőművek a Nap energiáját használják fel áramtermelésre.



Érdekesség

Az energiaforrás helyett gyakran használják az energiahordozó kifejezést. A rugós puska összenyomott rugójából is nyerhető energia, ezt adja át a lövedéknek, amikor meghúzzuk a ravaszt. A rugó bizonyos állapotában energiahordozóként működik, mert az összenyomásakor kapott energiát képes tárolni és a megfelelő pillanatban átadni.



Összefoglalás

Az energiaforrásokból az energiát ki tudjuk nyerni, fel tudjuk használni.
Az energiaforrások két fajtája a zöldenergia (megújuló energia) és a fosszilis energia (nem megújuló energia).
Az üzemanyagok, a fűtőanyagok és a tüzelőanyagok hatékonyságát a fűtőérték adja meg.
Az elektromos áram másodlagos energiaforrás, mely különböző erőművekben állítható elő.

Kérdések, feladatok

1. Tervezz és készíts vízerőművet! Vízerőműved a csapból kifolyó víz energiáját felhasználva legyen képes egy műanyag pohárba tett radírt felhúzni a földről a mosogató magasságáig. Gyűjtsd össze, hogy milyen anyagokra van szükséged, tervezd meg, hogyan fogja a radírt felhúzni az erőmű! A lapátkerekeket például pillepalackból is kivághatod.
2. Tegyél egyre több terhet az első feladatban elkészített vízerőműved poharába (radírok, érmék, gyöngyök)! Mekkora az a tömeg, amelyet már nem bír felemelni az erőműved? Mi történik, ha jobban kinyitod a csapot?
3. Nézz utána, hogy lakóhelyed szűkebb és tágabb környezetében milyen erőművek termelnek áramot! Vannak-e a környezetedben olyan gépek, berendezések, melyek energiájukat melegítésre használják?

3. ENERGIAIGÉNYEK

Reggel egyél úgy, mint egy király, délben, mint egy polgár, este, mint egy koldus – tartja a mondás. Ha az iskolában egy gyerek rosszul érzi magát, a tanárok mindig megkérdezik, hogy megfelelően reggelizett-e. Egy hosszú focimeccs után egyikőtöket sem kell noszogatni, hogy egyen. A mozgás és a táplálkozás között szoros kapcsolat van.

Érdekesség

Egy étel vagy ital több összetevőből áll. Ezek közül a zsírok, a fehérjék és a szénhidrátok (cukrok) tárolják az energiát. Nem mindegy, hogy mennyi élelmiszert eszünk, és hogy abban milyen arányban vannak jelen a fenti tápanyagok. A legtöbb grammonkénti energiát a zsír tartalmazza, körülbelül dupla annyit, mint a fehérjék vagy a cukrok. Ha többet eszel, mint amennyire a szervezetednek szüksége van, tested a felesleget elraktározza, és zsír formájában felhalmozza. Intenzív mozgás során ebből a raktározott zsírból is nyer energiát a szervezeted. A táplálkozás során bekövetkező energiaváltozásokat a biológiában anyagcseréként említik.



Háztartás

Egy épület üzemeltetéséhez – a szervezethez hasonlóan – **energiára van szükség.** Az épületek kellemes hőmérsékletét többféleképpen is fenn lehet tartani; fűthetünk fával, szénnel, olajjal, földgázzal, geotermikus energiával vagy elektromos árammal. Energiahordozókkal jutunk a sütéshez, főzéshez szükséges energiához. A világításhoz és a gépek működéséhez elektromos áramot használunk.





Figyeld meg!

Sok élelmiszer csomagolásán feltüntetik az energiatartalmat. Például egy joghurt dobozán olvashatjuk, hogy energiája 596 kJ/142 kcal. Ez azt jelenti, hogy a joghurtban 596 kJ, azaz 596 000 J energia van. Ha megesszük, ennyi energiára teszünk szert. A második adat szintén a joghurt energiaértékét adja meg egy másik mértékegységben, kilokalóriában (kcal).



Élelmiszerek

Az élelmiszerek elfogyasztásával energiához jutunk. **Tápértékük,** más néven **energiatartalmuk** tájékoztat bennünket arról, hogy mennyi energiát nyerünk az étel elfogyasztásával. A táplálkozás folyamata az égéshez hasonlít: a szervezetünkben olyan vegyi folyamatok indulnak, melyek hatására az élelmiszerben tárolt energia felszabadul, és izmaink számára felhasználhatóvá válik. Ezt az energiát nemcsak mozgásra, hanem testhőmérsékletünk fenntartására és agyunk működéséhez, például gondolkodáshoz használjuk. Ezért fontos, hogy megfelelően reggelizzünk.



Energiafogyasztás a lakásban

Az épületek lakói az energiát felhasználják, ők az **energiafogyasztók**. A felhasznált energiának ára van. A fát, az olajat, a szenet meg kell vásárolni, a gázt és az elektromos áramot a szolgáltatótól vesszük meg. A szolgáltatók gázmérőt és elektromos fogyasztásmérőt (villanyórát) szerelnek a bejárathoz, melyek **mérik az elhasznált energia mennyiségét.** A szolgáltatók a mért adatok alapján számítják ki az energia költségét, amit a fogyasztók a kapott gázszámla vagy villanyszámla alapján fizetnek be a szolgáltatóknak minden hónapban.



Teljesítmény

Az energiafogyasztó berendezések, gépek értünk és helyettünk dolgoznak. Melegítenek, fűtenek, motort hajtanak, világítanak. A berendezések és gépek fontos jellemző tulajdonsága, hogy milyen gyorsan fogyasztják az energiát (pontosabban alakítják át az energiát). Az energiafogyasztás, energiaátalakítás gyorsaságát teljesítménynek nevezzük. **A teljesítmény nagysága megmutatja, hogy a gép másodpercenként mennyi energiát használ el és alakít át.** A teljesítmény jele: *P*. Egy háztartási berendezés vagy gép teljesítményét úgy is kiszámolhatjuk, hogy a működése közben az elfogyasztott energiát *(E)* elosztjuk a működtetés idejével *(t)*.

Jelekkel: $P = \frac{E}{t}$.

A teljesítmény mértékegysége: $\frac{\text{J}}{\text{s}}$ = watt, amit James Watt angol fizikus és feltaláló tiszteletére nevezzük wattnak (W). Például egy 1200 W-os fúrógép másodpercenként 1200 J elektromos energiát használ el, egy 7 W-os LED-lámpa másodpercenként 7 J elektromos energiát vesz fel azért, hogy fényesen világítson.

Figyeld meg!

1. Egy mosogatógép 40 perc alatt végez egy adag edény mosogatásával, miközben 3600 kJ elektromos energiát fogyaszt. Mekkora a teljesítménye a mosogatógépnek?

Megoldás:

$E = 3600 \text{ kJ} = 3\,600\,000 \text{ J}$

$t = 40 \text{ min} = 2400 \text{ s}$

$P = \frac{E}{t} = \frac{3\,600\,000 \text{ J}}{2400 \text{ s}} = 1500 \text{ W}$

A mosogatógép teljesítménye 1500 W.

---

2. Egy 80 W teljesítményű hűtőszekrény egész nap működik. Mennyi elektromos energiát használ fel ez idő alatt?

Megoldás:

$P = 80 \text{ W}$

$t = 24 \text{ h} = 86\,400 \text{ s}$

$P = \frac{E}{t} \rightarrow E = P \cdot t = 80 \text{ W} \cdot 86\,400 \text{ s} =$

$= 6\,912\,000 \text{ Ws} = 6912 \text{ kJ}$

Ha a hűtőszekrény egész nap működik, 6912 kJ az energiafogyasztása.

Érdekesség

Egy modern, új építésű házban megpróbálnak minél több megújuló energiaforrást használni, így szinte alig kell a tüzelőanyagért és az elektromos áramért fizetni. A déli tájolású, nagy ablakok télen teszik lehetővé a napenergia felhasználását, a háztetőn lévő napkollektor melegíti vagy előmelegíti a fürdővizet, napelemek szolgáltatják az elektromos áramot, geotermikus energia melegíti a szobák levegőjét.



A lakásban található leggyakoribb fogyasztók

A lakásban található fogyasztók közül néhánynak megadtuk a jellemző teljesítményadatát. A megadott teljesítményből és a működés idejéből könnyen kiszámítható az energiafogyasztás.

digitális kvarcóra	0,001–0,005 mW	hűtőszekrény	60–100 W
zsebszámológép	1–50 mW	mikrohullámú sütő	600–2500 W
zsebizzó	1–2 W	porszívó	1000–1800 W
videókamera	3–10 W	mosógép	1500–2500 W
hálózati izzó	15–100 W	vasaló	1200–1800 W
kompakt fénycső	8–20 W	villanytűzhely	1500–4500 W
televízió	50–100 W	bojler	1200–3000 W
számítógép (laptop)	40–250 W	klímaberendezés	2000–3000 W

Példa

Mekkora az energiafogyasztása egy 120 W teljesítményű számítógépnek, amely 4 órán át működik?
Megoldás:
Az energiafogyasztást a teljesítmény és az üzemidő szorzatából számíthatjuk ki.
$E = P \cdot t = 120\ \text{W} \cdot 14\,400\ \text{s} = 1\,728\,000\ \text{J} = 1728\ \text{kJ}$
De megadhatjuk más mértékegységben is: $E = P \cdot t = 0{,}12\ \text{kW} \cdot 4\ \text{h} = 0{,}48\ \text{kWh}$

Közlekedési eszközök energiafogyasztása





A járművek mozgásához energia szükséges, anélkül nem képesek mozogni, a járművek tehát energiafogyasztók. A járművek fejlődésének történetében mindig más és más energiaforrással kísérleteztek a mérnökök és a feltalálók. Az ősember a víz sodrásából származó energiát és a szél energiáját a csónakok és vitorlások használatakor alkalmazta. Az állati erővel hajtott fogatok vagy az emberi erővel haladó gályák az élő szervezet biológiai energiáját aknázták ki. Manapság a gördeszkások, kerékpárosok élnek vele. Később megjelentek az első, géppel hajtott járművek: a gőzautó, a gőzhajó és a gőzmozdony. A gőzzel működő járművek sok szenet igényeltek a gőz előállításához, ezért hamarosan újabb géptípust dolgoztak ki, a benzinnel vagy dízelolajjal működő, belső égésű motort. Ma már egyre gyakrabban látunk az utakon elektromos meghajtású autókat is.

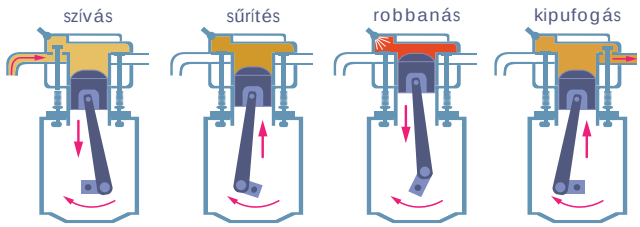
Érdekesség

A légi járművek is sokféle energiaforrást használnak. A helikopterek, a repülők motorjai benzinnel vagy kerozinnal működnek. A vitorlázó repülőgépeket más gépek emelik a magasba, működésük – a hőlégballonokhoz hasonlóan – a meleg levegő felszálló hatásán alapszik. A rakétáknak a legnagyobb az energiaigénye, mert nagy terhet kell nagy sebességgel mozgatniuk. A rakéták a sugárhajtáshoz hasonlóan haladnak előre, de légkör híján az üzemanyag mellett nagy mennyiségű oxigént is magukkal kell vinniük az égéshez.





A **gőzgép** a gőzben tárolt energiát alakítja át a dugattyú mozgásához szükséges energiává. A víz felmelegítésekor keletkező nagynyomású gőz kitágul, és a gép dugattyúját eltolja úgy, ahogy a forrásban lévő víz megemeli a dugattyút. A gőz lehűlésekor a dugattyú visszaáll eredeti helyzetébe. Ez a folyamat ismétlődik, a **dugattyú periodikusan mozog ide-oda.**



A **belső égésű motor** az üzemanyagban tárolt energia segítségével forgómozgást állít elő. Először a benzin összekeveredik a levegővel a porlasztóban. A porlasztóból a keverék bekerül a motor hengerébe (első ütem), ahol a dugattyú összesűríti (második ütem). Az összesűrített keveréket egy szikra begyújtja, megkezdődik az üzemanyag elégése. Az égés során keletkező gáz hirtelen kitágul, és eltolja a dugattyút (harmadik ütem). A visszatérő dugattyú az égésterméket kinyomja a hengerből (negyedik ütem). Az égéstermék a kipufogón keresztül a környezetbe jut. A dugattyú ide-oda mozgását egy kar a tengely forgómozgásává alakítja. A tengely által vezérelt szelepek gondoskodnak arról, hogy az üzemanyag a motorba, illetve az égéstermék a motorból a kellő időben áramoljon be-ki.

Nézz utána!

Milyen típusú energiaforrásokat használtok otthon? Mekkora a család egyhavi energiaigénye? Számolj utána! A gázszámlán megajoule-ban (MJ), azaz millió joule-ban adják meg az energiát, az elektromos energiát kilowattórában (kWh), aminek átváltása a következő: 1 kWh = 3,6 MJ. Fával vagy olajjal való tüzelés esetén a térfogatból és a sűrűségből tömeget, a tömegből és a fűtőértékből energiát tudsz számítani.

Összefoglalás

Az élelmiszerek tápértékéből fedezhetjük energiaigényünket. A legtöbb energiát a zsírok tárolják.
Az épületek fűtésére, világításra és a háztartási berendezések működtetésére különféle energiahordozók állnak rendelkezésre.
Az elfogyasztott energiát a szolgáltatók a gázmérő és az elektromos fogyasztásmérő leolvasásával határozzák meg.
A járművek működése különféle energiaforrások felhasználásával történik.
Az energiafogyasztók (berendezések, gépek, járművek) energiaátalakításának gyorsaságát teljesítménynek nevezzük.

Kérdések, feladatok

1. Nézz utána, hogy ma mennyi energiára tettél szert a reggelizésed alkalmával! A tápértékre vonatkozó adatokat az élelmiszerek csomagolásán, illetve az interneten találod.
2. A lecke joghurtos példájának 26. old.) adatai alapján határozd meg, mennyi a váltószám a kJ és a kcal között!
3. Gyűjts minél több különböző energiaforrással működő úszó járművet!
4. Nézz utána, kik azok a magyar mérnökök és feltalálók, akik segítették a járművek hajtóműveinek fejlődését!
5. Az erdész 10 m^3 fával fűti a házát a tél folyamán. Mennyi energiát fordít a fűtésre? A tűzifa sűrűsége 600 $\frac{kg}{m^3}$, fűtőértéke 15 $\frac{MJ}{kg}$.



4. AZ ENERGIAFOGYASZTÁS KÖRNYEZETI HATÁSAI

Szmog

Késő ősszel, tél elején egyre gyakrabban figyelmeztetnek a magas légszennyezettségre, sőt, többször előfordul szmogriadó a nagyvárosokban. Ilyenkor korlátozhatják az autóforgalmat, például páratlan napokon csak páratlan, páros napokon csak páros rendszámú autók közlekedhetnek. Miért éppen télen alakul ki gyakori szmoghelyzet, és miért éppen az autóközlekedést korlátozzák?



Épületek, járművek energiaigényét többnyire fosszilis energia segítségével fedezik. A nem megújuló energiaforrások égetésével jelentős energia szabadul fel, és egyúttal különféle égéstermékek keletkeznek. A tüzelőanyagok és az üzemanyagok, mint például a fa, a szén, a kőolaj, a földgáz vagy a benzin elégetése során – többek között – hamu, korom, füst, szén-monoxid, kén-dioxid, szén-dioxid keletkezik. Ezek az égéstermékek szennyezik a levegőt, egészségünkre károsak lehetnek.

Érdekesség

Az energiaforrások kitermelése, előállítása csak egy része az energiafogyasztás folyamatának. A kitermelt tüzelőanyagokat a bányákból, az olajkutakból a feldolgozás helyére kell szállítani. A szenet igen gyakran vasúton juttatják el a hőerőművekhez. A kőolajat és a földgázt tartályokban szállítják hajón, vasúton, esetleg repülőn, de sok helyre csővezetékeken keresztül érkeznek. Az erőművekbe juttatott energiaforrások felhasználásával elektromos áramot állítanak elő, ezt a másodlagos energiaforrást is el kell juttatni a fogyasztóhoz. Az elektromos áramot távvezetékek hálózatával osztják szét a fogyasztók között.



Kísérlet



Gyújts meg egy gyertyát, majd tarts a lángja fölé üveglapot!

Tapasztalat:

A gyertya égése során égéstermékek is keletkeznek, például az üvegen megjelenő korom. A korom mennyisége egyre nagyobb lesz, ahogy egyre hosszabb ideig ég a gyertya.

Nézz utána!

Ha a levegőben a füst és a korom ködté áll össze, akkor azt szmognak nevezzük. A levegőben lévő szennyező anyagok mennyiségét Budapesten és több nagyvárosban is mérik. Ha a mért adatok elérik az egészségügyi határértéket, akkor a városvezetés szmogriadót vezethet be. Milyen szennyező anyagok jelenlétét mérik, és ezeknek milyen hatása van a szervezetünkre és a környezetünkre?



A lelőhelyek kimerülése

A nem megújuló energiaforrásokat ki kell termelni. Az **erdőirtás** az erdők ritkulásához vezet, a többi **tüzelőanyag kibányászása** a talajvízben, az ökológiai környezetben okozhat károkat. Az **olajfúró kutak** a tengervizet szennyezhetik. Ráadásul a nem megújuló energiaforrások, mint a nevük is mutatja, előbb-utóbb elfogynak, a **lelőhelyek kimerülnek.**



Érdekesség

A zöldenergiát használó vízerőművek, szélerőművek vagy naperőművek nem képesek a Föld teljes áramellátását megoldani, csak kiegészítik a hő- és az atomerőművek termelését. Ezeknek az erőműveknek is van környezeti hatásuk. A szélerőművek veszélyesek a vándormadarakra, csak szeles vidékre érdemes telepíteni ezeket, és nagyobb mennyiségű elektromos energia termeléséhez szélerőműparkot kell építeni. A naperőműveket csak napos vidéken érdemes alkalmazni, a napelempanelek nagy földterületet borítanak teljes árnyékba.



Az erőművek – eltekintve a fűtőművektől – elektromos áramot, azaz másodlagos energiaforrást termelnek. Ugyan nélkülözhetetlenek számunkra, de nagymértékben terhelik környezetünket, szervezetünket. A **hőerőművek** a tüzelőanyagok elégetésével sok égéstermeket engednek a levegőbe.

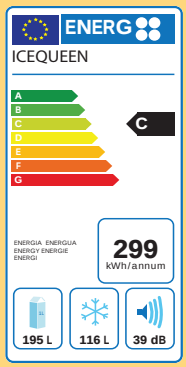
Energiatakarékosság

Az energiafogyasztás környezetszennyező hatása miatt **törekedni kell az energiatakarékosságra!** A nagy gyárak, üzemek, erőművek igyekeznek olyan technológiákat kifejleszteni, melyek csökkentik a környezet szennyezésének mértékét, például szűrőberendezésekkel tisztítják a füstöt. A járművekben is alkalmaznak katalizátort a kipufogógázban lévő környezetszennyező anyagok kiszűrésére. Te magad is tehetsz a környezeted és egészséged védelméért, **légy energiatakarékos!** Minél több áramot fogyasztunk, annál több energiára van szükség, és annál nagyobb lesz a környezetszennyezés is. Használj kevesebb áramot! Használat után kapcsold ki az elektromos berendezéseket, hogy a készenléti állapotot jelző égő se világítson! Használjatok otthon energiatakarékos égőket, LED-lámpákat a hagyományos izzók helyett! Ne hagyd, hogy feleslegesen menjen a tévé, a rádió, vagy feleslegesen égjen a lámpa a szobákban!



Nézz utána!

Elektromos áramot használó készülékek vásárlásánál manapság könnyen tájékozódhatunk a berendezések energiaigényeiről. A készülékeket úgynevezett energiaosztályokba sorolják; a legjobbak az A betűjelet kapják, a legrosszabbak G-t. Nézz utána, hogy mi a betűjelzés alapja!



Érdekesség

2012 óta az épületeket is energiaosztályokba sorolják. A használt jelzések nagyon hasonlítanak a háztartási készülékek energiabesorolásához; a legenergiatakarékosabb épület A, a legrosszabb I jelzést kap. Az épületek energiapazarlásának csökkentéséért is sokat tehetünk, például szigetelhetjük a homlokzatot, kicserélhetjük a régi ablakokat és ajtókat modern, hőszigetelő nyilászárókra, vagy lecserélhetjük a kazánt, a bojlert egy jobb típusra, esetleg elektromos hőszabályozót (termosztátot) alkalmazunk.

Összefoglalás

Az égés során keletkező égéstermékek közül sok környezetszennyező.
A fosszilis energiaforrások kitermelése szintén terheli a környezetet.
A rohamosan fogyó fosszilis energia miatt energiabiztonságunk érdekében, valamint a környezetszennyezés csökkentéséért törekedni kell az energiatakarékosságra.

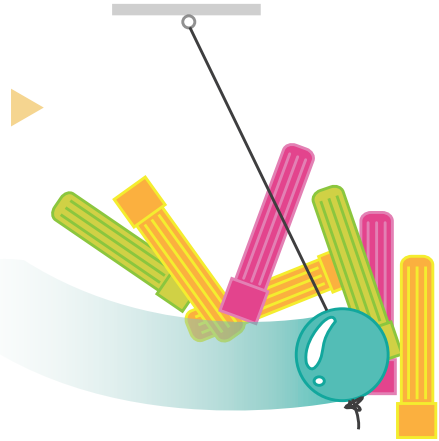
Kérdések, feladatok

1. Gyűjtsd össze, milyen energiatakarékos megoldásokat használtok a lakásban!
2. Hogyan lehet minél energiatakarékosabban közlekedni? Írj javaslatokat!
3. Hol találhatók Magyarország jelentős erőművei? Milyen típusú erőművek ezek?

5. ÖSSZEFOGLALÁS

Az energia a tárgyak, az anyagok, a hullámok sajátos állapotát jellemzi. A fizikai folyamatok, jelenségek során energiaátadás játszódik le.

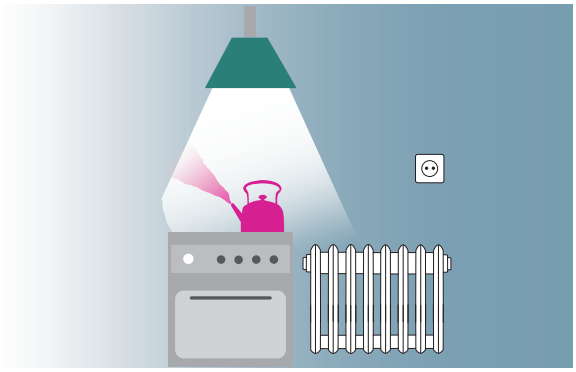
A megismert energiafajták: belső energia, mozgási energia, rugalmas energia, helyzeti energia.



A folyamatban részt vevők összes energiája mindvégig ugyanannyi maradt. Ez az energiamegmaradás tétele.

Az élelmiszerek tápértékéből fedezhetjük energiaigényünket.

Az égés során keletkező égéstermékek közül sok környezetszennyező.





Az épületek fűtésére, világítására és a háztartási berendezések működtetésére különféle energiaforrásokat használunk.

A gőzgép a gőz energiáját, a belső égésű motor az üzemanyag elégetéséből felszabaduló energiát használja a dugattyú mozgatásához. Az energiaforrások kitermelése terheli a környezetet, ezért törekedni kell az energiatakarékosságra.

Az elfogyasztott energiát fogyasztásmérők használatával határozzák meg.



Az atomerőművekben keletkező radioaktív sugárzás különösen veszélyes.

Az üzemanyagok, fűtőanyagok és tüzelőanyagok hatékonyságát a fűtőérték $\frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$-ban vagy $\frac{\text{MJ}}{\text{m}^3}$-ben adja meg.
Az elektromos áram másodlagos energiaforrás, melyet különféle erőművekben állítanak elő.

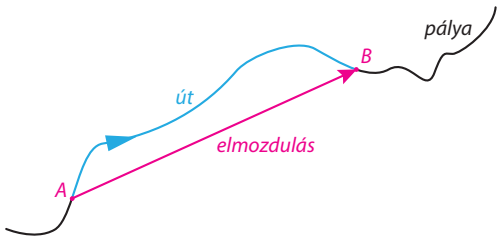
Az energiaforrások két fajtája a megújuló és a nem megújuló energiaforrások.

1. A TESTEK MOZGÁSÁNAK JELLEMZÉSE

Mielőtt elindulunk otthonról, megtervezzük, milyen útvonalon, milyen járművel közlekedünk, és megpróbáljuk megbecsülni, hogy mennyi idő alatt érünk el a célunkhoz. Utunk során emberekkel, autókkal és egyéb járművekkel találkozunk. Ezeket ezután a leckében testeknek nevezzük.

Pálya, út, elmozdulás

Minden mozgó test valamilyen pályán halad. A **megtett út** a **pálya** hossza. Az **elmozdulás** a kiindulópont és a végpont távolsága. Ezt az ábrán egy nyíllal jelöljük, így egyértelműen látszik, hogy a test honnan indult, és hová érkezett. Az elmozdulás tehát általában kisebb, mint a megtett út. Egyenlő azzal csak akkor lehet, ha a mozgás pályája egyenes. Ekkor **egyenes vonalú mozgás**ról beszélünk.
Az út jele: *s*, mértékegysége: méter (m).

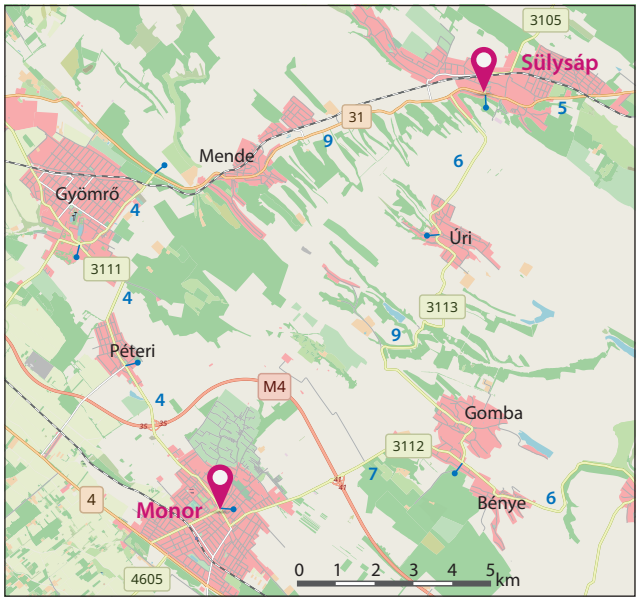


Kísérlet

Jelöljünk ki a tanteremben egy 3 méter hosszú, egyenes pályát és gurítsunk át rajta néhány kisautót! Mérjük meg stopperórával, hogy az egyes kisautók mennyi idő alatt teszik meg ezt az utat! Rögzítsük a mérési eredményeket a munkafüzetbe!



Monorról szeretnénk Sülysápra eljutni. Adj meg több lehetséges útvonalat! Olvasd le a térképről minden esetben az út hosszát! Számold ki a térkép méretarányának ismeretében az elmozdulás nagyságát!



Sebesség, átlagsebesség

Legtöbbször az a célunk, hogy az adott utat a lehető legrövidebb idő alatt tegyük meg.
A test által megtett út és az ehhez szükséges idő hányadosaként értelmezett fizikai mennyiséget sebességnek nevezzük.

A sebesség jele: *v*, mértékegysége: $\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Ebből adódóan a test sebességét úgy számíthatjuk ki, hogy a test által megtett utat elosztjuk az út megtételéhez szükséges idővel. Ezt röviden a következő módon írhatjuk fel:

Sebesség = $\frac{\text{megtett út}}{\text{eltelt idő}}$ vagy képlettel: $v = \frac{s}{t}$.

Ez a meghatározás a hétköznapi beszélgetéseinkben megfelelő, és akkor alkalmazzuk, ha a test egyenletes tempóban halad. Ha a test időnként gyorsabban, időnként lassabban halad, a fenti meghatározás nem jellemzi a mozgásának részleteit. Ezért ilyenkor átlagsebességről beszélünk.

Átlagsebességnek nevezzük a test által megtett összes út és az ehhez szükséges összes idő hányadosát.

A sebesség, átlagsebesség mértékegységei: $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ vagy $\frac{\text{km}}{\text{h}}$. Az átváltás közöttük: $1\ \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3{,}6\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

Ez azt jelenti, hogy például $15\ \frac{\text{m}}{\text{s}} = 15 \cdot 3{,}6\ \frac{\text{km}}{\text{h}} = 54\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

Ha visszafelé számolunk, akkor például $90\ \frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{90}{3{,}6}\ \frac{\text{m}}{\text{s}} = 25\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Hallottál róla?

A biztonságos közlekedés érdekében a teherautók, kamionok és autóbuszok hátoldalán néha jelezni szokták a megengedett legnagyobb sebességet.

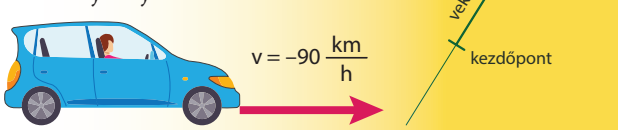


A következő táblázatból megtudhatjuk, hogy különböző állatok mekkora sebességgel képesek mozogni. Ezeket a sebességeket azonban csak rövid távon tudják tartani!

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

Érdekesség

Azokat a mennyiségeket, amelyeket nagyságukkal és irányukkal jellemezhetünk, vektormennyiségeknek nevezzük. Rajzban egy irányított szakasszal jelöljük.



Példák

1. Az autópályán haladó autó 216 km utat tesz meg 2 óra alatt. Mekkora az átlagsebessége?

$s = 216$ km
$t = 2$ h
$v = ?$

Megoldás:

$v = \frac{s}{t} = \frac{216\ \text{km}}{2\ \text{h}} = 108$ km.

Az autó $108\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel halad.

(Nem vettük figyelembe az indulását, előzését, fékezését.)

2. Mekkora utat tesz meg 1 perc alatt egy fecske, ha $72\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel repül egyenletesen?

$t = 1$ min $= 60$ s
$v = 72\ \frac{\text{km}}{\text{h}} = 20\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$
$s = ?$

Megoldás:

$s = v \cdot t = 20\ \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 60$ s $=$
$= 1200$ m $= 1{,}2$ km.

3. Mennyi ideje van reagálni a kapusnak, ha 20 m-ről $157\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$-val száguld a focilabda a kapu felé? Keress rá Steven Reid nevére az interneten!

$s = 20$ m
$v = 157\ \frac{\text{km}}{\text{h}} \approx 43{,}6\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$
$t = ?$

Megoldás:

$t = \frac{s}{v} = \frac{20\ \text{m}}{43{,}6\ \frac{\text{m}}{\text{s}}} \approx 0{,}45$ s.

Tehát védhetetlen.

Az utcán közlekedve azt tapasztaljuk, hogy a járművek nemcsak velünk egy irányba haladnak, hanem szemből, oldalról és a legkülönbözőbb irányokból is közeledhetnek. A sebességnek tehát nemcsak a nagysága, hanem az iránya is fontos számunkra.



Példa

Egy teherautó 200 km utat akar megtenni. Az első 90 km-t 1,5 óra alatt teszi meg, a következő 110 km-t pedig 2 óra alatt. Számítsd ki a sebességet az első szakaszon, a második szakaszon, illetve az egész útra az átlagsebességet!

Megoldás:

I. szakasz: $s_1 = 90$ km $\quad t_1 = 1{,}5$ h $\quad$ II. szakasz: $s_2 = 110$ km $\quad t_2 = 2$ h

---

Az első szakaszon a sebesség: $v_1 = \frac{s_1}{t_1} = \frac{90\text{ km}}{1{,}5\text{ h}} = 60\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

A második szakaszon a sebesség: $v_2 = \frac{s_2}{t_2} = \frac{110\text{ km}}{2\text{ h}} = 55\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

Az egész úton az átlagsebesség: $v_{\text{átlag}} = \frac{s_1 + s_2}{t_1 + t_2} = \frac{200\text{ km}}{3{,}5\text{ h}} = 57{,}14\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

Fontos! Az átlagsebesség általában nem egyezik meg az egyes szakaszok sebességének a számtani átlagával!

Hasznos

A járművek sebességmérő műszere, miközben indul vagy éppen lassít az autó, folyamatosan változó értéket mutat. Azt az értéket, amit egy adott pillanatban mutat a sebességmérő, pillanatnyi sebességnek nevezzük. Ez nem más, mint egy egészen rövid időtartamra számított átlagsebesség, így a betűjele és a mértékegysége is ugyanaz, mint a sebességnek.

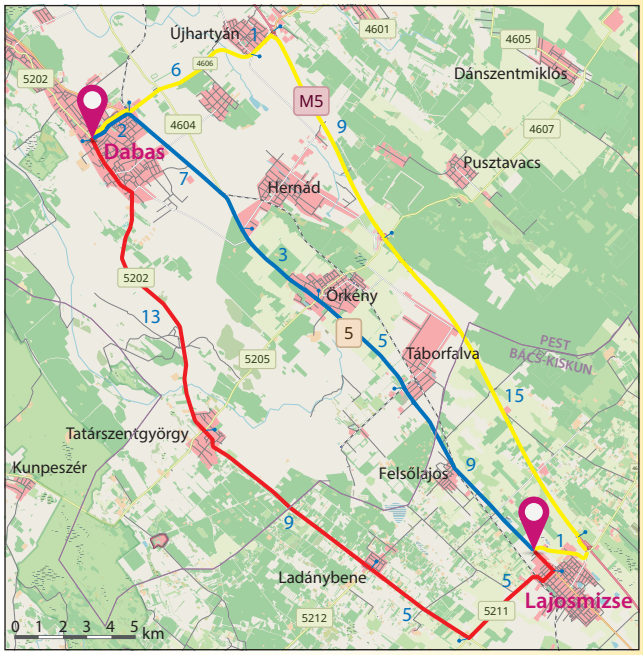


Az önvezérelt autók



Egy autó sofőrjének vezetés közben számtalan dologra kell figyelni. Tudnia kell megfelelően működtetni a járművet a kormány, a pedálok, a sebességváltó és sokszok gomb segítségével, valamint figyelnie kell az útra, ahol jelzőtáblák, más közlekedő járművek és gyalogosok is vannak. Az autó irányításával bármilyen váratlan helyzetre azonnal reagálnia kell. Ezt az összetett folyamatot nevezzük **vezérlésnek**. A fejlesztőmérnökök azon dolgoznak, hogy a vezérlés egyes részeit vagy akár a teljes vezérlést a **vezető helyett maga az autó végezze.** Ehhez próbálnak minél jobb érzékelőket, más néven szenzorokat, és számítógépes irányítást kidolgozni. Napjainkban már sok feladat automatizált az autókban, például tempomat, automata sebességváltó, kipörgésgátló, blokkolásgátló, menetstabilizátor, parkolási asszisztens segíti a sofőr munkáját, hogy csak párat említsünk. De még sok fejlesztés kell ahhoz, hogy az utakon teljesen önvezérelt autók közlekedjenek.

Érdekesség



Mielőtt elindulunk valahová, megtervezzük az útvonalat. Ehhez számos útvonaltervező program ad segítséget. A gépkocsikba elhelyezett navigációs rendszerek működéséhez a GPS (Global Positioning System) nyújt segítséget. Ennek jelentése: 'globális helymeghatározó rendszer'. A GPS a Föld körül keringő műholdak segítségével méri be a helyzetünket, a navigációs eszköz pedig ennek megfelelően követi a mozgásunkat, és javasolja a legjobb útvonalat. A következő térképen három lehetséges útvonal van berajzolva Dabas és Lajosmizse között. A pirossal jelölt út 32 km, a kék 27,4 km, a sárga pedig 34,3 km hosszú. Az útvonaltervező az elsőn 39 perc, a másodikon 28 perc, a harmadikon 27 perc menetidőt tervez. Figyeld meg, hogy a leghosszabb úton a legkisebb a menetidő! Az útvonaltervező tehát nemcsak a távolságot veszi figyelembe, hanem az út minőségét és a megengedett sebességet is. A fejlettebb eszközök az utazás tervezett időszakában várható forgalmat is tekintetbe veszik.

Összefoglalás

Sebességnek nevezzük a megtett útnak és az eltelt időnek a hányadosát.

Sebesség = $\frac{\text{megtett út}}{\text{eltelt idő}}$ vagy képlettel: $v = \frac{s}{t}$, $1\ \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3{,}6\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$.

Ha egy mozgás több különböző egyenletes tempóban megtett szakaszból áll, az átlagsebesség a különböző, egyenletes tempóban megtett utak összegének és az egyes idők összegének a hányadosa.

A nagyon rövid időre számított átlagsebességet pillanatnyi sebességnek hívjuk. A sebesség olyan fizikai mennyiség, amelynek nemcsak nagysága, hanem iránya is van.

Az autókat manapság egyre több olyan műszerrel, érzékelővel szerelik fel, amelyek segítik a sofőr munkáját, és biztonságosabbá teszik a járművet a közlekedés során. A végső cél: az önvezető autó kifejlesztése.

Kérdések, feladatok

1. Nézz utána, hogy egyes járművek mekkora sebességgel haladhatnak lakott területen, lakott területen kívül, autóúton, autópályán! Gyűjts minél több adatot!
2. 90 percig $4\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel haladunk. Mekkora utat teszünk meg? Az eredményt méterben add meg!
3. Mennyi idő szükséges 150 km megtételéhez, ha az átlagsebességünk $10\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$?
4. 300 km-t szeretnénk megtenni 6 óra alatt. 4 órán át $40\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$ átlagsebességgel utazunk. Mekkora átlagsebességgel kell a maradék utat megtenni, hogy időben megérkezzünk?

2. AZ EGYENES VONALÚ EGYENLETES MOZGÁS

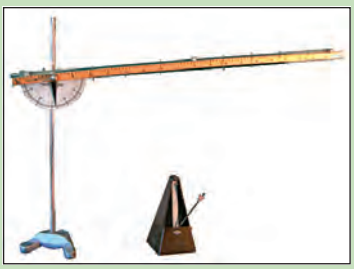
Tanulmányozzuk egyes emberek, járművek mozgását közlekedés közben! Vajon elmondható valamelyikről, hogy végig állandó nagyságú sebességgel mozog?

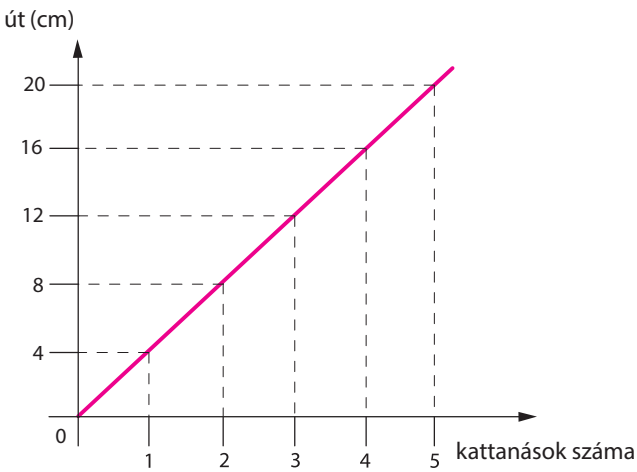
Az egyenes vonalú egyenletes mozgás

Hogyan állapítható meg egy járműről, hogy állandó nagyságú sebességgel mozog?
Vizsgáljuk meg, hogy egy autó óránként mekkora utat tesz meg! Azt tapasztaljuk, hogy az első órában 50 km-t, a másodikban is 50 km-t, és minden további órában 50 km-t tesz meg. Elmondhatjuk, hogy az autó mozgása egyenletes? Természetesen nem, mert egy órán belül az autó sebessége sokszor változhat!
Válasszunk hát kisebb időtartamokat! Megállapítjuk, hogy az autó az első félórában 25 km-t, a második félórában is 25 km-t és minden további félórában is 25 km-t tesz meg. Ekkor még mindig nem lehetünk biztosak benne, hogy a mozgás egyenletes.
Minél kisebb időközöket választunk, annál biztosabbak lehetünk benne, hogy **a mozgás egyenletes, ha az egyenlő időközök alatt megtett utak most is egyenlők.**

Kísérlet

Állítsuk úgy a Mikola-csövet, hogy a vízszintessel körülbelül 15 fokos szöget zárjon be! Jelöljük meg a Mikola-csőben mozgó buborék helyét a metronóm minden egyes kattanásánál!





Hallottál róla?

Az autókba beszerelhető sebességtartó elektronika (tempomat) segítségével a gépkocsi a gázpedál lenyomása nélkül képes egyenletes sebességgel haladni.





Mikola Sándor (1871–1945) fizikus, pedagógus, a Magyar Tudományos Akadémia tagja volt. Több nemzetközi hírű tudós, így *Wigner* Jenő és *Neumann* János is tanítványai közé tartozott. Jelentős tankönyvírói és módszertani munkássággal rendelkezett. Ő alkotta meg a centiméter-beosztással ellátott, változtatható hajlásszögű üvegcsövet is, amelyet ha nem töltünk meg teljesen folyadékkal, akkor a ferdén tartott csőben található buborék egyenletes mozgást végez. Az eszköz neve Mikola-cső.

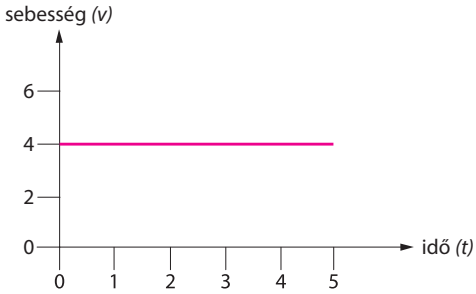
Út-idő grafikon

A Mikola-csőben mozgó buborék a tapasztalat szerint egyenlő időközök alatt egyenlő utakat tesz meg, ahogy ezt a táblázatban lévő adatok is mutatják.

Kattanások száma	0	1	2	3	4	5
Megtett út (cm)	0	4	8	12	16	20
Sebesség $\left(\frac{\text{cm}}{\text{kattanások száma}}\right)$		4	4	4	4	4

Ha ezeket az adatokat derékszögű koordináta-rendszerben ábrázoljuk, az egyenes vonalú egyenletes mozgás út-idő grafikonját kapjuk. Látható, hogy a buborék kétszer akkora idő alatt kétszer akkora, háromszor akkora idő alatt háromszor akkora utat tesz meg.
Megállapíthatjuk, hogy egyenes vonalú egyenletes mozgást végző test egyenes vonalú pályán közlekedik, az általa megtett út és a megtételéhez szükséges idő között egyenes arányosság van. Az út-idő grafikon pedig egy origóból kiinduló félegyenes.

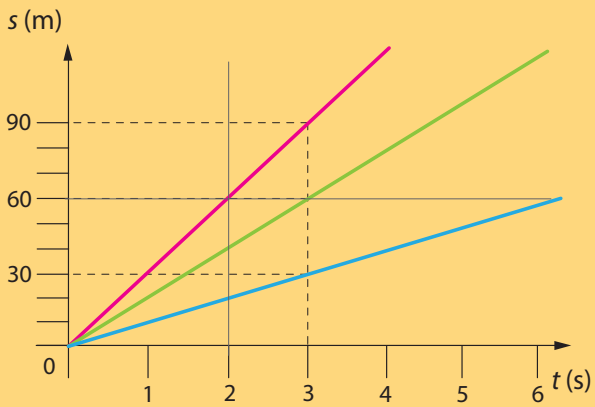
Sebesség-idő grafikon



Tudjuk, hogy ha a megtett utat elosztjuk az eltelt idővel – bármilyen nagyok vagy kicsik is ezek az időtartamok – a test sebességét kapjuk meg. Ábrázoljuk a sebességet az idő függvényében! Ekkor a mozgás sebesség-idő *(v-t)* grafikonját kapjuk. Bármekkora időtartamot is választunk, a megtett út és az eltelt idő hányadosa mindig ugyanakkora. **Ezért lesz a sebesség-idő grafikon képe egy vízszintes félegyenes.**

Példa

A következő képen három test egyenletes mozgásának az út-idő grafikonját láthatjuk.



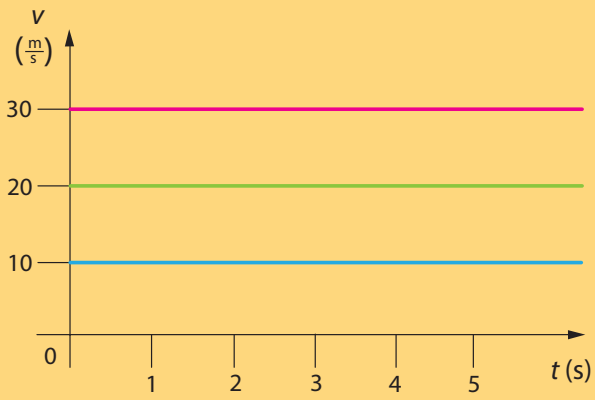
a) Készítsük el a mozgás sebesség-idő grafikonját!

b) Olvassuk le a grafikonról, hogy 2 s alatt mekkora utat tettek meg a testek!

c) Olvassuk le a grafikonról, hogy 60 m megtételéhez mennyi időre volt szükség!

Megoldás:

a) Látható, hogy az a test, amelynek a mozgását kék grafikonnal jelöltük, 3 s alatt 30 m utat tesz meg, tehát a sebessége $\frac{30\text{ m}}{3\text{ s}} = 10\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$. A zöld színű grafikonról leolvashatjuk, hogy 3 s alatt 60 m utat tesz meg, tehát a sebessége $\frac{60\text{ m}}{3\text{ s}} = 20\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$. A pirossal jelöltről azt olvashatjuk le, hogy 3 s alatt 90 m utat tesz meg. Sebessége tehát $\frac{90\text{ m}}{3\text{ s}} = 30\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$. Megállapíthatjuk, hogy ugyanabban az út-idő koordináta-rendszerben ábrázolva különböző sebességű mozgásokat a nagyobb sebességhez meredekebb grafikon tartozik.



b) A grafikonon a 2 s-nál húzzunk függőlegesen halványan egy vonalat. Ahol ez metszi a félegyeneseket, azoknak a pontoknak kell a függőleges tengelyen leolvasni a koordinátáit, vagyis a megtett út értékét. Kék esetében 20 m, zöld esetében 40 m, piros esetében 60 m.

c) A grafikonon a 60 m-nél húzzunk vízszintesen halványan egy vonalat. Ahol ez metszi a félegyeneseket, azoknak a pontoknak kell a vízszintes tengelyen leolvasni koordinátáit, tehát az eltelt idő értékét. Kék esetében 6 s, zöld esetében 3 s, piros esetében 2 s.

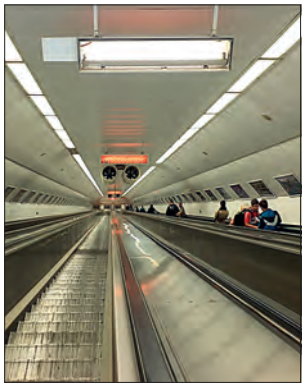
Hallottál róla?



A vonattal való közlekedésnek számos előnye van. A kerekeken elérhető sebességrekordot utasok nélkül a francia TGV tartja 515 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$-val. Tapasztalat szerint a sebesség növelésével annak a veszélye is növekszik, hogy a kerekek a vassínen megcsúsznak, kipörögnek. Ezt a problémát oldja meg a maglevvonat, amely valójában lebeg a pályája felett. Kínában a sanghaji repülőteret a belvárossal 2002 óta egy maglevvonal köti össze. A 30 km-es távolságot 430 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel teszi meg ez a vonat.

A valóságos életben a járművek mozgása csak bizonyos szakaszokon tekinthető egyenletesnek.
A következő képeken látható mozgások közül melyek mondhatók leginkább egyenletesnek?



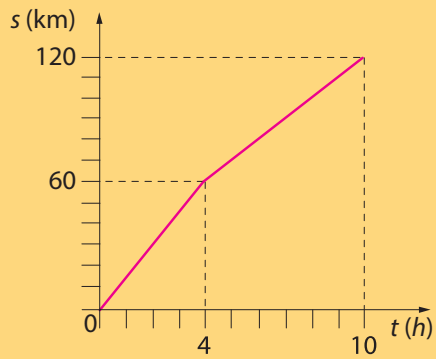



Összefoglalás

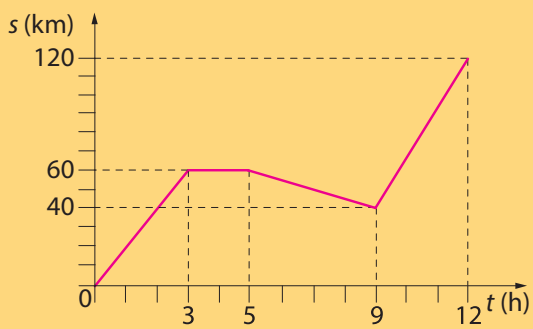
Egyenletes mozgásról akkor beszélünk, ha a test egyenlő időközök alatt egyenlő utakat tesz meg, bármennyire kis időközöket választunk is.
Az egyenes vonalú egyenletes mozgás pályája egyenes, a test sebességének nagysága állandó, út-idő grafikonja egy origóból kiinduló félegyenes, sebesség-idő grafikonja vízszintes félegyenes. Minél nagyobb a mozgó test sebessége, annál meredekebb az út-idő grafikon.

Kérdések, feladatok

1. A felső ábra egy egyenes vonalú mozgást végző jármű út-idő grafikonját mutatja. A grafikon alapján válaszolj az alábbi kérdésekre!
   a) Mekkora utat tett meg a jármű 4 óra alatt?
   b) Mekkora volt a sebessége az első 4 órában?
   c) Mekkora utat tett meg 4 órától 10 óráig ez a jármű?
   d) Mekkora volt a sebessége 4 órától 10 óráig?
   e) Mekkora volt a járműnek az átlagsebessége?



2. A La Manche csatorna alatt húzódó Csatorna-alagút (Csalagút) 50,5 km hosszú. Mennyi idő alatt jut rajta át egy 120 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel mozgó vonat?
3. Készítsd el a következő mozgások út-idő és sebesség-idő grafikonját!
   a) Egy lift emelkedés közben fél perc alatt jut a 2. emelettől a 8.-ig. Egy emelet 3 m magas.
   b) Egy gyalogos 4 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel 6000 m utat tesz meg.
   c) Egy teherautó 2 óra 30 percen keresztül megy 20 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel.
   d) Egy autó 2 órán keresztül 50 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$, majd további 3 órán keresztül 70 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel halad.
4. A grafikon alapján válaszolj a következő kérdésekre!
   a) A grafikon 2. szakasza az időtengellyel párhuzamos. Mekkora volt a test sebessége ekkor?
   b) A grafikon alapján mekkora utat tett meg összesen ez a test?
   c) Mekkora az elmozdulása ennek a testnek?
   d) Számold ki, hogy a 12 óra alatt mekkora volt a test átlagsebessége!



3. EGYENLETESEN VÁLTOZÓ MOZGÁSOK



Egyenes vonalú egyenletes mozgással a mindennapi életben ritkán találkozunk. Ha metrón utazunk, a mozgólépcső valóban egyenes vonalban és állandó sebességgel halad, de a szerelvényekre ez már nem igaz. Ha két állomás között egyenes is az útja, induláskor gyorsítania, az állomásra érve pedig lassítania kell a vezetőnek. A járművek mozgására leginkább az a jellemző, hogy a sebességük nagysága és iránya is változik, alkalmazkodva a forgalmi és az útviszonyokhoz. **Ha egy test sebességének nagysága vagy iránya megváltozik, változó mozgásról beszélünk.**



Az egyenes vonalú, egyenletesen változó mozgás

1. kísérlet

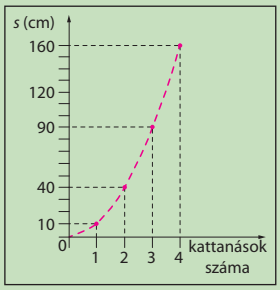
Jelöljük meg egy lejtőn legördülő golyó helyét egyenlő időközönként, metronóm segítségével!
Egy lehetséges mérés eredményét a következő táblázat tartalmazza:

Kattanások száma	0	1	2	3	4
Megtett út (cm)	0	10	40	90	160
Átlagsebesség $\left(\frac{\text{cm}}{\text{kattanások száma}}\right)$		10	20	30	40

Tapasztalat:
A golyó egyenlő időközök alatt egyre nagyobb és nagyobb utakat tesz meg, tehát a sebessége egyre nő. Ha a megtett utat az eltelt idő függvényében ábrázoljuk, az alábbi grafikont kapjuk. Látjuk, hogy az út-idő grafikon most nem egyenes.







A mérési eredményekből megállapíthatjuk, hogy a lejtőn lefelé guruló golyó sebessége időegységenként ugyanannyival nőtt, vagyis a golyó sebessége egyenletesen változott. **Azt a mozgást, amelynek során egy test egyenes vonalú pályán mozog, és a sebessége időegységenként ugyanannyival változik, egyenes vonalú, egyenletesen gyorsuló mozgásnak nevezzük.**

A gyorsulás jele: *a*, mértékegysége: $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Hasznos

Egy test gyorsulásának az értékét meg is tudjuk határozni:

Gyorsulás = $\frac{\text{sebességváltozás}}{\text{sebességváltozáshoz szükséges idő}}$,

vagy képlettel: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$. Mértékegysége: $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

A sebességhez hasonlóan a gyorsulás is vektormennyiség, vagyis a nagysága mellett iránya is van.

Ha például egy test sebessége 25 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$-ról 32 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$-ra növekszik, akkor a sebességváltozás értéke 7 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$. Ilyenkor gyorsuló mozgásról beszélünk.
Ha viszont a sebesség 30 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$-ról 26 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$-ra csökken, akkor a sebességváltozás –4 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$. Ilyenkor lassuló mozgásról beszélünk.
Értelemszerűen egy test gyorsulása nulla, ha nem változik a sebességének sem a nagysága, sem az iránya.

Hallottál róla?

Az autók gyorsulását úgy jellemzik, hogy mennyi idő alatt gyorsul fel 0 $\frac{km}{h}$-ról 100 $\frac{km}{h}$-ra. Egy átlagos autónál ez az idő körülbelül 13 másodperc.

Példa

Egy utasszállító repülőgép gyorsulása felszállás előtt a kifutópályán: 2,7 $\frac{m}{s^2}$.

a) Mit jelent ez az adat?

b) Mekkora lesz a sebessége 30 s múlva, felszálláskor?

Megoldás:

a) Ez azt jelenti, hogy másodpercenként 2,7 $\frac{m}{s}$ = = 9,72 $\frac{km}{h}$-val nő a sebessége.

b) Ha 1 s alatt 2,7 $\frac{m}{s}$-mal nő a sebessége, akkor – ha álló helyzetből indul a repülő – 30 s alatt: $30 \cdot 2{,}7 = 81$, azaz 81 $\frac{m}{s}$ = 291,6 $\frac{km}{h}$ lesz a sebessége.



Példa

A Renault R25 Forma–1-es autó indulástól számítva 3,9 s alatt éri el a 200 $\frac{km}{h}$ sebességet. Mekkora ennek a versenyautónak a gyorsulása?

Megoldás:

$\Delta v = 200 \frac{km}{h} \approx 55{,}5 \frac{m}{s}$

$\Delta t = 3{,}9$ s

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{55{,}5 \frac{m}{s}}{3{,}9\ s} = 14{,}2 \frac{m}{s^2}$$



Szabadesés

Ha az első kísérletben a lejtő hajlásszögét növeljük, a golyó gyorsulása egyre nagyobb lesz. A kísérletet bizonyos hajlásszög felett már nem is lehet elvégezni, mert nem tudjuk pontosan bejelölni a golyó helyét. A legnagyobb gyorsulást akkor kapnánk, ha a lejtő függőleges lenne. Ekkor a golyó már nem is érintkezne a lejtővel.

2. kísérlet

Ejtsünk le azonos magasságból két, közel azonos méretű labdát! Az egyik egy pingponglabda legyen, a másik pedig egy tömör gumilabda.
Figyeljük meg, melyik ér hamarabb földet!

Tapasztalat:

A két labda megközelítőleg egyszerre ért le a földre.



Ha egy testet leejtünk, akkor szabadesésről beszélünk. A szabadesés oka az, hogy a Föld a tömegéből adódóan vonzza a rajta és a körülötte lévő testeket. Ezt gravitációs vonzásnak nevezzük, a szabadon eső test gyorsulását pedig gravitációs gyorsulásnak.

Csakhogy a Föld nem tökéletesen gömb alakú, emellett forog a tengelye körül. Vagyis vannak olyan földi hatások, amelyek pontos mérésekkel és számításokkal bizonyíthatóan hatnak a szabadon eső testekre. Ha ezeket a hatásokat is figyelembe vesszük, a gravitációs gyorsulás helyett a Földön nehézségi gyorsulásról beszélünk. Miután számunkra elhanyagolhatóan pici az eltérés a két érték között, fizikatanulmányaink kezdetén a két fogalom között nem teszünk különbséget.

Szabadeséskor a testek a Föld gravitációs vonzásának hatására egyenes vonalú, egyenletesen gyorsuló mozgással esnek a Föld középpontja felé. Ha a levegő fékező erejétől eltekintünk – vagyis légüres térben –, minden test azonos nagyságú gyorsulással esik.

A gravitációs (nehézségi) gyorsulás betűjele: g, hazánkban az értéke: $g = 9{,}81 \frac{m}{s^2}$

(A számítások során egyszerűen: $g = 10 \frac{m}{s^2}$)

Hallottál róla?



Galileo Galilei (1564–1642) itáliai fizikus, matematikus, csillagász és természettudós.
Sok egyéb mellett, a lejtőn legördülő golyók mozgását is vizsgálta, valamint ejtési kísérleteket végzett. Először egyik tanítványa írt a pisai ferde toronyból végzett kísérleteiről, miszerint különböző tömegű ágyúgolyókat dobott le a toronyból, hogy bebizonyítsa: az esési sebesség nem függ a test tömegétől. A toronyból ejtés bizonyára legenda, de Galilei fogalmazta meg először matematikai pontossággal a szabadesés törvényszerűségeit.

Összefoglalás

Azt a mozgást, amelynek során egy test egyenes vonalú pályán mozog, és a sebessége időegységenként ugyanannyival változik, egyenes vonalú, egyenletesen gyorsuló mozgásnak nevezzük.

A gyorsulás jele: a, mértékegysége: $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Szabadesés esetén a gravitációs (nehézségi) gyorsulás értéke Magyarországon: $g = 9{,}81\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Példa

A Rám-szakadék egyik meredek sziklafaláról követ ejtettünk a mélybe. Az ejtés pillanatától számítva 2,6 s múlva hallottuk a kő leérkezését. Mekkora sebességgel csapódott a földhöz az elejtett kő? (A hang elhanyagolhatóan rövid idő alatt ér fel hozzánk.)

Megoldás:

$g = 10\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

$t = 2{,}6\ \text{s}$

$g = \frac{v}{t} \rightarrow v = g \cdot t = 10\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2{,}6\ \text{s} = 26\ \frac{\text{m}}{\text{s}} = 93{,}6\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$



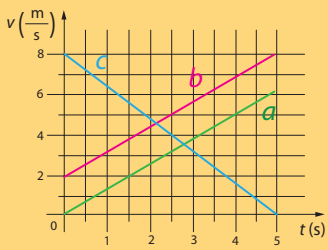
Kérdések, feladatok

1. Nézz utána, mennyi idő alatt éri el a gepárd a végsebességét! Számítsd ki a gyorsulását!
2. Nézz utána, hogy mekkora sebességre kell gyorsulnia egy repülőgépnek, hogy fel tudjon szállni!
3. A következő táblázat 5 különböző test sebességét adja meg, különböző időpillanatokban. Állapítsd meg, hogy egyenletesen gyorsulnak-e! Ha igen, mekkora a gyorsulásuk? Vajon milyen az utolsó mozgás sebesség-idő grafikonja?



Idő (s)		0	3	6	9	12
Sebesség $\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$	1. test	0	7	13	22	30
	2. test	0	5	10	15	20
	3. test	0	6	12	18	24
	4. test	0	4,2	8,4	12,6	16,8
	5. test	2	5	8	11	14

4. Egy autó gyorsulása 3 $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$. Mennyi idő alatt gyorsul fel 100 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességre?
5. Egy Nissan GT-R 6,9 $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ gyorsulásra képes. Hány $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességre gyorsul fel 6 másodperc alatt?
6. Az ábrán három jármű sebesség-idő grafikonja látható. Jellemezd az egyes járművek mozgását! Állapítsd meg, hogy egyenletesen változó mozgást végeznek-e, és határozd meg a gyorsulásukat!



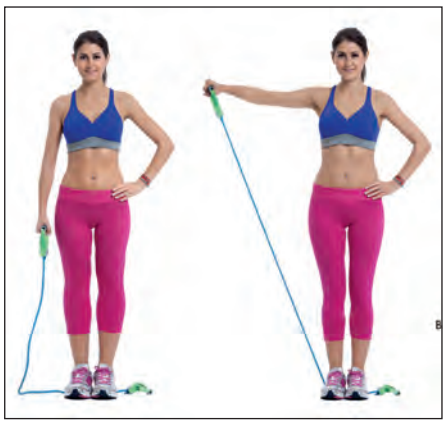
4. AZ ERŐ



Több sportág esetében nemcsak az a fontos, hogy valaki ügyes és gyors legyen, hanem erősnek is kell lennie. Az erősebb sportoló messzebb tudja rúgni a labdát, nagyobb súlyt tud felemelni.

Egy nyugalomban lévő testnek az elindításához vagy a sebességének a megváltoztatásához, másképpen fogalmazva a mozgásállapotának a megváltoztatásához erőre van szükség.

Ugyancsak erő szükséges az erősítéshez használt gumikötél megnyújtásához is. Ebben az esetben az erő alakváltoztató hatásával találkozunk.



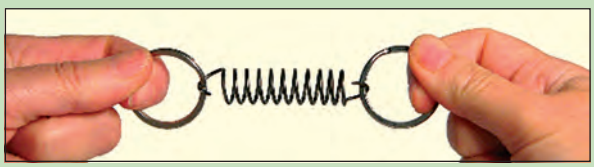
Azt a hatást, amely megváltoztatja egy test mozgásállapotát vagy alakját, erőnek nevezzük.
Az erő vektormennyiség: nagysága és iránya van.
Az erő jele: *F*
Az erő mértékegysége: N (newton)

Az erő mérése

1. kísérlet

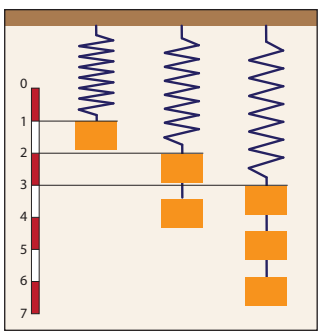
Vegyél kézbe egy rugót. és nyújtsd meg egy kicsit! Ezután próbáld egyre jobban megnyújtani! Figyeld meg, hogyan változik a megnyújtáshoz szükséges erő nagysága, ahogy egyre jobban húzod szét a rugót!

Tapasztalat:
A megnyújtás növeléséhez egyre nagyobb erőre van szükség.



Tapasztalat szerint egy rugó megnyúlása egyenesen arányos a nyújtóerővel.

Az erő mérésére használt eszköz neve: rugós erőmérő. Ez egy beosztásokkal ellátott tokban elhelyezett rugó. A gyakorlati életben sokszor digitális kijelzőn olvashatjuk le az erő nagyságát.







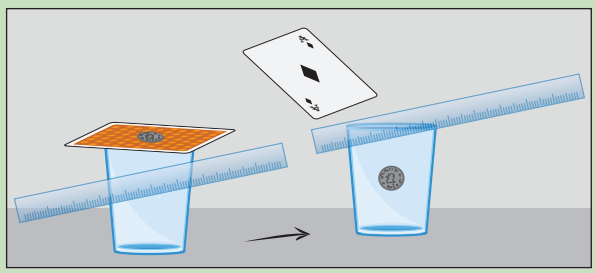
Sir *Isaac Newton* (ejtsd: nyútn, 1642–1727) angol fizikus, matematikus, filozófus és csillagász. Nevéhez fűződik az általános tömegvonzás és a mechanika törvényeinek megfogalmazása. A tiszteletére az erő mértékegységét róla nevezték el.

A tehetetlenség törvénye

2. kísérlet

1. Tegyél egy pohárra egy kártyalapot, arra pedig egy pénzérmét. Vonalzóval, egy gyors mozdulattal üsd meg oldalról a kártyalapot! Mit tapasztalsz?
2. Állíts egy gyufásdobozt a vonalzóra. Mozgasd a vonalzót egyenes vonalú egyenletes mozgással, majd hirtelen állítsd meg! Mit tapasztalsz?

Tapasztalat:
1. A kártyalap leesik, a pénzérme pedig a pohárba pottyan.
2. A gyufásdoboz előredőlt.







A kísérletekkel a pénzérmének és a gyufásdoboznak azt a tulajdonságát figyeltük meg, amelyet tehetetlenségnek nevezünk. Ez azt jelenti, hogy egy test mozgásállapotának a megváltoztatásához egy külső hatás szükséges. Ha ez nincs, a test nyugalmi állapotban marad, vagy egyenes vonalú egyenletes mozgást végez.
Ezt a természeti törvényt mai formájában Newton fogalmazta meg először, így Newton I. törvényének vagy a tehetetlenség törvényének nevezzük.
Newton I. törvénye: minden test megtartja nyugalmi állapotát, vagy egyenes vonalú egyenletes mozgását mindaddig, amíg egy másik test a mozgásállapotának a megváltoztatására nem kényszeríti.



A tehetetlenség törvényét a hétköznapi életben soha nem szabad figyelmen kívül hagyni! Utazásaink során az autóban, a repülőn azért kell mindig biztonsági övet használnunk, hogy hirtelen fékezéskor, irányváltáskor ne sérüljünk meg. Az autó hirtelen megállásakor a biztonsági öv az üléshez rögzít, a légzsák pedig puha felülettel állítja meg a tehetetlenül továbbmozgó testet. A csomagokat is úgy kell rögzíteni, hogy ne tudjanak elmozdulni se fékezéskor, se gyorsításkor. A csomagtérben csúszkáló vagy a tetőről leeső tárgyak balesetet okozhatnak.

A tehetetlenség mértéke

Testnevelésórán a 10 dkg-os kislabdát mindenki messzebb tudja eldobni, mint a 3 kg-os medicinlabdát. A labdák mozgásállapota ugyanakkora erőkifejtés hatására mind a két esetben megváltozik, de nagyon különböző mértékben. Ennek oka a labdák tehetetlenségének a mértéke, amit tömegnek nevezünk. Megfigyelhető, hogy ugyanakkora erőhatástól a nagyobb tömegű testnek kisebb lesz a mozgásállapot-változása.
A test tehetetlenségének a mértékét tömegnek nevezzük.
A tömeg jelével *(m)* és mértékegységeivel (g, dkg, kg, t) már találkoztál.



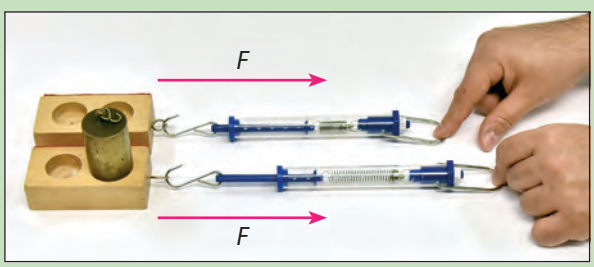
Newton II. törvénye

3. kísérlet

1. Rugós erőmérő segítségével húzzunk vízszintes irányba állandó nagyságú erővel egy testet, majd növeljük a húzóerőt! Figyeljük meg, hogyan változik a test mozgása!
2. Rugós erőmérő segítségével húzzunk vízszintes irányba állandó nagyságú erővel egy testet, de most a test tömegét növeljük meg, a húzóerő nagyságát ne változtassuk! Hogyan változott a test mozgása?

Tapasztalat:

1. Minél nagyobb a húzóerő, annál nagyobb gyorsulással mozog a test.
2. Minél nagyobb a test tömege, annál nagyobb erővel kell húzni.



A tapasztalataink alapján a test tömege, gyorsulása és a gyorsítóerő között összefüggés van.
Egy test gyorsulása egyenesen arányos a gyorsítóerővel, viszont fordítottan arányos a test tömegével.
Képlettel felírva: $a = \frac{F}{m}$. Átalakítva: $F = m \cdot a$ (ez Newton II. törvénye).
Ennek alapján: 1 N nagyságú az az erő, amely 1 kg tömegű testet 1 $\frac{m}{s^2}$ gyorsulással mozgat. 1 N = 1 $\frac{kg \cdot m}{s^2}$.

Példa

Egy 450 t tömegű vonat 2 $\frac{m}{s^2}$ gyorsulással halad, hogy elérje az utazósebességet. Mekkora erő gyorsítja a vonatot?



Megoldás:
$m = 450\ t = 450\ 000\ kg$
$a = 2\ \frac{m}{s^2}$
$F = ?$
A gyorsítóerő nagysága:
$F = m \cdot a = 450\ 000\ kg \cdot 2\ \frac{m}{s^2} = 900\ 000\ N = 900\ kN.$

Összefoglalás

Azt a hatást, amely megváltoztatja egy test mozgásállapotát vagy alakját, erőnek nevezzük. Az erő vektormennyiség. Jele: *F*, mértékegysége: N (newton).
Newton I. törvénye (a tehetetlenség törvénye): minden test megtartja nyugalmi állapotát vagy egyenes vonalú egyenletes mozgását mindaddig, amíg egy másik test a mozgásállapotának a megváltoztatására nem kényszeríti. A test tehetetlenségének a mértékét tömegnek nevezzük.
Newton II. törvénye: egy test gyorsulása egyenesen arányos a rá ható erővel, fordítottan arányos a test tömegével. Képlettel: $F = m \cdot a$.

Kérdések, feladatok

1. A rugós erőmérő tokja úgy van kialakítva, hogy a rugót csak egy határig lehet nyújtani. Mit gondolsz, miért?
2. Az autószállító kamionokon a járműveket tökéletesen kell rögzíteni, egy picit sem mozdulhatnak el a helyükről. Miért?
3. Miért szabályozzák a versenysportoknál a gerely, a labda, a versenyhajó tömegét?
4. Mekkora annak a testnek a tömege, amelyet 400 N nagyságú erő 5 $\frac{m}{s^2}$ gyorsulással mozgat?
5. Egy 20 kg tömegű testet 500 N erővel gyorsítunk. Mekkora lesz a gyorsulása?
6. Egy 50 kg tömegű gepárd 3 s alatt növeli a sebességét álló helyzetből 108 $\frac{km}{h}$-ra. Mekkora erő kell ehhez?



5. NÉHÁNY ERŐFAJTA



Megtanultuk, hogy minden mozgásállapot-változás és alakváltozás oka egy erőhatás. Látunk viszont olyan testeket is, amelyeknek sem a sebességük, sem az alakjuk nem változik. Létezik, hogy egy testre nem hat semmiféle erő?

Gravitációs (nehézségi) erő

Az érett gyümölcs lehull a fáról; ami kicsúszik a kezünkből, az lefelé esik, és sohasem fölfelé.
A szabadesés vizsgálata során megállapítottuk, hogy a Föld folyamatosan vonzóerővel hat a rajta és a körülötte lévő testekre, és ha nincs valamilyen más hatás, akkor a testek gyorsuló mozgással esnek a Föld középpontja felé. Ennek a vonzóerőnek köszönhetjük, hogy a Hold és a műholdak körülöttünk keringenek és azt is, hogy a légkörünk nem tud „elszökni” a világűrbe.

A Föld gravitációs vonzásából adódó erőt gravitációs erőnek nevezzük. A szabadon eső testet a Föld vonzásából származó erő, a gravitációs erő (nehézségi erő) gyorsítja a Föld középpontja felé.

Példa

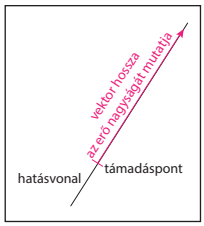
Számítsuk ki, hogy mekkora erő gyorsítja az ablakpárkányról leeső virágcserepet, ha annak tömege 2 kg!
Megoldás:
Ezt a virágcserepet a gravitációs erő gyorsítja.
$m = 2\ \text{kg}$
$g = 10\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

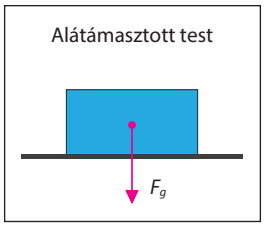
$F_g = m \cdot g = 2\ \text{kg} \cdot 10\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 20\ \text{N}$

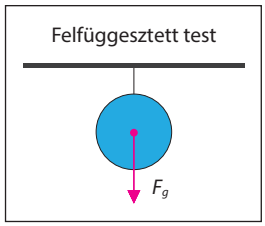


A gravitációs erő jele: F_g
A gravitációs erő nagysága függ:
- **a test tömegétől egyenes arányosságban**
- **a gravitációs gyorsulástól egyenes arányosságban**

A gravitációs erő számítása: $F_g = m \cdot g$
A gravitációs erő vektormennyiség, amit rajzon egy irányított szakasszal jelölünk. A vektor kezdőpontja, amelyet támadáspontnak nevezünk, a test középpontjában van.







Tartóerő

Az érett gyümölcs lehull a fáról, de amíg nem érik meg, az ágon függ, és nem esik le. Ennek csak az lehet az oka, hogy a gravitációs erőt egy másik erő kiegyenlíti.

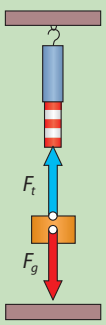
1. kísérlet

Akasszunk rugós erőmérőre 10 dkg, 20 dkg, illetve 30 dkg tömegű testet! Olvassuk le, hogy mit mutat az erőmérő!
Tapasztalat: A rugós erőmérőről 1 N-t; 2 N-t; 3 N-t olvastunk le.

Mert 10 dkg = 0,1 kg, ezért → $0{,}1\ \text{kg} \cdot 10\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1\ \text{N}$,

20 dkg = 0,2 kg, ezért → $0{,}2\ \text{kg} \cdot 10\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 2\ \text{N}$,

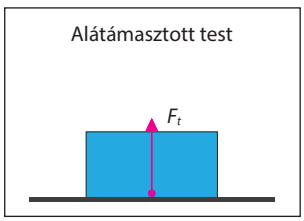
30 dkg = 0,3 kg, ezért → $0{,}3\ \text{kg} \cdot 10\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 3\ \text{N}$.

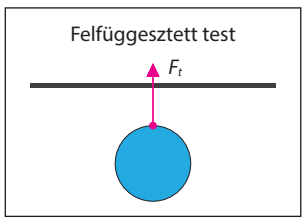


A test nyugalomban marad, mert a gravitációs erő ugyan lefelé gyorsítaná, de a rugó által kifejtett erő ezt a hatást kiegyenlíti. Azt látjuk tehát, hogy a nyugalomban lévő testre a gravitációs erőn kívül egy másik erő is hat.

Nyugalomban lévő test esetén a felfüggesztés vagy az alátámasztás által a testre kifejtett erőt tartóerőnek nevezzük.

- **A nagysága megegyezik a gravitációs erő nagyságával, iránya pedig ellentétes azzal, tehát felfelé mutat.**
- **Támadáspontja a test és az alátámasztás vagy felfüggesztés érintkezésénél van.**





Amikor egy gyümölcs lehullik a fáról, vagy egy ág letörik a fára mászó gyerek alatt, akkor valójában az ág nem tud akkora tartóerőt kifejteni, amely kiegyenlíthetné a nehézségi erőt, így a test a nagyobb erő irányába elmozdul.

Súly

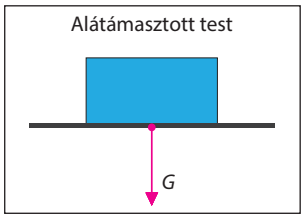


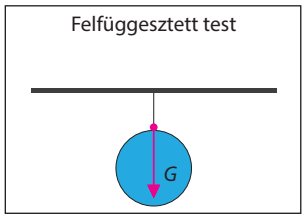
Amikor a súlyunkat szeretnénk megmérni, ráállunk egy mérlegre. Természetesen ekkor is hat ránk a gravitációs erő, mi pedig pontosan ugyanakkora erővel hatunk a mérlegre. A mérleg kijelzőjén mégis a tömegünket olvashatjuk le kg-ban, mert a gyártók alkalmazkodtak a hétköznapi élet gyakorlatához.

Nyugalomban lévő test esetén azt az erőt, amellyel a test hat az alátámasztásra vagy felfüggesztésre, súlyerőnek, röviden súlynak nevezzük.

A súlyerő jele: G

- **Nagysága megegyezik a gravitációs erő nagyságával, és mindig lefelé hat.**
- **Támadáspontja a test és az alátámasztás vagy felfüggesztés érintkezésénél van.**

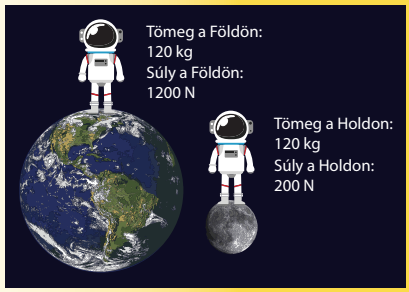




Érdekesség

Miután a gravitációs gyorsulás értékét alapvetően a gravitációs vonzás határozza meg, ezért a Földnél kisebb tömegű Holdon egy test súlya hatodrésze a Földön mérhető értéknek. Ez a magyarázata annak, hogy a Holdon az űrruhában is légiesen mozognak az asztronauták.





A fizikában nem szabad összekeverni a súly és a tömeg fogalmát. Az alábbi táblázatban összefoglaltuk azt, amit tudnod kell róluk.

tömeg	súly
A testekben lévő anyagmennyiséget jelenti, a test tehetetlenségének a mértéke.	Az az erő, amellyel nyugalom esetén a test hat az alátámasztásra vagy felfüggesztésre.
jele: m	jele: G
mértékegysége: kg	mértékegysége: N
Állandó mennyiség, értéke független a földrajzi helytől.	Változó mennyiség, az értéke függ a földrajzi helytől.

Példa



A 110 kg-os Döbrögi uram a magaslesen állva szemlélődik.

a) Mekkora Döbröginek a tömege?

b) Mekkora a Döbrögire ható gravitációs erő?

c) Mekkora Döbrögi súlya, és mire hat ez az erő?

d) Mekkora erővel tartja a magasles Döbrögit?

Megoldás:

a) $m = 110$ kg

b) $F_g = m \cdot g = 110 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1100 \text{ N}$

c) $G = 1100$ N, és Döbrögi súlya a magaslesre hat.

d) $F_t = 1100$ N

2. kísérlet

Tegyünk egy vastag könyv végébe papírlapot, és próbáljuk meg kihúzni!
Ismételjük meg a kísérletet úgy, hogy a könyvet leejtjük, és esés közben húzzuk ki a lapot!
Tapasztalat:
A második esetben könnyebb kihúzni a lapot, mert a fölötte levő lapok nem nyomják.



Súlytalanság

A súlytalanság a súly nélküliséget jelenti. Ehhez azonban semmi másra nincs szükség, mint hogy megszűnjön egy test alátámasztása vagy felfüggesztése.

Súlytalanság akkor lép fel, ha a testnek nincs súlya, vagyis egy test nem nyomja az alátámasztást (nincs alátámasztva), és nem húzza a felfüggesztést (nincs felfüggesztve). Ebben az esetben a test szabadon esik.

Ebből az következik, hogy minden szabadon eső test súlytalan. Aki leugrik egy szék tetejéről, rövid ideig maga is átélheti azt, amit a Föld körül keringő űrállomás lakói jóval hosszabb ideig.





Összefoglalás

A Föld felszínén lévő testekre mindig hat a gravitációs erő. Ennek nagysága: $F_g = m \cdot g$
A tartóerő a felfüggesztés vagy az alátámasztás által a testre kifejtett erő.
A súly az az erő, amivel a test az alátámasztásra vagy felfüggesztésre hat.
A súlytalanság állapotában a testek szabadon esnek a Föld középpontja felé.

Kérdések, feladatok

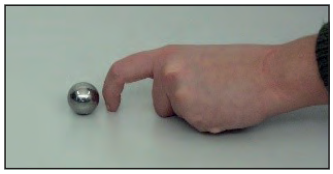
1. Nézz utána, hogy mennyi a gravitációs gyorsulás értéke a Naprendszer bolygóin!
2. Mérd meg otthon a fürdőszobamérlegen, hogy mekkora a tömeged, ezek után válaszolj az alábbi kérdésekre!
   a) Mekkora a súlyod?
   b) Mekkora gravitációs erő hat rád itt Magyarországon?
   c) Mekkora erővel tartott meg a mérleg téged?
   d) Hogyan tudnál a súlytalanság állapotába kerülni?
3. Miben különbözik, és miben egyezik a gravitációs erő és a súlyerő?
4. Mihez kell nagyobb erő? Karikázd be a helyes megoldást!

   a) Egy 3 kg tömegű test 8 $\frac{m}{s^2}$ gyorsulással történő mozgatásához.

   b) Egy 2 kg tömegű test 13 $\frac{m}{s^2}$ gyorsulással történő mozgatásához.

   c) Egy 2,3 kg tömegű test állandó nagyságú sebességgel történő felemeléséhez.

6. AZ ERŐ SEBESSÉGVÁLTOZTATÓ HATÁSA



Ha egy sima felületű fémgolyót meglökünk egy üvegfelületen, előbb-utóbb meg fog állni. Az indításakor kifejtett erőhatás mellett egy másik erő is fellép, amely fékezi, lassítja a mozgását.

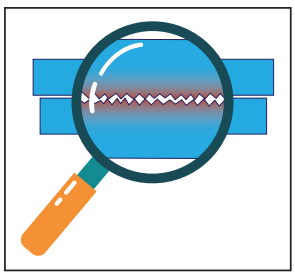
A súrlódás



A járművek biztonságos haladásához szükséges, hogy a jármű forgó kerekei és az úttest (vagy sín) között tapadás jöjjön létre. Ha a forgó kerék az úthoz tapad, és gázadással gyorsabb forgásra bírjuk a kereket, akkor a jármű is gyorsabban fog haladni, illetve kormányzással a forgó kereket jobbra vagy balra fordítva a jármű is követi az adott irányt. De vannak olyan esetek – pl. megváltozik az úttest felülete –, amikor a forgó kerekek és az úttest közötti tapadás megszűnik, és a kerék csúszni kezd az úttesten. A megcsúszásnak két veszélye is van. Az egyik, hogy a jármű irányíthatatlanná válik. A másik, hogy a fékezés ideje és a fékút is jelentősen megnő. A megcsúszások ellen az újabb járművekbe kipörgésgátlót, blokkolásgátlót és menetstabilizátort is beépítenek.

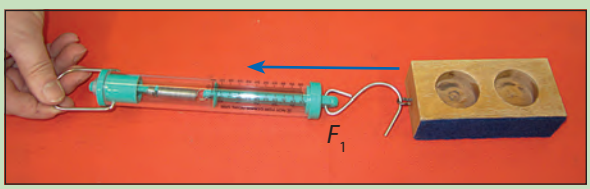
Tapadási súrlódási erőnek nevezzük azt az erőt, amely két egymással érintkező felület között lép fel, és megakadályozza a két test egymáson való elmozdulását.

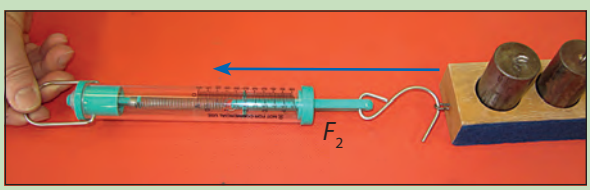




Amikor azonban, leküzdve a tapadási súrlódást, elmozdul a két test egymáson – pl. csúszik a szánkó a havon –, a húzóerőn kívül most egy másik erő is befolyásolja a mozgást. Ennek oka az, hogy a két érintkező felület részecskéi, pici kiálló részei egymásba akadnak az elmozdulás közben.
Vizsgáljuk meg, mitől függ a két érintkező felület egymáshoz képest történő mozgását lassító, csúszás közben fellépő erő nagysága!

1. kísérlet



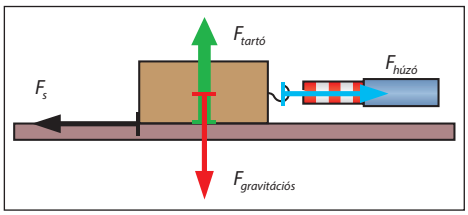


a) Húzzunk az asztalon egyenes vonalú egyenletes mozgással, rugós erőmérő segítségével egy fahasábot. Olvasd le, mit mutat az erőmérő!
b) Fordítsuk el egy másik, ugyanolyan anyagi minőségű oldalára ezt a fahasábot, és szintén egyenletes sebességgel húzzuk. Olvasd le ebben az esetben is, hogy mit mutat az erőmérő!
c) Vizsgáljuk meg, hogyan változik a húzóerő nagysága, ha a fahasábra különböző nagyságú nehezékeket teszünk, ezáltal növelve a felületeket összenyomó erőt!
d) Az asztallap helyett üvegfelületen, majd csiszolópapíron húzzuk egyenletes sebességgel a fahasábot, ezután a filces oldalával ismételjük meg ezt a kísérletet! Figyeld meg a húzóerő változását!

Tapasztalat:

a) Noha egyenes vonalú egyenletes mozgással mozog a hasáb, és nem gyorsulva, az erőmérő mégis egy állandó értéket mutat.
b) A felület nagysága nem befolyásolta a húzóerő nagyságát.
c) A felületeket összenyomó erőt növelve nőtt a húzóerő nagysága.
d) A felület minőségének a megváltoztatásával megváltozott a húzóerőnek is a nagysága.

A hasáb egyenletes mozgatásához azért volt szükség erőre, mert folyamatosan ki kellett egyenlíteni a csúszás közben fellépő súrlódási erőt.



Két egymáson elmozduló felület között fellépő és a mozgásukat akadályozó erőt csúszási súrlódási erőnek nevezzük.
A csúszási súrlódási erő nagysága:
- **egyenes arányos a felületeket összenyomó erővel**
- **függ a felületek anyagi minőségétől**

A csúszási súrlódási erő nem függ a súrlódó felületek nagyságától.

Barátunk vagy ellenségünk a súrlódás?



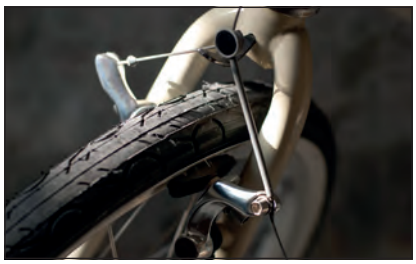


A közlekedés elképzelhetetlen súrlódás nélkül. Már a pici babára is tapadókorongos zoknit adnak, a lépcsők szélére csúszásgátló szalagot ragasztanak, a cipőnk talpa pedig bordázott, a tapadási súrlódás növelése érdekében, a biztonságos járást segítve. A járművek fékezése is a súrlódáson alapszik.



Az autókra hidegben téli gumit kell feltenni, és ha az időjárás, az útviszonyok megkövetelik, a hóláncot is fel kell szerelni a tapadás és a súrlódás növelése céljából, a balesetek megelőzése érdekében. Az utakról pedig a latyakot, a havat le kell takarítani, és tapadást növelő anyaggal kell felszórni. Ugyanakkor a súrlódó felületek kopnak is a súrlódás során, amit a cipőnk talpán, az autó vagy a kerékpár kerekén is láthatunk, de ez az „ára” a biztonságunknak.

A mozgó alkatrészeket tartalmazó gépek, szerszámok, használati eszközök esetében zsírozással, kenőanyagok használatával kerülik el a kopást. Ilyenkor a kenőanyagon csúszva mozdulnak el például a fogaskerekek. A nyikorgó ajtó esetében pedig a zsanér olajozásával oldható meg a probléma.



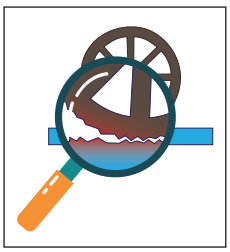




Gördülési súrlódás







Nagyobb mennyiségek vásárlásakor gurulós bevásárlókocsiba pakolunk, utazáskor pedig kerekekkel ellátott bőröndbe, mert sokkal kisebb erővel tudjuk ezeket gurítani, mint egy kosarat vagy egy táskát kézben vinni. De akár üresen, akár megpakolva lökjük el a kocsit vagy a bőröndöt, meg fognak állni, mert a gördülő mozgás esetén is fellép egy fékező erő.

A gördüléskor fellépő súrlódási erőt gördülési súrlódási erőnek vagy pontosabban gördülési ellenállásnak nevezzük.

Ilyenkor valójában a felületek „barázdái” fordulnak el egymáson, ami jóval kevésbé gátolja a mozgást, mintha egymáson csúsznának ezek a felületek. Az előzőek alapján a súrlódási erők nagyságát ha összehasonlítjuk:

$$F_{gördülési} < F_{csúszási} < F_{tapadási}$$

Könnyen belátható, hogy a kerék feltalálásának milyen óriási a jelentősége az emberiség történelmében. A nagyobb távolságok elérésében, a teherszállításban ugrásszerű fejlődést hozott.

Közegellenállás

Mindnyájan láttunk már hulló faleveleket, és pontosan tudjuk: nem úgy esnek le, mint egy darab kő. A gravitációs erő mind a kettőre hat, ugyanakkor jól látható, hogy a falevél mozgását jelentősen fékezi a levegő.

2. kísérlet

Vegyél 2 db írólapot, az egyiket gyűrd össze gombócba! Azonos magasságból ejtsd le őket egyszerre! Figyeld meg az esésüket!
Tapasztalat: A gombócba gyűrt papír hamarabb esett le, a másik szállingózva hullott lefelé.

A két papírlapnak azonos volt a tömege, tehát ugyanakkora erő gyorsította mind a kettőt. Mind a kettő a levegőben hullott lefelé, de a szállingózva leeső papírlapra a levegő által kifejtett fékező erő nagyobb volt.
Egy közeg fékező hatását nem csak a levegőben figyelhetjük meg. A Balatonban derékig érő vízben fogócskázni sokkal fárasztóbb, mint a játszótéren.





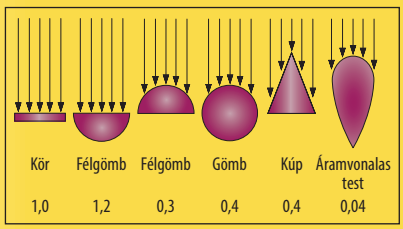
Azt az erőhatást, amelyet a folyadékok, illetve gázok a bennük mozgó testekre a mozgással ellentétes irányban fejtenek ki, közegellenállási erőnek nevezzük.
Ha egy halnak vagy egy madárnak az alakját, a mozgását megfigyeljük, összegyűjthetjük, mitől függ a közeg fékező hatásának a nagysága. Az úszó-repülő állatok úgy tudnak takarékoskodni az erejükkel, ha minél kevésbé gátolja a mozgásukat a víz vagy a levegő. Ezért áramvonalas az alakjuk, és a fejük csúcsosan előrenyúlik.
A közegellenállási erő függ:

- **a közeg sűrűségétől,**
- **a közeg és a test egymáshoz viszonyított sebességétől,**
- **a test alakjától, mennyire áramvonalas,**
- **a mozgás irányába eső felülettől, a homlokfelülettől.**

Hallottál róla?



A közegellenállási erő meghatározásánál fontos a test alakjára jellemző értéket figyelembe venni. Minél kisebb ez az érték, annál kisebb a közegellenállás. Éppen ezért a gépkocsik, repülők tervezésénél üzemanyag-takarékosságból fontos az áramvonalasság, amit szélcsatornákban vizsgálnak, mérnek.



Összefoglalás

Súrlódás akkor lép fel, amikor két test el akar mozdulni, vagy el is mozdul egymáson. Fajtái: tapadási súrlódás, csúszási súrlódás és gördülési ellenállás.
A súrlódási erő nagysága függ: a felületeket összenyomó erő nagyságától, a súrlódó felületek minőségétől, de nem függ a súrlódó felületek nagyságától.
A közegellenállási erő függ: a közeg anyagától, a közeg és a test egymáshoz viszonyított sebességétől, a test alakjától és a homlokfelülettől.

Kérdések, feladatok

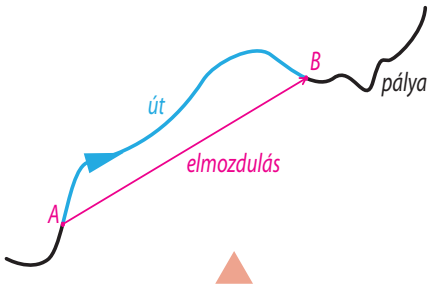
1. Milyen közlekedési eszközök alakja emlékeztet a legjobban áramvonalas testekre?
2. Írj legalább 5-5 példát arra, hogy a hétköznapi életben a súrlódás hol hasznos, és hol káros számunkra, ezért igyekszünk csökkenteni!
3. Nézz utána az interneten, mit jelent az ABS! Tarts róla néhány perces kiselőadást!
4. Egy láda elmozdításához 80 N erő szükséges. Mekkora súrlódási erő hat a ládára, ha 60 N nagyságú erővel próbáljuk megmozdítani?
5. Egy 10 kg tömegű szánkót, üresen, 15 N nagyságú erővel lehet egyenletes sebességgel elhúzni. Mekkora erő szükséges a vontatáshoz, ha egy 20 kg-os gyerek ül a szánkóra?

7. ÖSSZEFOGLALÁS

Sebességnek nevezzük az egyenletes tempóban megtett útnak és a közben eltelt időnek a hányadosát ($v = \frac{s}{t}$). A sebességnek a nagysága mellett iránya is van.



$1\ \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3{,}6\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$



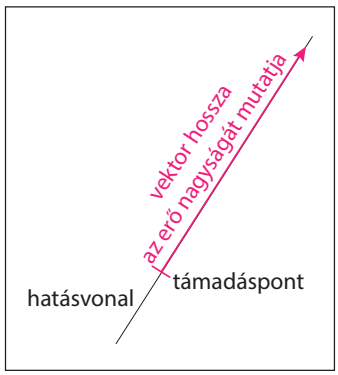
Egyenletes mozgásról akkor beszélünk, ha a test egyenlő időközök alatt egyenlő utakat tesz meg, bármennyire kis időközöket választunk.

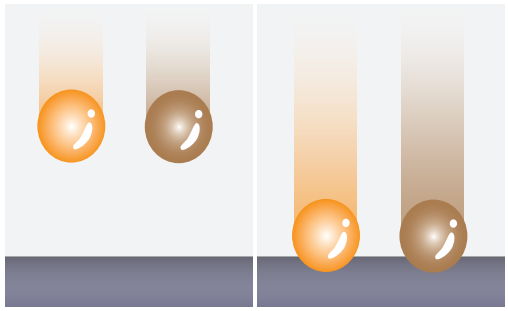
Az átlagsebesség az összes megtett útnak és az összes eltelt időnek a hányadosa.

Newton II. törvénye: egy test gyorsulása egyenesen arányos a rá ható erővel, fordítottan arányos a test tömegével. $F = m \cdot a$.

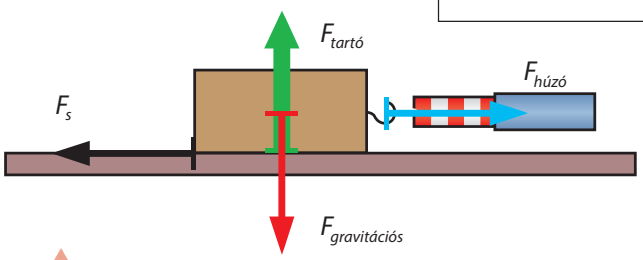
Egyenletesen változó mozgásról beszélünk, ha egy test sebessége egyenlő időközök alatt egyenlő mértékben változik meg, bármilyen kis időközöket is választunk.

Erőhatás következtében a testek mozgásállapota, illetve alakja is megváltozhat.
Az erő jele: F
Mértékegysége: N (newton)
Az erő vektormennyiség.





A gyorsulás a sebességváltozásnak és az eltelt időnek a hányadosa.



Az erő fajtái:
- gravitációs (nehézségi) erő (F_g): minden testre hat a Földön,
- súlyerő (G): alátámasztásra vagy felfüggesztésre hat,
- tartóerő (F_t): a testre hat,
- súrlódási erő (F_s) (fajtái: tapadási és csúszási súrlódási erő, gördülési ellenállás),
- közegellenállási erő.



A testek olyan mozgását, ahol csak a gravitációs hatás érvényesül, szabadesésnek nevezzük. A szabadesés gyorsulása: $g = 9{,}81\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Newton I. törvénye (a tehetetlenség törvénye): minden test megtartja nyugalmi állapotát vagy egyenes vonalú egyenletes mozgását mindaddig, amíg egy másik test a mozgásállapotának a megváltoztatására nem kényszeríti. A test tehetetlenségének a mértékét tömegnek nevezzük.

1. ÜTKÖZÉS UTÁNI ALAKVÁLTOZÁS VIZSGÁLATA



Mindnyájunk fájdalmas gyermekkori tapasztalata, hogy az ütközés az élet velejárója. Tapasztalatból is tudjuk, hogy az ütköző testek erővel hatnak egymásra, ami mind a két testen változást okoz. A változás lehet mozgásállapot-változás és alakváltozás is. Most megvizsgáljuk, milyen alakváltozást okozhat egy erőhatás.

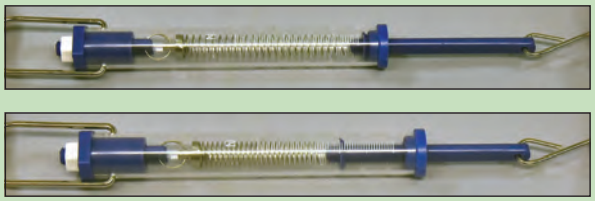


A rugalmas alakváltozás

Ki ne találkozott volna azzal, hogy a gumilabda újkorában majdnem a leejtés magasságáig visszapattan, de az idő múlásával ez a magasság csökken, a labda különböző okok miatt veszít a rugalmasságából.
Fizikatanulmányaid során találkoztál már a rugós erőmérővel. Ez egy tokban megnyúló rugó, amely meghatározott méréshatárig használható. Most a rugó megnyúlását fogjuk megfigyelni.

1. kísérlet

Nyújtsd meg az erőmérő rugóját egymás után három alkalommal, de különböző mértékben! Figyeld meg, hogy a leolvasást segítő jelző visszatér-e a nulla értékhez!
Tapasztalat: A színes jelző visszatért minden alkalommal a kezdeti értékhez.



A rugó minden megnyújtás után azért nyerte vissza eredeti alakját, mert olyan mértékben nyújthattad csak meg, hogy ezt a rugalmasságát ne veszítse el (ezért van lezárva a tok vége). Ha a megengedettnél jobban megnyúlna az erőmérő rugója, nem nyerné vissza eredeti alakját, elveszítené a kezdeti rugalmasságát.

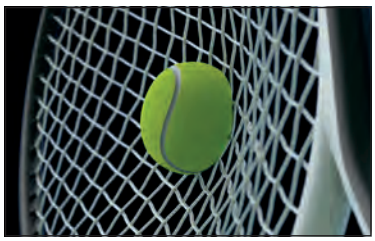


Rugalmas az új gumilabda, kosárlabda, teniszlabda is, amelyek a földre ejtés után majdnem a kezünkig visszapattannak. Ezek a talajba becsapódás pillanatában kisebb-nagyobb mértékben belapulnak, de utána visszanyerik eredeti alakjukat.

Rugalmas alakváltozásnak nevezzük, ha a szilárd test az alakváltozást létrehozó erő megszűnése után visszanyeri eredeti alakját.
Rugalmas alakváltozás során is igaz az energiamegmaradás törvénye: a becsapódó labdák mozgási energiája javarészt átalakul rugalmas energiává, majd ismét mozgási energiává.

Rugalmas alakváltozás a mindennapokban

Mindennapjaink során nem is gondolunk arra, mennyi olyan tárgy vesz körül minket, amelyeknél teljesen természetes, sőt követelmény a rugalmas alakváltozás.









- A sporteszközeink közül ilyen például a rúdugró rúdja és a szivacs, amibe érkezik, a toronyugródeszka és a teniszlabda mellett a teniszütő húrja is.
- Fontos, hogy a cipőnk talpa is rugalmas legyen, és a gumi is a ruházatunkban.
- Egyes foteleket azért tudnak hajlított fából készíteni, mert az rugalmasan hajlik használat közben.





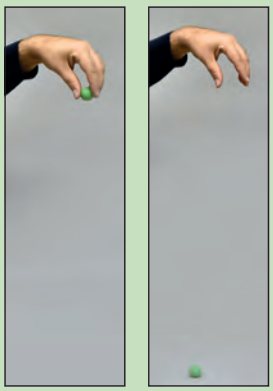
- A kedvelt gyerekjáték, a trambulin működésének a feltétele a rugalmas alakváltozás. A felülete rugalmasan változtatja az alakját ugrálás közben, ahogy a rugók is, amelyekkel felfüggesztik. Valójában minden rugótól – bárhová szerelik be – azt várjuk el, hogy rugalmasan viselkedjen.
- Ne feledkezzünk meg a szélben hajladozó fákról sem, melyeknek egy határig rugalmas az alakváltozásuk.

A rugalmatlan alakváltozás

2. kísérlet

Ejts le egy gyurmagolyót 0,5 m magasról az asztalra! Figyeld meg, mi történik a gyurmával a földet éréskor!

Tapasztalat:
A gyurmagolyó nem pattant vissza, és az asztallal érintkező felülete maradandóan behorpadt.



Számos esetben találkozhatunk olyan alakváltozással is, amikor az erőhatás megszűnése után egy tárgy nem nyeri vissza eredeti alakját. Például a megérett barackot időben le kell szedni a fáról, mert ha lepotyog, maradandóan megváltozik az alakja, és így már nem szívesen fogyasztjuk.

A fáról lehullott barack, a leesett gyurmagolyó alakváltozása maradandó, az esést követően rugalmatlanul viselkedtek.

Rugalmatlan alakváltozásról beszélünk, ha a szilárd test az alakváltozást létrehozó erő megszűnése után nem nyeri vissza eredeti alakját, azaz deformálódik.



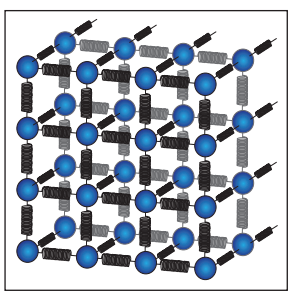
A leeső barack, a gyurmagolyó mozgási energiája természetesen nem veszett el, hanem átalakult, döntően a testek alakjának megváltoztatására fordítódott.



Rugalmatlan alakváltozás a mindennapokban

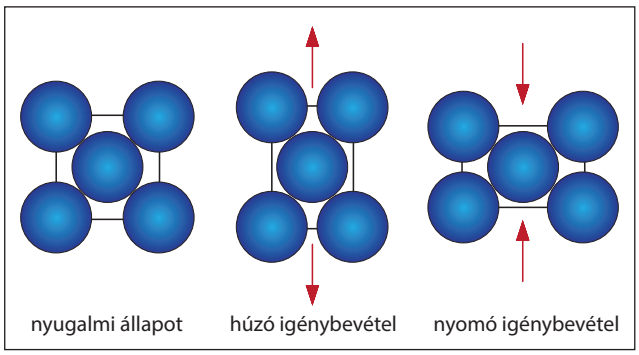
- Ha egy test elveszti rugalmasságát, akkor rugalmatlan lesz, ahogy a lyukas gumilabda, amely nem pattan vissza, vagy a többéves befőttesgumi, ami megnyújtás hatására törik.
- A rugalmatlan alakváltozásnak azonban lehet az is az oka, hogy az erőhatás túllép egy határt. Ezért dőlnek ki például viharban a fák, ezért szabályozzák, hogy a trambulinon mekkora súlyú gyerek ugrálhat.
- Ugyanakkor előnyös is lehet számunkra a rugalmatlan alakváltozás, hiszen ettől törik el a dió egy kalapácsütéstől. Ezért tud kettétörni egy száraz botot egy kisgyerek is.

A szilárd anyagok szerkezete és az alakváltozás kapcsolata



A szilárd anyagok – más anyagokhoz hasonlóan – apró részecskék sokaságából állnak, melyek között szoros kapcsolat van. Úgy képzelhetjük el a szilárd anyagok szerkezetét, mintha a részecskék apró, helyhez kötött golyók lennének, és a szomszédos golyókat pici rugócskák kötnék össze. A részecskéknek sok mozgásterük nincs, épphogy egy helyben rezegni tudnak.

- Rugalmas alakváltozáskor: a külső erő megváltoztatja a részecskék egymáshoz viszonyított helyzetét, amihez energiára van szükség, ezért megnő a test belső energiája. A külső erő megszűnése után a belső erők, a „rugócskák” visszatérítik a testet eredeti állapotába, ami a test belső energiájának a csökkenésével jár.



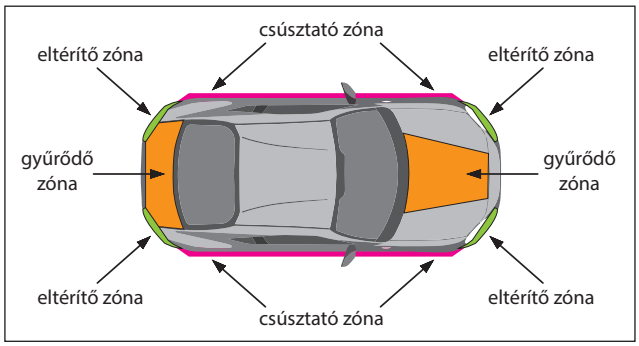
- Rugalmatlan alakváltozáskor a testet érő erőhatás akkora, ami a test szerkezetének a megváltozását eredményezi.

A valóságban a testek rugalmassága vagy rugalmatlansága – az anyag szerkezetéből adódóan – igen tág határok között mozoghat. Hiszen vannak kevésbé rugalmas testek is, amelyekre nem mondhatjuk azt, hogy rugalmatlanok. Ilyen például a bőrünk is.

Rugalmas és rugalmatlan is

Az autók tervezésekor kénytelenek gondolni a mérnökök egy lehetséges ütközésre is. Ilyenkor nagy erőhatás érheti az autót és az utast is, ami végzetes lehet a számára. Ezért az autó eleje olyan fémekből van, amelyek erős ütközés hatására rugalmatlan alakváltozást szenvednek, összegyűrődnek. Az ütköző testek mozgási energiájának egy része belső energiává alakul, így kisebb az utasok sérülésének esélye. További védelmet jelent a biztonsági öv is, amely nemcsak megakadályozza, hogy a tehetetlenség törvénye miatt előre kirepüljön az ember, hanem erős rugalmatlan anyagának köszönhetően nyúlni kezd a nagy erőhatástól, de utána mégsem ránt vissza.
Az utastér fémváza viszont éppen olyan fémből készül, amely kis alakváltozás után visszanyeri eredeti alakját, így az utastér nem gyűrődik, így is óvva az utasokat.





Összefoglalás

Rugalmas alakváltozásnak nevezzük, ha a szilárd test az alakváltozást létrehozó erő megszűnése után visszanyeri eredeti alakját.
Rugalmatlan alakváltozásról beszélünk, ha a szilárd test az alakváltozást létrehozó erő megszűnése után nem nyeri vissza eredeti alakját, deformálódik.
Egy test rugalmasságának a mértéke az anyag szerkezetének a tulajdonságaiból következik.

Kérdések, feladatok



1. Írj további 3 olyan sporteszközt, amelynél nagyon lényeges, hogy használat közben rugalmasan változzon az alakja!
2. Fogalmazd meg a fizika nyelvén, miért nem szabad ugrálni otthon az ágy matracán, és miért szabad az iskolában a tornaszőnyegen!
3. Sorolj fel néhány olyan testet, amelyek rendkívül rugalmatlanok, és nagyon kicsi erőhatástól maradandóan megváltozik az alakjuk!

2. NEWTON III. TÖRVÉNYE



Radírozáskor a radír kölcsönhatásba kerül a papírral. A radír a súrlódás közben vékonyan ledörzsöli a papír felső rétegét, ugyanakkor maga is kopik. Tehát nemcsak a radír hat a papírra, amikor kis erővel végighúzzuk rajta, hanem a papír is hat a radírra. A radírozáskor kifejtett erővel szemben fellépett egy másik erő.





1. kísérlet

Rúgj zokniban csupán akkorát egy gumilabdába, hogy körülbelül fél méterre repüljön! Rúgj zokniban ugyanekkorát egy másik, nagyobb tömegű labdába, ha lehet az iskolai kosár- vagy medicinlabdába! Meddig repült a nehezebb labda? Mit érzel a lábujjaidon?

Tapasztalat:

A nagyobb tömegű labda alig mozdult, és kicsit fájdalmas volt belerúgni.

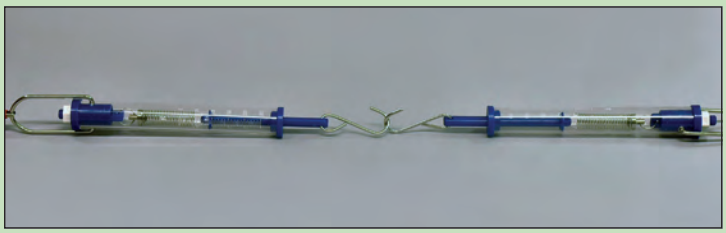
2. kísérlet

Fogj két azonos méréshatárú rugós erőmérőt, és akaszd össze őket az ábrán látható módon. Fogd a két kezedbe őket, és figyeld meg, mit mutatnak az erőmérők, ha

- először csak a jobb kezeddel húzod,
- csak a bal kezeddel húzod,
- majd egyszerre mind a két kezeddel húzod őket!

Tapasztalat:

A rugós erőmérők minden esetben azonos értéket mutattak.



Erő-ellenerő

Minden rúgásnál erővel hatunk a labdára, de érezhetően a labda is hat ránk. Ha nagyobb erővel rúgnánk a labdába, pontosan tudjuk, hogy az sokkal fájdalmasabb lenne, a labda nagyobb erővel hatna vissza ránk.

Newton III. törvénye

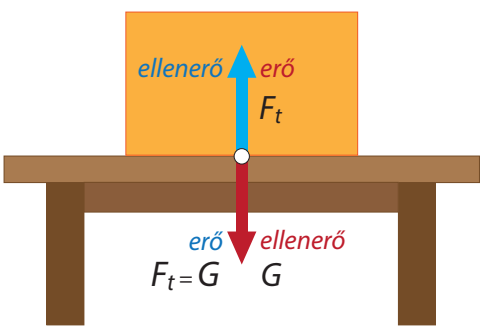
A kísérletünk tapasztalatait úgy is megfogalmazhatjuk, hogy ha erővel hatunk egy testre, akkor az ugyanakkora erővel visszahat ránk, vagyis kölcsönösen azonos nagyságú erővel hatunk egymásra. Ezért nem tanácsos mezítláb, nagy erővel belerúgni a medicinlabdába, falba, nagyobb kőbe, mert pontosan ekkora erővel fog mindegyik „visszarúgni”. **Két test kölcsönhatásakor minden erőhatással szemben fellép egy ellenerő. Ezek az erők azonos nagyságúak, ellentétes irányúak, és közös a hatásvonaluk (az az irány, mely mentén az erőpár kifejti hatását), de a két erő a két különböző testre hat. Ezt hatás-ellenhatás törvényének vagy Newton III. törvényének nevezzük.** A hatás-ellenhatás törvényével az életben minden alkalommal találkozunk, amikor erőhatás van. Már eddigi fizikatanulmányaink során is tanultunk erő-ellenerő párokról, csak nem neveztük így őket.

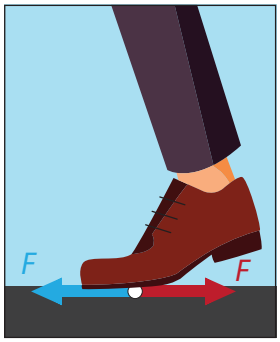
Erő-ellenerő párok, amelyekkel már találkoztunk

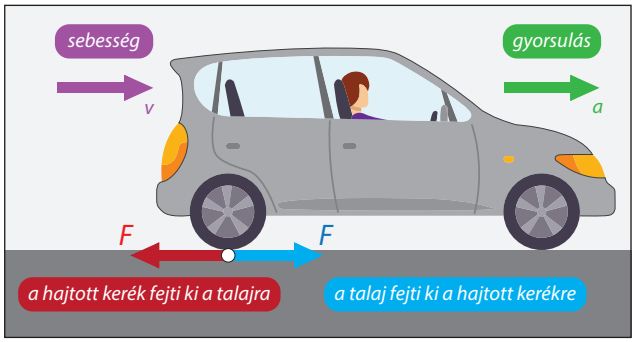
A testek az alátámasztásra vagy a felfüggesztésre a súlyerővel hatnak. Ennek az erőnek az ellenereje, amely ugyanolyan nagyságú, ellentétes irányú, és magára a testre hat, a tartóerő.

A súlyerő és tartóerő erő-ellenerő párt alkot.

Az általában tetszőleges, hogy melyiket nevezzük erőnek, a lényeg az, hogy a másikat akkor ellenerőnek mondjuk.







Amikor lépünk, erővel hatunk a talajra, a talaj pedig ennek az erőnek az ellenerejével hat miránk, ez az erő teszi lehetővé az elmozdulásunkat. Ha jobban belegondolunk, ez az erő nem más, mint a tapadási súrlódási erő. Az autók indulásánál is ez az erő játszik szerepet.

Hallottál róla?

A bokszzsák ütésére is igaz a hatás-ellenhatás törvénye, mégis nagy erővel szokták a sportolók hosszú ideig ütni, minden sérülés nélkül. Ez azért lehetséges, mert a bokszoló kesztyűjét éri az ellenerő, amely rugalmatlan alakváltozásával tompítja, hogy ne közvetlenül a sportoló kezét érje a „válaszütés", amelynek egy részét persze így sem tudja elkerülni. Másfelől, a bokszolóknak fokozatosan, megfelelő technika tanulásával és sok edzéssel fel kell készíteniük az izomzatukat, a csontozatukat, az ízületeiket az őket érő nagy erejű ütésekre, ami ha fáj is nekik, sérülést lehetőleg nem okoz.



Rakétaelv

A hatás-ellenhatás törvényének a felismerése, a technikai fejlődés, valamint rengeteg munka és persze anyagi forrás tette lehetővé, hogy az ember kijuthasson az űrbe.



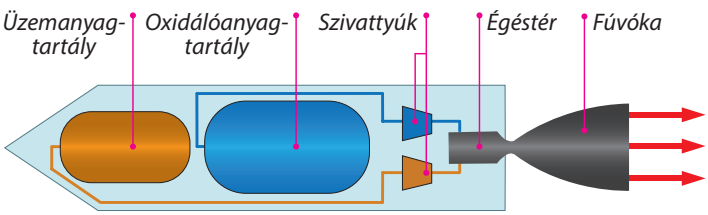
Ciolkovszkij orosz tudóst (1857–1935) tekintjük a rakétaelmélet megalapozójának. 1883-ban már közzétette, hogy a hatás-ellenhatás törvényén működő rakéta a legalkalmasabb a világűrben való mozgásra. 1929-ben a többlépcsős rakétákra vonatkozó elméletét is a világ elé tárta. Nevét egy kisbolygó és egy kráter viseli a Holdon.

3. kísérlet



Fújj fel egy lufit, majd engedd el úgy, hogy a szája balra álljon!
Figyeld meg, hogy a lufi merre fog elindulni!

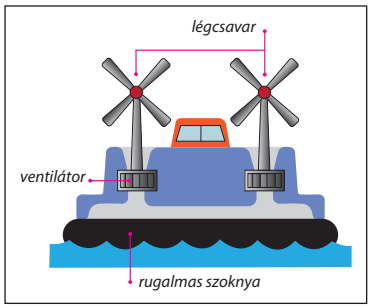
Tapasztalat:
A lufi jobbra indul el, majd utána rendezetlenül repül egészen addig, amíg le nem enged.



A lufi rugalmas anyaga erővel tolja ki magából a levegőt balra, miközben a lufi jobbra indul el, majd később is a kiáramló levegővel ellentétes irányba mozog. Ennek magyarázatát a hatás-ellenhatás törvénye adja meg: a lufi erővel hat a levegőre, a kiáramló levegő pedig erővel hat a lufira.
Ez a nagyon egyszerű kísérlet bemutatta nekünk minden rakéta működésének az alapelvét. Ennek az a lényege, hogy a rakétából kiáramló nagy sebességű égésgáz tolja előre a rakétát. Így a repülés a világűrben is lehetséges, ha a rakéta tartalmazza az égéshez szükséges oxigént is.
Rakétaelvnek nevezzük, amikor a hajtómű hátrafelé kitolja az elégett üzemanyagot, ezáltal ennek ellenereje előrehajtja a rakétát. A hajtómű hátrafelé kitolja az elégetett üzemanyagból keletkező hajtóközeget, és ennek ellenereje, a tolóerő előre hajtja a rakétát. Ezt az elvet rakétaelvnek nevezzük.

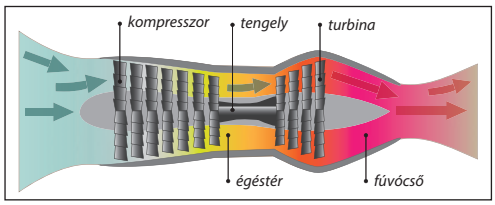


Rakétaelv járműveknél



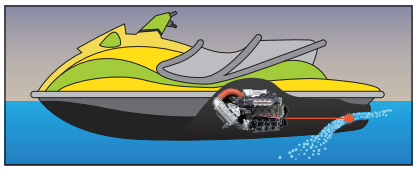


A rakétaelv alkalmazásának gyakorlatilag a képzelőerő és annak technikai kivitelezése szabhat csak határt.
A XX. század második felében készítették az első légpárnás járművet. Ezek mozgása is a rakétaelvre épül. A jármű alján nagy nyomással levegő áramlik ki, így képes a talaj felett és vízen, mocsaras területen is közlekedni.





A sugárhajtású repülőgépeket a sugárhajtóműben elégő üzemanyag égéstermékeinek nagy nyomáson való kiáramlása mozgatja. Éppen ezért a hajtóműveknek az egyik legfontosabb jellemzője a tolóerejük.





Az utóbbi évtizedekben jelent meg vizeinken a jet ski, amely haladás közben a vizet alulról szívja be egy hosszanti nyíláson át, és tolja ki magából egy szűkítőn át óriási erővel.

Összefoglalás

Newton III. törvénye: két test kölcsönhatásakor minden erőhatással szemben fellép egy ellenerő. Ezek az erők: azonos nagyságúak, ellentétes irányúak, és közös a hatásvonaluk, de a két erő a két különböző testre hat.
A súlyerő és a tartóerő erő-ellenerő párt alkot.
Rakétaelvnek nevezzük, amikor a hajtómű hátrafelé erővel kitolja a hajtóanyagot, ennek ellenereje pedig előrehajtja a rakétát. Ezen az elven működik a rakéta, légpárnás jármű, sugárhajtású repülő és a jet ski is.

Kérdések, feladatok

1. A gyerekek cipőjének az orra gyakorta elkopik. Hogy függ ez össze a hatás-ellenhatás törvényével?
2. Magyarázd el a fizika nyelvén, miért használnak az íjászok kézvédőt!
3. Tudjuk, hogy ahol erőhatás van, ott az ellenerő is fellép. Sorolj fel 3 olyan erőhatást, amikor te hatsz valamire erővel, és tapasztalod az ellenerőt is!



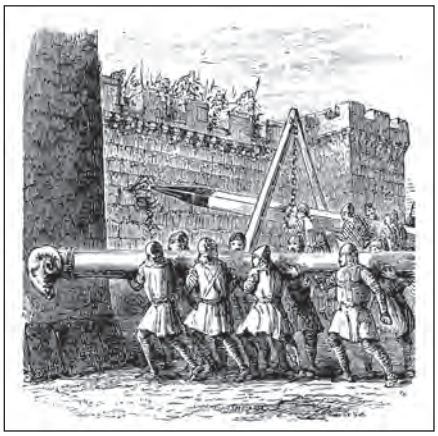


3. A LENDÜLET ÉS A LENDÜLET MEGMARADÁSA





Az ágyú megjelenése előtt a várak kapuit vagy a vár falát az ostromló katonák nekifutásból egy vastag gerendával, a faltörő kossal próbálták betörni. Ennek mai változata, amelyet a rendfenntartók, tűzoltók használnak, az úgynevezett kézi ajtótörő kos. Ez egy 16 kg tömegű henger, amelyet meglendítve törik be a zárt ajtót. Az ajtótörő kos kellő nagyságú lendülete előfeltétele a sikerességének, ahogy neked is lendületre van szükséged ahhoz, hogy átugorj egy szélesebb árkot, nagyobb pocsolyát. Tornaórán is nekifutásból, lendületből szoktátok a távolugrást és a kislabdadobást gyakorolni.



Lendület

A lendület fogalmát a fizika tudománya is használja.
Lendületnek nevezzük azt a fizikai mennyiséget, amelyet a test tömegének és sebességének szorzatával határozunk meg.
A lendület jele: *I* (impulzus; latin impulsus = lökés szóból)
A lendület számolása: $I = m \cdot v$

A lendület mértékegysége: kg · $\frac{\text{m}}{\text{s}}$

A lendület meghatározásából következik, hogy annál nagyobb egy test lendülete:
- minél nagyobb a tömege,
- minél nagyobb a sebessége.

Az ajtótörő kosnak a nagy lendület elérése érdekében igen nagy a tömege.

A távolugrónak a nekifutás ideje alatt folyamatosan növekszik a sebessége, ezzel együtt növekszik a lendülete is. Ugyanakkor azt is tudjuk, hogy a sebesség növekedéséhez, a gyorsuláshoz erőre van szükség, amelynek minden esetben iránya is van. Összegezve:
A lendület vektormennyiség, iránya a sebesség irányába mutat.
Egy test lendületének megváltoztatásához erőre van szükség, a lendületváltozás iránya az erő irányába mutat.
Egy test lendületét, illetve a lendület változását talán leglátványosabban golyók ütközésekor figyelhetjük meg.

Példa

Egy 70 kg-os távolugró férfi sebessége 8 s nekifutás után az elugrás pillanatában 10 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$.
Mekkora volt a versenyző lendülete az elugrás pillanatában?
Megoldás:
$m = 70$ kg
$v = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
$I = m \cdot v = 70 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} =$
$= 700 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$



A lendület megmaradásának törvénye

Amikor mozgó golyó nekiütközik egy másik golyónak, kölcsönhatásba kerülnek egymással. A kölcsönhatást tekintve a környezetükből érkező minden más hatás elhanyagolható, ezért a fizika nyelvén ilyenkor azt mondjuk, hogy a két golyó zárt rendszert alkot.



Zárt rendszernek tekinthető a kölcsönhatás szempontjából pl.:

- a focista és a labda, amelybe éppen belefejel,
- az ágyú és a lövedék, amelyet éppen kilő,
- az úszómatrac, és a fürdőző, aki vízbe ugrik róla.

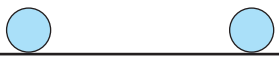
Azt látjuk, hogy ütközéskor a mozgó golyó pont ott áll meg, ahonnan a másik golyó elindul. Úgy is mondhatjuk, hogy a mozgó golyó átadta a lendületét az ugyanolyan tömegű, addig álló golyónak. Írjuk fel a lendületét mind a két golyónak!

Az ütközés előtt: $v_1 = v$ $v_2 = 0$



$I_{1\,(előtt)} = m \cdot v_1$ $I_{2\,(előtt)} = m \cdot 0$ $I_{össz\,(előtt)} = m \cdot v_1 + m \cdot 0 = m \cdot v$

Az ütközés után: $v_1' = 0$ $v_2' = v_1 = v$



$I_{1\,(után)} = m \cdot 0$ $I_{2\,(után)} = m \cdot v_2'$ $I_{össz\,(után)} = m \cdot 0 + m \cdot v_2' = m \cdot v$

Kísérlet

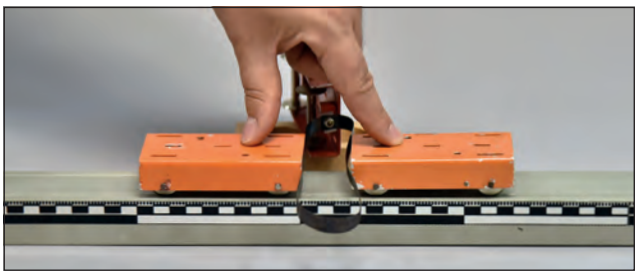
Két azonos pénzérmét helyezz sima papírfelületre egymástól néhány cm távolságra az ábrán látható módon! Lökd neki a vonaltól távolabbi pénzérmét a másiknak, és nézd meg, hol áll meg az általad meglökött pénzérme!

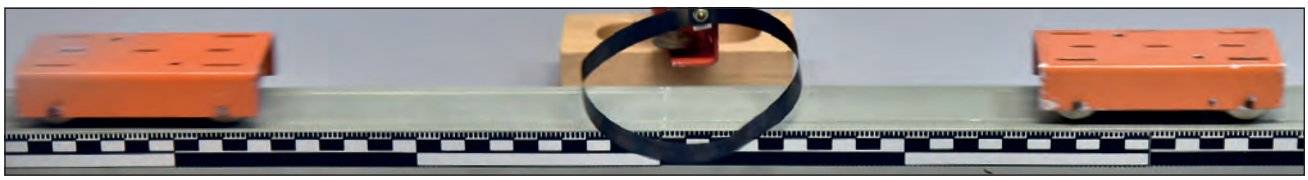
Tapasztalat:
A vonal előtt állt meg a kézzel meglökött pénzérme.





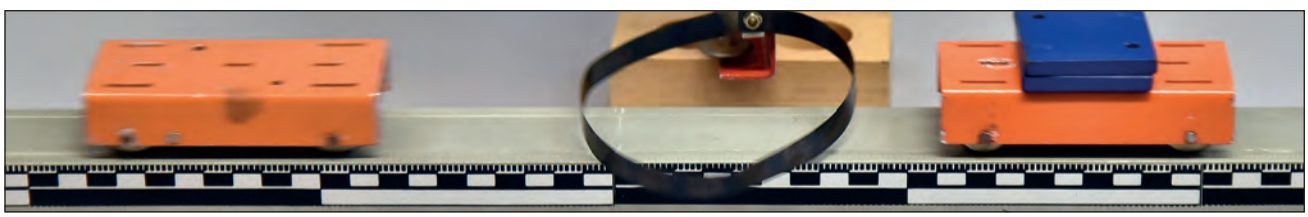
Mérésekkel megállapítható, hogy a két golyó együttes lendülete ugyanakkora ütközés előtt, mint ütközés után. A kísérletezést kiskocsikkal folytatjuk annyi módosítással, hogy a két kiskocsit szétlökjük egy rúgó segítségével. Ebben az esetben az azonos tömegű kocsik azonos sebességgel, ellentétes irányba mozdulnak el. Ekkor az összes lendületük szétlökés előtt nulla, mivel mind a két kocsi áll: $I_{össz\,(előtt)} = 0$.





Szétlökés után ugyan mind a két kocsi mozog, és a lendületük nagysága is azonos, csakhogy pontosan ellentétes irányú, ezért az összegük: : 0, $I_1 = -I_2$, tehát $I_1 + (-I_2) = 0$. Megállapíthatjuk ebben az esetben is, hogy a kölcsönhatásban részt vevő testek összes lendületének összege kölcsönhatás során nem változott.

Az egyik kiskocsi tömegét duplájára növelve azt látjuk, hogy szétlökés után a nagyobb tömegű kocsinak a sebessége csak feleakkora lesz, amire a képen látható elmozdulás alapján következtethetünk. Ez azt jelenti, hogy a két kocsinak a lendülete ismét azonos, csak ellentétes irányú. $I_1 = 2\ m \cdot \frac{v}{2}$; $I_2 = m \cdot (-v)$, tehát $I_{össz} = 0$.



A tapasztalataink összhangban vannak azzal a tudományos felismeréssel, amely szerint:
zárt rendszerben két test együttes lendületének az összege a kölcsönhatás közben nem változik meg. Ezt a lendületmegmaradás tételének nevezzük. (Impulzusmegmaradásnak is szokták mondani.)

A lendület megmaradásának törvénye az életben

Számos jelenség a lendületmegmaradás törvényével magyarázható. Könnyű csónakból érdemes úgy kilépni a stégre, hogy valaki segít. Azzal ugyanis, hogy elrugaszkodunk a csónaktól, a mi lendületünkkel ellentétes irányú lendülettel fog a csónak elmozdulni, aminek nemtervezett fürdés lehet a következménye.



A növényvilágban néhány növény a magjait úgy szórja szét, mint egy rakéta, messzire kilövi őket. A magrúgó nevű, mediterrán vidéken élő növény így tud újabb és újabb területeket benépesíteni. Hasonló technikát alkalmaz a bíbor nebáncsvirág, amelynek magjai ily módon akár 7 m távolságra is elrepülhetnek.





A sport világában több, a lendületmegmaradás tételére épülő játékot találunk. Nagyon sok gyakorlás kell ahhoz, hogy a tekéző, golfozó, biliárdozó pont annyi lendületet adjon át a labdának, a golyónak, hogy eredményes legyen a lökése.



Összefoglalás

Lendületnek nevezzük azt a fizikai mennyiséget, amelyet a test tömegének és sebességének szorzatával határozunk meg. A lendület jele: I

A lendület számolása: $I = m \cdot v$; mértékegysége: $\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Egy test lendületének a megváltozásához erőre van szükség.
A lendület vektormennyiség.
A lendületmegmaradás tétele: zárt rendszerben két test együttes lendületének az összege a kölcsönhatás közben nem változik meg.

Kérdések, feladatok

1. Miért szoktak tornaórán a vékony gyerekek hátratántorodni, amikor a több kg-os medicinlabdát kell elkapniuk?
2. A snookergolyók egyenként 142 g tömegűek. Miért határozzák meg ennyire pontosan ezt az értéket?
3. Vadászrepülőkön a pilóták székét katapultálni lehet, ha baj van. Nézz utána, hogyan működik a katapult, és írd le néhány mondatban!



4. KÖRMOZGÁS, FORGÓMOZGÁS

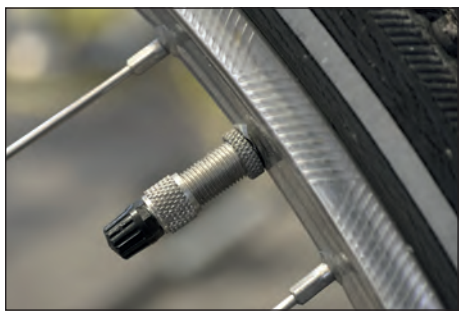
Eddig egyenes vonalú mozgásokkal foglalkoztunk, pedig a mindennapi életben a mozgások jelentős része, például az autóversenyzés, erdei kirándulás, hintázás, de sokszor a sétálás az utcán, görbe vonalú pályán történik. A görbe vonalú mozgások egyik speciális esete a körmozgás, a forgómozgás.



Körmozgás, forgómozgás

A kalapácsvető sportszere egy huzalhoz rögzített fémgolyó, melyet a sportoló egyre gyorsabban forgat maga körül. A hullámvasút kocsijainak és a benne ülő embereknek a mozgása is tekinthető bizonyos szakaszokon körmozgásnak. A Föld a saját tengelye körül forog, a felszínén levő tárgyak, építmények ezért körmozgást végeznek, melynek középpontja a Föld tengelyén van. A Naprendszer belső bolygói is jó közelítéssel körpályán keringenek a Nap körül.



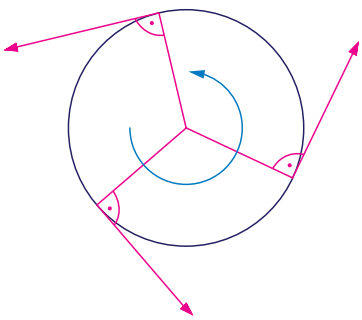




Körmozgásnak nevezzük, ha a test egy rajta kívül lévő tengely körül, körpályán mozog. Forgómozgást végez egy test, ha egy rajta átmenő tengely körül minden pontja körmozgást végez. Körmozgást végez a kerékpár szelepe, ugyanakkor a kerék maga forog a tengelye körül. A mosógép dobja forog mosás közben, a rajta lévő lyukak azonban körmozgást végeznek. A ventilátor, fúró, szélkerék, a mikrohullámú sütő tányérja forog, az óriáskeréken a fülkék viszont körbe-körbe keringenek.

A körmozgás és forgómozgás jellemzése

Esőben sokszor bosszúságot okoz az autósoknak, hogy az előttük néhány méterre haladó autó felveri a vizet az ablakukra. Az autó kerekén lévő víz körmozgást végez, és amikor elhagyja a kereket, annak sebességével halad tovább. Ez a sebesség minden pillanatban a kör alakú kerék érintőjének az irányába mutat.



Tudjuk, hogy a sebesség olyan fizikai mennyiség, amelynek nagysága és iránya van. Ha bármelyik megváltozik ezek közül, akkor azt a mozgást változó mozgásnak nevezzük. A körmozgásnál a sebesség iránya mellett változhat a sebesség nagysága is. Azért forog egyre gyorsabban a kalapácsvető, hogy minél nagyobb sebességgel repüljön el a kalapács.

A körmozgás változó mozgás. A körmozgást végző test sebessége érintőirányú.

Az automata mosógépen mosás előtt el kell dönteni, mekkora fordulatszámon centrifugáljon. A körmozgás és a forgómozgás esetén a fordulatszám fontos információ. A képen látható mosógépen az 1000 azt jelenti, hogy 1 perc alatt 1000 fordulatot fog megtenni a mosógép dobja centrifugáláskor.



A fordulatszám az egységnyi idő alatt megtett fordulatok száma.
A fordulatszám jele: *n*
A fordulatszám mértékegysége: $\frac{1}{s}$, de a gyakorlatban többnyire az $\frac{1}{min}$ – t használják.

Nézz utána!

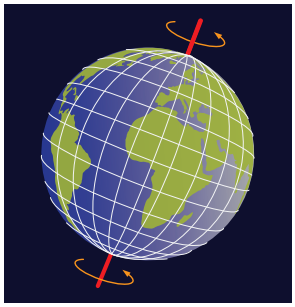
Mekkora egy szélerőmű lapátkerekének a fordulatszáma?
Mekkora sebességű szél szükséges a turbina beindításához, illetve gazdaságos üzemeltetéséhez?



Érdekesség

Ha egy forgó korongra a forgástengelytől különböző távolságra helyezünk el tárgyakat, akkor – együtt forgás esetén – a külső tárgy nagyobb ívet fut be ugyanannyi idő alatt, mivel nagyobb sugarú köríven mozog. Ezért a külső tárgynak nagyobb lesz a sebessége.





A Föld forgása miatt a nappalok és az éjszakák ismétlődően, idegen szóval periodikusan váltják egymást. A körmozgás és a forgómozgás periodikus mozgás, mivel visszavisszatér a test a kiindulási helyzetébe. A lassabban keringő vagy forgó testek esetében a fordulatszám helyett a periódusidővel jellemezzük a mozgást.

A periódusidő megmutatja, hogy a forgómozgást vagy körmozgást végző test mennyi idő alatt tesz meg egy teljes fordulatot. (Körmozgásnál a keringési idő kifejezés is használatos.)

A periódusidő jele: *T*

A periódusidő mértékegysége: s, néha más időegység is használatos.

Érdekesség

A járművek által megtett utat úgy mérik, hogy az összesen megtett fordulatok számát megszorozzák a kerék kerületével.

Példa

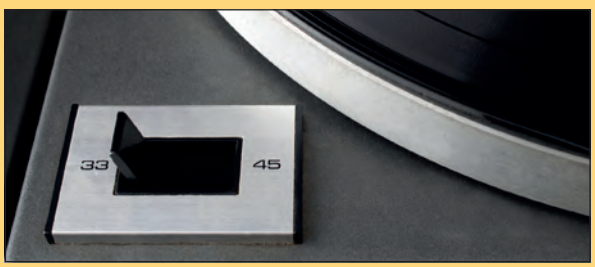
Manapság újra divatba jött a lemezjátszó. A nagylemezek lejátszásához a fordulatszám-választót 33-as értékre kell állítani. Ez valójában azt jelenti, hogy a korong percenként $33\frac{1}{3}$-ot fordul. Számoljuk ki, mekkora a korong periódusideje!

Megoldás:

Az $n = 33\frac{1}{3}$ jelentése: $33\frac{1}{3}$ fordulatot tesz meg 60 s alatt,

akkor 1 fordulathoz $\frac{60}{33\frac{1}{3}} = \frac{60}{\frac{100}{3}} = \frac{180}{100} = 1{,}8$ s szükséges.

Tehát: T = 1,8 s.





A feladat alapján – de logikusan végiggondolva is – megállapíthatjuk, hogy a periódusidő és a fordulatszám értéke egymás reciproka: $n = \frac{1}{T}$ és $T = \frac{1}{n}$.

A lemezjátszó korongjának a fordulatszáma a lemez lejátszása során nem változik. Ez azt jelenti, hogy ha forgás közben a korongnak bármelyik pontját vizsgáljuk, akkor azonos idő alatt azonos hosszúságú ívet jár be. A távközlési műholdak az égbolt egy adott pontján találhatók, így azok is állandó sebességgel keringenek a Föld tengelye körül.

Egy test egyenletes körmozgást végez, ha mozgásának pályája kör, és a test egyenlő idők alatt azonos hosszúságú íveket fut be, vagyis sebessége állandó nagyságú.

Egyenletes körmozgást végez a mozgó óriáskerék utasfülkéje vagy centrifugálás közben az automata mosógép dobján minden lyuk.

Érdekesség

A gépkocsikban a sebességmérő mellett egy másik fontos műszer is található. Ez a motor tengelyének a percenkénti fordulatszámát adja meg, ezt jelenti az „rpm” (revolutions per minute) rövidítés.
A képen látható műszerről leolvasható érték: percenként 2 · 1000 = 2000 fordulat.



Érdekesség

Az űrrepülés kiemelkedően nagy terhelést jelent az űrhajósok számára, amelyre még a Földön fel kell készíteni őket. Ennek egyik állomása egy hatalmas, körhintára emlékeztető, percenként 70 fordulatra képes berendezés. Ebben elhelyezkedve forgatják meg – mint egy centrifugában –, a leendő űrhajóst, miközben ellenőrzik az életfunkcióit.



Összefoglalás

Körmozgásnak nevezzük, ha a test körpályán mozog.
Forgómozgást végez egy test, ha egy rajta átmenő tengely körül minden pontja körmozgást végez.
A körmozgást végző test sebessége érintőirányú.
A fordulatszám megmutatja az egységnyi idő alatt megtett fordulatok számát.

A fordulatszám jele: n; mértékegysége: $\frac{1}{\text{s}}$.

A periódusidő megmutatja, hogy a forgómozgást vagy körmozgást végző test mennyi idő alatt tesz meg egy teljes fordulatot.
A periódusidő jele: T; mértékegysége: s.
Egy test egyenletes körmozgást végez, ha mozgásának pályája kör, és sebessége állandó nagyságú.

Kérdések, feladatok

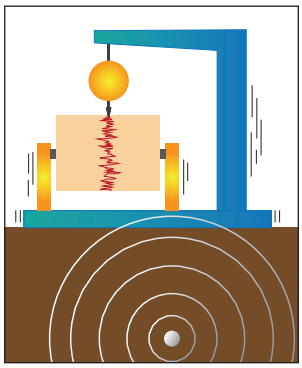


1. A CD-lejátszóban, miközben az olvasófej bentről kifele halad, a lemez fordulatszáma folyamatosan csökken 500 $\frac{1}{\text{min}}$-ről 200 $\frac{1}{\text{min}}$-re. Mit gondolsz, miért?
2. Nézz utána, hogy az iskolai számítógéped merevlemezének mekkora a fordulatszáma! Ennek ismeretében – számológép segítségével – add meg a periódusidejét is!



3. Add meg a hagyományos (analóg) óra másodpercmutatójának, kismutatójának és nagymutatójának a periódusidejét!

5. INGAMOZGÁS ÉS EGYENSÚLYI HELYZETEK



A periodikus mozgások közül talán leghamarabb a hintázással ismerkedtél meg. A hinta lengésének megfigyelésével megállapíthatjuk, hogy a hintázó valójában egy köríven mozog ide-oda, és ismétlődően visszatér a kiindulási pontjába. Éppen ezért találhatunk hasonlóságot a körmozgás és az ingamozgás között.



Ingamozgást végez egy vízszintes tengellyel rendelkező test, ha nyugalmi állapotából kitérítjük.
Ingamozgást végez a metronóm lengőkarja, az ingaóra ingája, a lengőhinták sokféle változata, egyes földrengésmérők és a csillár is, ha valamilyen okból megmozdítjuk.

Az ingamozgás jellemzése

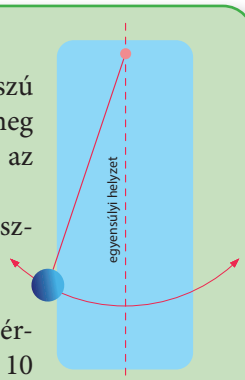


Az ingamozgást legegyszerűbben úgy tanulmányozhatjuk, ha egy vékony fonal egyik végét rögzítjük, a másik végére pedig egy golyót vagy egy csavaranyát erősítünk. Ha az így elkészített ingánkat kitérítjük a függőleges helyzetéből, majd elengedjük, a test ingamozgást végez. Egy teljes lengésnek nevezzük az ingamozgásnak azt a szakaszát, amely során a test az egyik szélső helyzetből elindulva először tér vissza ugyanabba a szélső helyzetbe.
Lengésidőnek (vagy periódusidőnek) nevezzük az egy teljes lengéshez szükséges időt.
A lengésidő jele: *T*, mértékegysége: s.
Az egyensúlyi helyzettől való legnagyobb távolságot amplitúdónak hívjuk.
Az amplitúdó jele: *A*, mértékegysége: m.



1. kísérlet

a) Készíts 50 cm hosszú ingát, és mérd meg 10 teljes lengésének az idejét!
b) Az előző 50 cm hosszúságú ingát ismét térítsd ki, de az előzőtől eltérő mértékben! Mérd meg 10 lengés idejét!
c) Ismételd meg a kísérletet úgy, hogy egy rövidebb, 30 cm hosszúságú ingánál méred meg 10 teljes lengés idejét, különböző nagyságú kitérítések esetén!

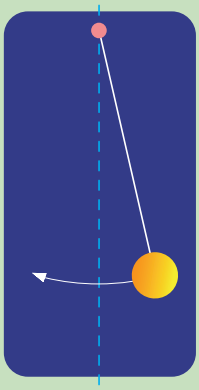


Mérési eredményeidet rögzítsd a füzetedbe!
Tapasztalat:
A 10 teljes lengés ideje nem függött a lengés amplitúdójától, de a fonal hosszától igen.

10 lengés idejét a pontosabb mérés miatt mértük meg, ezt 10-zel osztva megkapjuk a lengésidőt. Azt tapasztaltuk, hogy a lengésidőt nem befolyásolta a kitérítés mértéke – ez hihetetlen, de igaz eredmény. **Az egyenlő hosszúságú ingák lengésideje egyenlő.**
Vizsgáljuk meg, hogy a lengő test tömege hat-e a lengésidőre!

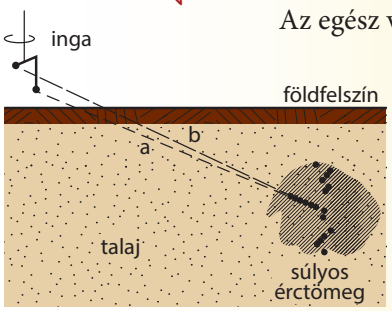
2. kísérlet

Készíts 50 cm hosszúságú ingákat, amelyeknek a végére erősíts különböző tömegű, kicsi testeket, például radírt, kavicsot, műanyag golyót! Mérd meg minden esetben 10 teljes lengés idejét! Figyeld meg, függ-e a lengésidő a lengő test tömegétől!
Tapasztalat: A lengésidő – ha az ingák hosszúsága azonos – a különböző anyagú és tömegű testek esetén egyforma volt.



Az egyenlő hosszúságú ingák lengésideje nem függ a lengő test tömegétől. Az előző fontos felismerések kellettek ahhoz, hogy az ingaóra gondolata megszülessen a XVII. század elején, lehetővé téve ilyen formán is az idő mérését.

Érdekesség







Az egész világon ismertté vált és tudományosan jelentős ingák:

1. A báró Eötvös Loránd (1848–1919) által készített Eötvös-féle torziós inga egy hajszálvékony fémszálon felfüggesztett kar, amelynek a két végén egyforma súlyú platinadarabok vannak. Az inga elcsavarodása a földfelszín alatti szerkezet és tömegeloszlás vizsgálatára alkalmas, mert az eltérő sűrűségű anyagok különböző tömegvonzása elcsavarja a vékony fémszálat. Olajkutatásra az egész világon használták a XX. század közepéig.
2. A Föld tengely körüli forgásának földi igazolását 1851-ben Léon Foucault (1818–1868) bizonyította híres ingakísérletével. Egy 67 m hosszú acéldrótra 28 kg tömegű tömör gömböt erősített, amely ≈3 m amplitúdóval lengett, hosszú órákon át. Azt tapasztalták, hogy az inga lengési síkja óránként körülbelül 11°-kal elfordult. Igazából az inga lengési síkja nem változott, hanem a Föld fordult el alatta.

Egyensúlyi helyzetek

3. kísérlet

Próbáljunk egy vonalzót a beosztással szemközti élére állítani!

Tapasztalat:
Ha sikerül is, csak egy picit kell megbillenteni, és azonnal eldől.



A hintát és a lengő testeket, ha magukra hagyjuk, előbb-utóbb megállnak, újra nyugalomban, függőlegesen lógnak. Más testek ettől eltérő módon is viselkedhetnek. Széken hintázni azért nem tanácsos, mert könnyen lehet, hogy a szék kibillentés után nem tér vissza a kezdeti nyugalmi állapotába. A testek egyensúlyi helyzete különböző lehet.

Egyensúlyi helyzetben van egy test, ha a rá ható erők kiegyenlítik egymást.





A kötéltáncos egyensúlya nagyon bizonytalan. A kezében tartott hosszú, nagyjából vízszintes rúddal éri el, hogy a kisebb oldalra billenéseket „kiegyenlítse”, elkerülve a leesést.
A cirkuszban sok olyan műsorszámot láthatunk, amelyet csak különleges egyensúlyérzékkel rendelkező emberek tudnak végrehajtani.

Az olyan egyensúlyi helyzetet, amiből ha kibillentünk egy testet, magától nem tér oda vissza, bizonytalan vagy labilis egyensúlyi helyzetnek nevezzük.

Érdekesség



Várkonyi Péter és Domokos Gábor a Budapesti Műszaki Egyetemen 2007-ben egy olyan homogén testet építettek, melynek összesen csak két – egy stabil és egy labilis – egyensúlyi helyzete van. Ezt a testet Gömböcnek nevezték, amely azóta az egyik leghíresebb magyar találmány lett.

Labilis az egyensúlyi helyzete a szertornázóknak nagyon sok gyakorlat közben, egy tányérnak, pohárnak, amelyet túlságosan az asztal szélére toltunk, és neked is az utcán biciklizés közben.

Viszont aki járt már tudományos élményparkban, az tudja, hogy a magasan, vékony sínen haladó kerékpárral nem lehet eldőlni, egyáltalán nem kell félni a borulástól. Hasonlóan viselkedik a kicsi gyerekek egyik kedvenc játéka, a keljfeljancsi is, amelyet hiába döntünk az oldalára, mindig talpra áll.





Biztos vagy stabil egyensúlyi helyzetnek nevezzük, amikor az egyensúlyi helyzetéből kitérített test magától visszatér oda.
A hajóknál alapkövetelmény, hogy erős szélben, viharban ne boruljanak fel, az egyensúlyi helyzetük minden körülmények között stabil legyen. Ezt szolgálja a tőkesúly, amelyet a hajó aljára erősítenek.



Vannak az előzőek mellett olyan testek is, amelyeket ha vízszintes felületen meglökünk, és a mozgás során bármelyik pillanatban megállítjuk, az új helyzetben is egyensúlyban lesznek. Ilyen test minden golyó, labda és a kávéfőző tölcsére is oldalra fektetett helyzetében. **Közömbös vagy indifferens az az egyensúlyi helyzet, ha a test a kimozdított helyzetében is újra egyensúlyba kerül.**





Összefoglalás

Ingamozgást (lengőmozgást) végző test lengésidejének nevezzük az egy teljes lengéshez szükséges időt.
A lengésidő jele: *T;* mértékegysége: s.
Lengő testnek az egyensúlyi helyzettől való legnagyobb távolságát amplitúdónak hívjuk.
Az amplitúdó jele: *A;* mértékegysége: m.
Az egyenlő hosszúságú ingák lengésideje egyenlő, és ez nem függ a lengő test tömegétől.
Egy test egyensúlyi helyzete lehet bizonytalan, biztos és közömbös.

Kérdések, feladatok



1. A metronóm lengőkarján lévő nehezékkel lehet állítani az ütések gyakoriságát, vagyis a lengőkar lengésidejét. Merre kell mozgatni ezt a nehezéket, ha azt szeretnénk, hogy növekedjen a lengésideje?
2. A XII. században épült, ma pisai ferde toronynak ismert épület nem volt mindig ferde, az építése közben süllyedt meg. Nemrég nagyon sok munkával megállították, és stabilizálták a helyzetét. Magyarországon is van ferde torony, nézz utána, hogy hol!
3. Az iskolai padok és székek lábai széttartóak. Mit gondolsz, miért? Válaszodat indokold!



6. A MUNKAVÉGZÉS ÉS AZ EGYSZERŰ GÉPEK

A munka kifejezést a köznapi értelemben sokféleképpen használjuk. Munkát végez a bolti pénztáros, bútorszállító, buszvezető, színész, informatikus, orvos, tanár, diák. A napi szóhasználatban szellemi munkára és fizikai munkára szokás osztani a foglalkozásokat, bár néha ez nem válik teljesen szét, ilyen például a mérnöki munka. A fizika tudománya is használja ezt a fogalmat, ezért pontosan meg is határozza a jelentését.
A fizika tudománya szerint akkor végzünk munkát, ha erő hatására az erő irányába elmozdulás jön létre.



Mikor nincs munkavégzés?

- A meghatározásból látható, hogy bármilyen nagy erőkifejtés egy nehéz medicinlabdát hosszú percekig tartani a tornaórán, fizikai értelemben még sincs munkavégzés, mert nincs elmozdulás.
- Néha a katonáknak, hegymászóknak és nehéz tanítási napokon a diákoknak is hatalmas hátizsákot kell cipelniük. Tudjuk, hogy a tartóerő függőleges irányú, de az elmozdulás gyakorta vízszintes irányba történik. Bármilyen kimerítő is ezeknek a táskáknak a mozgatása, ha az elmozdulás merőleges a tartóerőre, ebben az esetben sincs munkavégzés. Annyi „vigaszunk" mégis lehet, hogy a járásunkban mindig van egy kicsi függőleges kitérés is, és ekkor ténylegesen végzünk fizikai értelemben is munkát.



Mitől függ a munkavégzés nagysága?

1. kísérlet



a) Emelj fel egy gumilabdát a derekadig!
b) Emelj fel egy medicinlabdát a derekadig!
c) Emeld fel a medicinlabdát a fejed fölé!

Hogyan változott az általad kifejtett erő nagysága attól, hogy nehezebb labdát és magasabbra kellett emelned?

Tapasztalat:
Nőtt a szükséges erő nagysága akkor, amikor nehezebb labdát kellett emelni. Az erő nagysága nem változott attól, hogy a labdát magasabbra kellett emelni, csak az út lett hosszabb.

Miután minden esetben felfelé mutató erővel emelted a labdákat, tehát az erőkifejtés irányába történt az elmozdulás, ezért minden esetben munkát végeztél.
A munkavégzés számértéke az erő nagyságának és az erő irányába eső elmozdulásnak a szorzatával egyenlő.
A munka jele: *W* (az angol work = munka szóból)
A munka számítása: $W = F \cdot s$

Érdekesség

A munka mértékegysége az SI-mértékegységrendszernek származtatott egysége:

$$1\ \text{J} = 1\ \text{N} \cdot 1\ \text{m} = 1\ \text{kg}\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1\ \text{m} = 1\ \text{kg}\ \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

Nem véletlenül egyezik meg a munka és az energia mértékegysége. Amikor munkát végzünk, gyakorlatilag az energiát felhasználjuk, és átalakítjuk munkává. Ennek következtében pedig megváltozik annak a testnek az energiája, amelyen a munkát végeztük.

A munka mértékegysége: N · m = J (ejtsd: dzsúl)

$$\textbf{mJ} \underset{1000}{<} \textbf{J} \underset{1000}{<} \textbf{kJ} \underset{1000}{<} \textbf{MJ}$$

Ebből az összefüggésből megállapíthatjuk, hogy a munkavégzés egyenes arányosságban van az erőkifejtéssel és az elmozdulással is.

Vigyázz! A munka betűjelének (W) ugyanazt a betűt használjuk, mint a teljesítmény mértékegységének (W = watt). A feladat szövegéből azonban kiderül, hogy miről van szó.
Pl.: W = 10 J jelentése: a végzett munka 10 J, ugyanakkor 10 W – tehát a W előtt van egy szám – azt jelenti, hogy valaminek a teljesítménye 10 watt.

Példa

Mekkora munkát végzett 2013-ban Erőss Zsolt hegymászó, amíg az 5500 méteren lévő alaptáborból felvitte a 30 kg-nyi felszerelését a 6100 méteren lévő I. táborba a 8586 m magas Kancsendzönga megmászása során?



Megoldás:

$m = 30$ kg (emelés közben a test súlyának megfelelő erőt kell kifejteni: $F = m \cdot g = 300$ N)

$s = 600$ m

$W = F \cdot s = 300\ \text{N} \cdot 600\ \text{m} = 180000\ \text{J} = 180\ \text{kJ}$



Lehet-e takarékoskodni a munkával?



Manapság már sokan elektromos kerékpárt, rollert használnak, hogy ne kelljen hajtani se ezeket. A kerékpározáshoz, rollerezéshez szükséges energiát nem izommunkával fedezik, hanem megveszik az elektromosenergia-szolgáltatótól. Az emberiség életének változása abba az irányba halad – gondoljunk a robotika fejlődésére –, hogy minél több feladatot, munkát igyekszünk gépekkel, elektromos eszközökkel elvégeztetni. Persze vannak olyan munkák, amiket nem is lennénk képesek elvégezni, mert a munkavégző képességünk nagyon is véges. Nem tudunk gépi segítség nélkül több ezer km-t néhány nap alatt megtenni vagy egy tehervagont felemelni.

A motor, a gőzgép feltalálása előtt is léteztek olyan eszközök, amelyek segítették, és segítik ma is a munkánkat. Ezeket a szerkezeteket, amelyekben semmiféle motor vagy gép nincsen, egyszerű gépeknek nevezzük.

Az egyszerű gépek

Elromlott autót, motort az elszállításhoz használt járműre könnyebb egy rámpán, lejtőn feltolni, mint megemelve feltenni. Az elvégzendő munka mind a két esetben ugyanaz, a kivitelezéshez szükséges erő mennyisége viszont a lejtő esetében kisebb. Igaz viszont, hogy ezt az erőt hosszabb távon kell kifejteni, mint amilyen magasan van a szállítóautó platója.

Gondoljuk végig a motor energiaváltozását! Amikor a motort a földről felemeljük a plató magasságába, a motoron munkát végzünk. Ezzel megnövekszik a motor helyzeti energiája. Akármilyen úton tesszük ezt meg, a motor helyzeti energiájának a megváltozása minden esetben ugyanakkora, mivel ugyanabba a magasságba kerül. Ez azt jelenti, hogy munkát nem tudunk megtakarítani, csak erőt, de olyan áron, hogy hosszabb úton kell ezzel a kisebb erővel munkát végezni.



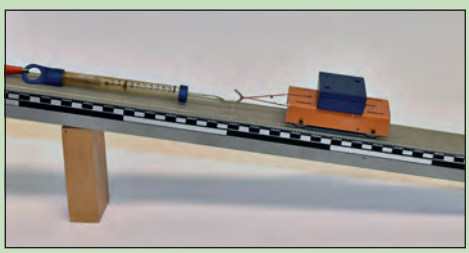
	Erő	Út	Munka	A motor helyzeti energiájának a megváltoztatása
közvetlen emelés	nagy	kicsi	ugyanakkora	ugyanakkora
lejtőn tolás	kicsi	nagy	ugyanakkora	ugyanakkora

2. kísérlet

Készíts szögmérő segítségével különböző hajlásszögű lejtőket! Mérd meg minden esetben, hogy a lejtőn a kocsi egyensúlyban tartásához mekkora erő szükséges!

Tapasztalat:

Kisebb hajlásszögű lejtőn kisebb erő szükséges a test egyensúlyban tartásához.





Amennyiben a lejtőn egyenes vonalú egyenletes mozgással kellene felhúzni a kiskocsit, akkor ezt a test súlyánál kisebb erővel lehetne megtenni. Vagyis minél kisebb a lejtő hajlásszöge, annál kisebb erővel lehet felhúzni vagy feltolni egy testet rajta. Ez teljesen összecseng a hétköznapi tapasztalatainkkal. A kerekesszékesek számára készített feljárón nem tudnák kézi erővel felhajtani a székük, ha az nagyon meredek lenne. A lejtőt egyszerű gépnek nevezzük, mert erőt tudunk megtakarítani vele.

Egyszerű gépeknek nevezzük az olyan eszközöket, amelyekkel általában erőt lehet megtakarítani.

Az egyszerű gépekkel munkát nem lehet megtakarítani!

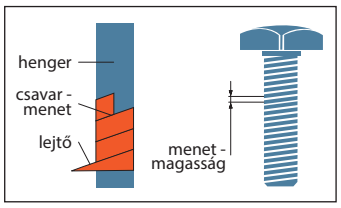
A lejtőnek minél kisebb a hajlásszöge, annál kisebb erővel lehet egy testet felhúzni vagy feltolni rajta.

Lejtő típusú egyszerű gépek

Lejtő típusú egyszerű gép még a hegyi szerpentin is, amely valójában egy jó hosszú lejtő. A szerpentin lehetővé teszi, hogy az enyhén emelkedő úton egy gépjármű is feljuthasson abba a magasságba, ahová egyébként nem.

A lejtő típusú egyszerű gépek „családjába” tartozik még az ék, ami két lejtő összeillesztve. Ha az éknek nyele is van, balta lesz belőle. Ha pedig a lejtőt feltekerjük egy hengerpalástra, a csavar nevű egyszerű gépet kapjuk.





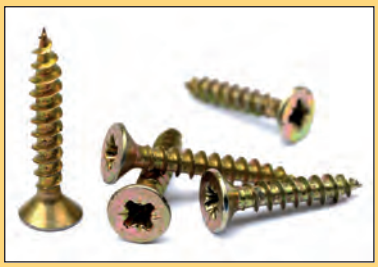




Összefoglalás

Fizikai értelemben akkor végzünk munkát, ha erő hatására az erő irányába elmozdulás jön létre.
A munka jele: W; számítása: $W = F \cdot s$; mértékegysége: J.
Egyszerű gépeknek nevezzük az olyan eszközöket, amelyekkel általában erőt lehet megtakarítani.
Az egyszerű gépekkel viszont munkát nem lehet megtakarítani.
Lejtő típusú egyszerű gép: a lejtő, a csavar és az ék.

Kérdések, feladatok





1. Ádám tömege 50 kg. Tornaórán a 4 m magas kötélre mászik. Mennyi munkát végez közben Ádám? Hányszor kellene Ádámnak felmásznia erre a kötélre, hogy 1 darab Túró Rudiban lévő 448 kJ energiát használjon el?
2. Egy hegyre több túraút is vezet. A hosszabb, lankásabb és a meredek, embert próbáló útvonal közül te melyiket választanád? Írd le röviden, hogy miért! Melyik útvonalon kell több munkát végezni a célba érésig?
3. A facsavarok menetemelkedése nagy, a fémek összeszereléséhez használt csavaroké ennél jóval kisebb. Mi lehet ennek az oka?

7. EGYSZERŰ GÉPEK A MINDENNAPI ÉLETBEN

Gyakran használt háztartási eszközeink működése egy olyan fizikai törvényre épül, amelyet már évezredek óta ismerünk. Megalkotásukhoz csak okos emberek kellettek, olyanok, akik tudásukat képesek újszerű helyzetben alkalmazni. Bármilyen meglepő: a pedálos szeméttároló és a mérleghinta ugyanazon a fizikai elven működik.



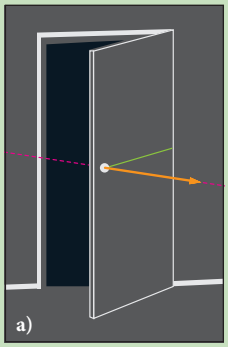


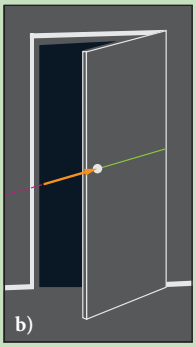
Az erő forgató hatása



Tudjuk már, hogy egy testre ható erő nemcsak haladó mozgást képes létrehozni, hanem forgómozgást is. Néhány focista képes úgy gólt rúgni, hogy a labdát nagy erővel megrúgja, és egyben meg is csavarja, így az kikerüli a kapu előtt álló sorfalat. Mi most csak az erő forgató hatásával foglalkozunk.

Az ajtó egy merev test, amelyet naponta elfordítunk. Vizsgáljuk meg, mi a feltétele a forgómozgásának!





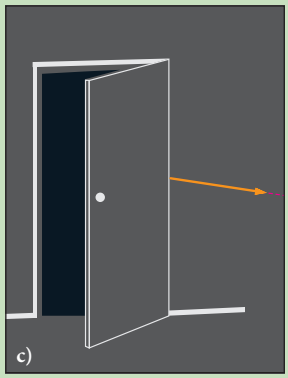
1. kísérlet

a) Told meg a nyitott ajtót a kilincsnél kis erővel, az ajtóra merőleges irányba!
b) Told meg a nyitott ajtót a kilincsnél olyan erővel, amelynek a hatásvonala átmegy az ajtó forgástengelyén!
c) Próbáld a nyitott ajtót a forgástengelyénél elfordítani!

Melyik esetben fordult el az ajtó?

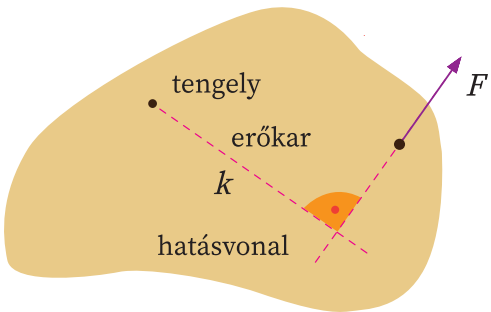
Tapasztalat:

Az ajtó csak abban az esetben fordult el, amikor az erő hatásvonala nem ment át a test forgástengelyén.



Ebből az egyszerű kísérletből megállapíthatjuk, hogy ha egy merev test tengely körül elfordulhat, csak akkor fordul el, ha az erő hatásvonala nem megy át a forgástengelyen.

Mitől függ a forgatóhatás mértéke?



Az egyértelmű szóhasználat érdekében az erő hatásvonalának a forgástengelytől való távolságát **erőkar**nak nevezzük, ahogy a képen is láthatod.

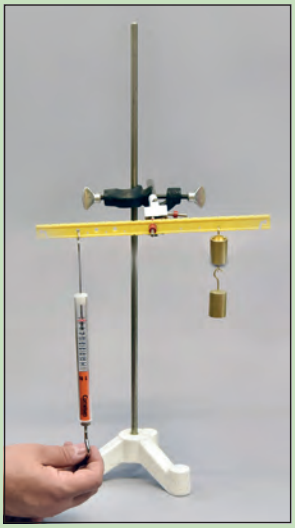
Vizsgáljuk meg az erő forgató hatását egy középen felfüggesztett merev rúd segítségével! Ha ugyanis erre úgy hatunk erővel, hogy az erőkar ne legyen nulla, a rúd el fog fordulni. Erről a forgató hatásról oly módon tudunk tapasztalatokat gyűjteni, ha a rúd másik oldalán mi magunk kiegyenlítjük egy ellenkező forgató hatással.

2. kísérlet

a) Tegyél középen felfüggesztett rúd jobb oldalának a közepére egy ismert súlyt, és a rúd bal oldalának közepén egyensúlyozd ki a forgató hatását rugós erőmérő segítségével! Olvasd le, mit mutat az erőmérő!
b) Ugyanennek a súlynak a forgató hatását úgy egyensúlyozd ki az erőmérővel a bal oldalon, hogy az előzőtől eltérő (kisebb-nagyobb) távolságokban méred meg a szükséges erőt!
c) Cseréld ki az előző súlyt egy nagyobbra, és ismételd meg vele az előző műveleteket!

Mit tapasztalsz?

Tapasztalat:
Azonos erőkarok esetén pontosan akkora erővel lehet egyensúlyt létrehozni, amekkora a felfüggesztett test súlya. Nagyobb súly esetén nagyobb erővel. A tengelyhez egyre közelítve egyre nagyobb erőre van szükség a súlyok forgató hatásának a kiegyenlítésére, a tengelytől távolodva viszont egyre kisebb erő is elegendő.



A kísérletből több következtetést is levonhatunk.

1. **Nagyobb erőnek nagyobb a forgató hatása.**
2. **Az erő forgató hatása függ az erőkar hosszától, hosszabb erőkar esetén ugyanannak az erőnek nagyobb a forgató hatása.**

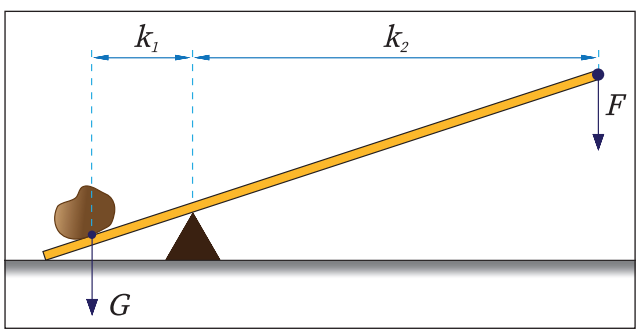
A forgató hatást a fizikában forgatónyomatéknak nevezzük.

Érdekesség

A forgatónyomatékot ki is tudjuk számolni, mivel egyenes arányosságban van az erővel és az erőkarral is. Forgatónyomaték = erő · erőkar, betűkkel: $M = F \cdot k$, a mértékegysége: Nm.
Egy tengely körül elfordítható merev test tehát csak akkor lehet egyensúlyban, ha nemcsak a rá ható erők egyenlítik ki egymást, hanem a rá ható forgatónyomatékok is.

A kétoldalú emelő

A kísérletünk alapján azt is megállapíthatjuk, hogy ilyen eszköz segítségével egy terhet a súlyánál kisebb erővel fel lehet emelni. Hiszen ahányszor hosszabb az egyik erőkar a másiknál (teherkarnak is szokták mondani), annyiadrész erővel lehet a rudat egyensúlyi helyzetbe hozni, vagyis felemelni. Ezzel az elrendezéssel erőt tudunk megtakarítani, ezért ez egy egyszerű gép.
A tengely körül elforduló merev rudat emelőnek nevezzük. Az emelő egyszerű gép.










Az olló, fogó, ágvágó, körömcsipesz, pedálos szemetesvödör, libikóka, gémeskút, óriás daru, de még maga az ásó is – ha éppen dolgozunk –, egyszerű gépek. Az erőkarok arányában tudunk erőt kifejteni velük. A felsorolt egyszerű gépeknek a felépítésében közös, hogy a forgástengely a két erő között található.
Kétoldalú emelőnek nevezzük az olyan merev rudat, amelynél a forgástengely két oldalán hatnak az erők.

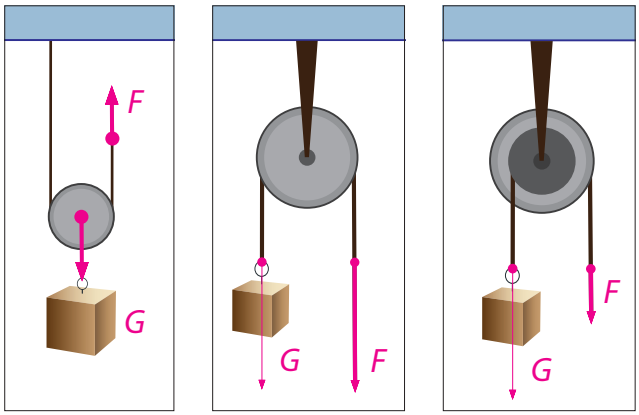
Csiga és hengerkerék, mint egyszerű gépek

A kétoldalú emelő elvén működik az állócsiga. Az állócsigánál a forgástengelyt rögzítik, így az erőkar és a teherkar is (a kerék két oldalán) egyenlő a kör sugarával. Az állócsiga alkalmas arra, hogy a munkánk elvégzéséhez szükséges erő irányát megváltoztassa.

Amennyiben nem a csigát rögzítjük, hanem a kötél egyik végét, és a terhet a csiga kerekének a középpontjába akasztjuk, akkor a kötél másik végét emelhetjük. Ezt mozgócsigának nevezzük. Mozgócsiga esetében az erőkar kétszerese a teherkarnak, így bármilyen súlyt feleakkora erővel mozgathatunk. Álló- és mozgócsigák bonyolult rendszerét főleg a vitorlázásnál és a tehermozgatásra használt daruknál alkalmazzák.

A hengerkerék két közös tengelyű, különböző sugarú csiga. A hengerkerék esetében is a sugarak arányában csökkenthető a munkavégzéshez szükséges erő. Hengerkerék például az autó kormánya, a darálók hajtókarja. A kereket néha csak egy kar helyettesíti, ilyen pl. a kerékpár kormánya.

A csiga és a hengerkerék emelő típusú egyszerű gép.





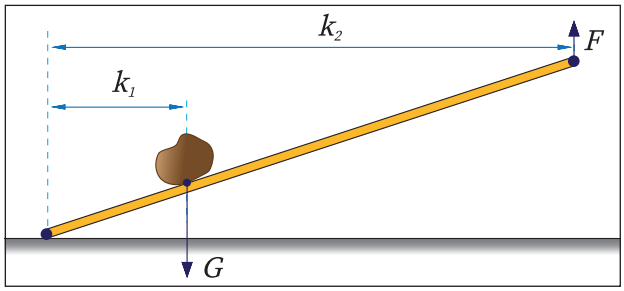








Az egyoldalú emelő



Vannak olyan használati tárgyaink, amelyeknél a forgástengely azonos oldalán található mind a két erő. Ebben az esetben az egyik erő forgató hatását csak úgy lehet kiegyenlíteni, ha a másik erő ellentétes irányba forgat.
Egyoldalú emelőről beszélünk, amikor az emelőre ható erők a forgástengelynek ugyanazon az oldalán hatnak.
Egyoldalú emelők: talicska, húros tojásszeletelő, sörnyitó, diótörő, fokhagymanyomó, húscsipesz, krumplinyomó, seprű használat közben. Az emelő típusú egyszerű gépekre is igaz, hogy erőt takarítunk meg velük, vagy éppen módosítják az általunk kifejtett erő irányát, végső soron segítik a munkánkat. De semmilyen egyszerű géppel nem lehet a munkavégzéshez szükséges energiát megtakarítani.







Összefoglalás

Az erő forgató hatását forgatónyomatéknak nevezzük. A forgatónyomaték egyenes arányosságban van az erővel és az erőkarral.
A tengely körül elforduló merev rudat emelőnek nevezzük.
Emelő típusú egyszerű gép: emelő, csiga, hengerkerék.

Kérdések, feladatok

1. A körömvágó olló nyele hosszabb a vágó részénél, de az ágvágó nyele annyira hosszú, hogy csak két kézzel lehet megfogni és vágni vele. Miért? Válaszodat indokold!
2. Az egyszerű gépek közül melyik az az eszköz, amellyel nem lehet erőt megtakarítani?
3. Igaz-e a képen látható egyensúly? Miért?



8. ÖSSZEFOGLALÁS

Lendület



Newton III. törvénye: két test kölcsönhatásakor minden erőhatással szemben fellép egy ellenerő. Ezek: azonos nagyságúak, ellentétes irányúak, és közös a hatásvonaluk, de a két erő a két különböző testre hat.
A súlyerő és a tartóerő erő-ellenerő párt alkot.
Rakétaelvnek nevezzük, amikor a hajtómű hátrafelé erővel kitolja az üzemanyagot, ennek ellenereje pedig előrehajtja a rakétát.

Rugalmas alakváltozáskor a szilárd test az alakváltozást létrehozó erő megszűnése után visszanyeri eredeti alakját.
Rugalmatlan alakváltozás esetén a szilárd test az alakváltozást létrehozó erő megszűnése után nem nyeri vissza eredeti alakját, deformálódik.
Egy test rugalmasságának a mértéke az anyag szerkezetének a tulajdonságaiból következik.



Lendületnek nevezzük a test tömegének és sebességének szorzatát.
A lendület jele: I
számolása: $I = m \cdot v$
mértékegysége: $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$
Egy test lendületének a megváltozásához erőre van szükség.
A lendület vektormennyiség.
A lendületmegmaradás tétele: zárt rendszerben két test együttes lendületének az összege a kölcsönhatás közben nem változik meg.



Lengőmozgást végző test lengésideje: az egy teljes lengéshez szükséges idő.
A lengésidő jele: T
mértékegysége: s
Lengő testnek az egyensúlyi helyzettől való legnagyobb távolságát amplitúdónak hívjuk.
Az amplitúdó jele: A
mértékegysége: m
Az egyenlő hosszúságú ingák lengésideje egyenlő, és ez nem függ a lengő test tömegétől. Egy test egyensúlyi helyzete lehet bizonytalan, biztos és közömbös.
Fizikai értelemben akkor végzünk munkát, ha erő hatására az erő irányába elmozdulás jön létre.
A munka jele: W
számítása: $W = F \cdot s$
mértékegysége: J
Egyszerű gépeknek nevezzük az olyan eszközöket, amelyekkel – az állócsiga kivételével – erőt lehet megtakarítani, de munkát nem lehet megtakarítani.
Lejtő típusú egyszerű gép: a lejtő, a csavar és az ék.



Körmozgásnak nevezzük, ha a test körpályán mozog, sebessége érintőirányú.
Forgómozgást végez egy test, ha egy rajta átmenő tengely körül minden pontja körmozgást végez.
A fordulatszám az egységnyi idő alatt megtett fordulatok száma.
A fordulatszám jele: n
mértékegysége: $\frac{1}{\text{s}}$
A periódusidő megmutatja, hogy a forgómozgást vagy körmozgást végző test mennyi idő alatt tesz meg egy teljes fordulatot.
A periódusidő jele: T
mértékegysége: s
Egy test egyenletes körmozgást végez, ha mozgásának pályája kör, és sebessége állandó nagyságú.





Az erő forgató hatását forgatónyomatéknak nevezzük.
A forgatónyomaték egyenes arányosságban van az erővel és az erőkarral.
A tengely körül elforduló merev rudat emelőnek nevezzük.
Emelő típusú egyszerű gép: emelő, csiga, hengerkerék.

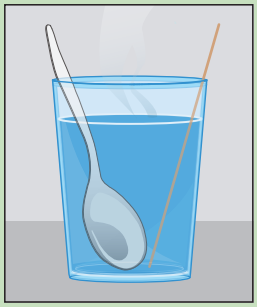
1. HŐTERJEDÉS ÉS HŐTÁGULÁS



Hővezetés

Mostanában a betonelemekből épített emeletes házakat, sok helyen a tégla építésű családi házakat is „becsomagolják” egy 5–10 cm vastag, fehér, habosított anyaggal, a hungarocellel. Sőt, a régi, huzatos ablakokat is lecserélik jól záródó, hőszigetelő ablakokra. Ezeknek a költsége nem kevés, viszont hosszú távon megtérül.

1. kísérlet

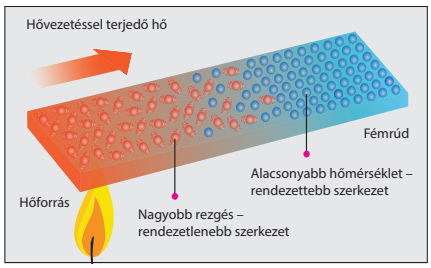


Tegyél egy pohár forró vízbe egy fém kiskanalat és egy ugyanolyan hosszúságú hurkapálcát. Néhány perc elteltével fogd meg mind a kettőnek a végét! Mit tapasztalsz?

Tapasztalat:
A fémkanál vége meleg lett, viszont a hurkapálca végén nem lehet érezni, hogy átmelegedett volna.

A melegítés hatására, vagyis a felvett hőtől a fém kiskanál és a hurkapálca részecskéi is élénkebben rezegnek a maguk helyén, de ezt a rezgést eltérő mértékben adják tovább a szomszédos részecskéknek. A fémekben a hő gyorsabban terjed, mint a fában, ezért melegedett fel jobban a fémkanál vége a fapálcáénál.

Azt a jelenséget, amely során egy szilárd test a melegítés helyétől távolabb is felmelegszik, hővezetésnek nevezzük.



Az alumínium, a réz, a vas és a többi fém olyan anyagok, amelyekben gyorsan terjed a hő. Az ilyen tulajdonságú anyagokat jó **hővezetők**nek nevezzük.



Mezítláb járkálva a kövön, járólapon, azért érezzük hidegnek, mert a kő is hővezető anyag. A fazekak, lábosok is hővezető anyagból készülnek, ezért kell a forró edényeket edényfogó kesztyűben mozgatni. Sok edény füle viszont olyan anyagból készül, amely nem melegszik fel, mert rossz hővezető. Ilyen anyag a fa, amiből a hurkapálca készül, vagy a hungarocell, amivel a házak falát borítják. **A rossz hővezető anyagokat hőszigetelőknek nevezzük.**



A sarki rókát a bundája védi a hidegtől. A hosszú, sűrű szőrszálak között levegő is van, ezek együtt biztosítják a hőszigetelést. A fa, a műanyag, a kerámia, a hungarocell, a bőr, a levegő, a papír, sőt a jég is jó hőszigetelő.

Hőáramlás

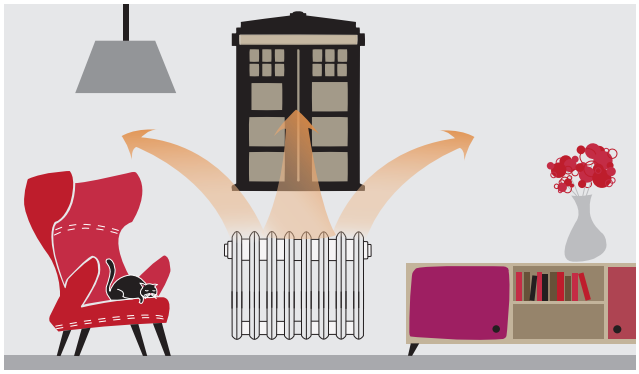


2. kísérlet

Tegyél 1 szem hipermangán kristályt (vagy 1 kiskanál teafüvet) egy főzőpohárba! Várd meg, míg a főzőpohárban nyugalom lesz, majd kezdd el melegíteni alulról az edényt! Figyeld meg oldalról, hogy mi történik!

Tapasztalat: Gyönyörű, felfelé mozgó és elmosódó lilás csíkot vagy felfelé igyekvő teafüvet láthatunk. Ahogy a lánghoz közelebb eső vízréteg melegszik, „elindul” felfelé, így fog keverés nélkül a folyadék egésze felmelegedni.

Ezt a jelenséget, amikor az átmelegedett folyadék vagy gáz áramlik, hőáramlásnak nevezzük.



A szobákban a radiátort a padló közelébe, az egyik falra szerelik. A meleg radiátor a vele érintkező levegőt melegíti fel, mégsem kell a radiátortól több méter távolságban fázni. Ennek oka, hogy a meleg levegő körbeáramlik a szobában, így lesz mindenhol meleg. Így használhatjuk fel a hőáramlást a hétköznapjainkban.

Hősugárzás

Hűvösebb nyári estén, a tábortűz mellett ülve tapasztalhatjuk, hogy az arcunkat kellemesen melegíti a tűz, a hátunk viszont kicsit fázik. Ha a hősugárzó elé tesszük a kezünket, meleget érzünk, mögötte viszont nem. Ezekben az esetekben a meleg testekből kiinduló hősugarak melegítő hatását tapasztaljuk.
A tőlünk 150 millió km-re lévő Nap hője hősugarakkal jut el hozzánk, a légkör tetejéig, közvetítő anyag nélkül.

A hő terjedésének azt a módját, amikor a testből kiinduló, az emberi szemmel láthatatlan hősugarakat a másik test elnyeli, és ezáltal az felmelegszik, hősugárzásnak nevezzük.



A napkollektorokkal, amelyeket feketére festenek, jól lehet hasznosítani a Nap hősugárzását. A házak tetejére szerelt csőrendszerben felmelegedő folyadék besegít a háztartás meleg vízzel történő ellátásába.



Hőtágulás

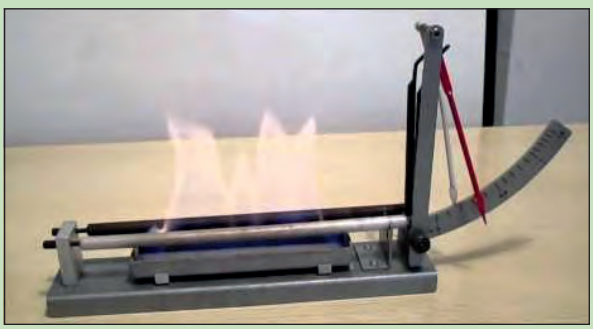
A testek hőmérséklet-változásának a következménye a testek térfogatának a változása. Mivel a test részecskéi a magasabb hőmérsékleten élénkebben, tágasabban rezegnek, ezért nagyobb térfogatot töltenek be.

Szilárd testek hőtágulása

3. kísérlet

Különböző anyagi minőségű, azonos hosszúságú fémrudakat melegítünk. Figyeld meg a rudakhoz tartozó mutatók egymáshoz képest való kitérését a melegítés során!

Tapasztalat:
A mutatók eltérő mértékben tértek ki.



A kísérletünkben tapasztalt jelenséget építkezéseknél, utak burkolásánál, a szabadban lévő csöveknél, vezetékeknél, síneknél figyelembe kell venni.

Hőtágulásnak nevezzük a testek hőmérséklet-növekedés hatására való tágulását.



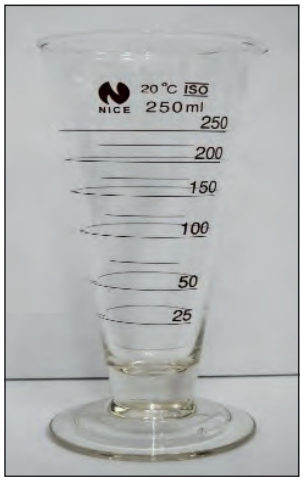
A hőtágulás káros következményei megelőzhetők, ha a hidak egyik végét görgőkre helyezik, a burkolatba pedig egy fémfésűt építenek be. Különösen figyelni kell a sínek egymáshoz rögzítésekor, mivel balesetet okozhat a melegtől felpúposodott vagy meggörbült sín. A távvezetékek kifeszítésénél is figyelembe kell venni a hőtágulást, illetve télen az összehúzódást.

A fogak javításánál sem lehet olyan anyagot használni, amelynek a hőtágulása eltér a fog anyagától.



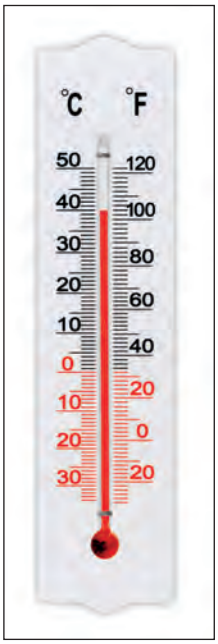
Tapasztalat szerint a szilárd testek hőtágulása függ:
- **a test anyagi minőségétől,**
- **a hőmérséklet-változás nagyságától,**
- **a kezdeti hosszúságtól, térfogattól.**

Folyadékok hőtágulása



A legtöbb folyadék mérésére használható eszközön a beosztások mellett egy hőmérsékletértéket is találunk. Ezzel tudatja a gyártó velünk, hogy csak adott hőmérsékleten hiteles a mérőeszköz, mivel a folyadékoknak is megváltozik a térfogata a hőmérséklet-változás hatására. Ezen az elven működnek a folyadékos hőmérők. Ezekben egy nagyon vékony üvegcsőben a folyadékszint változása utal a hőmérséklet-változásra, amelyet egy mögé tett skáláról leolvashatunk. A folyadékok hőtágulásának az oka – hasonlóan a szilárd testekhez – a részecskéknek a hőmérséklet-növekedés hatására bekövetkező élénkebb mozgása.

A hőtágulás során a folyadéknak csak a térfogata változik meg, a tömege nem. Ezért egy folyadék mennyiségét is a tömegével lehet egyértelműen megadni.



A tapasztalatok alapján a szilárd testekhez hasonlóan a folyadék hőtágulása függ:
- **a folyadék anyagi minőségétől,**
- **a hőmérséklet-változás nagyságától,**
- **a kezdeti térfogattól.**

Gázok hőtágulása



A hajtógázzal működő palackok szinte mindegyikén látható a „Tűzbe dobni tilos!” jelzés. Arra utal, hogy a nagymértékű hőmérséklet-változás olyan jelentős térfogat-változással jár, ami robbanáshoz vezethet. A gázok hőtágulása is a részecskék élénkebb mozgásának a következménye, de ez jóval nagyobb mértékű, mint a másik két halmazállapot esetében. A lakossági vagy ipari gázpalackok tárolásának ezért nagyon komoly szabályozása van. Nekünk a labdára, felfújható strandmatracra, kerékpárra kell figyelnünk, hogy ne hagyjuk a tűző napon, mert a napsütés elmúltával lehet újra felfújni őket.



A gázok hőtágulása függ: a kezdeti térfogattól és a hőmérséklet-változás nagyságától. A tapasztalat szerint a gázok hőtágulásának mértékét nem befolyásolja azok anyagi minősége.

Összefoglalás

A hő terjedésének módjai:
- hővezetés (szilárd anyagokban, folyadékokban és gázokban),
- hőáramlás (folyadékokban, gázokban),
- hősugárzás (nincs szükség közvetítő közegre).

Azokat az anyagokat, amelyekben gyorsan terjed a hő, hővezetőknek, amelyekben lassan terjed, hőszigetelőknek nevezzük.

A hőmérséklet-változás hatására bekövetkező hőtágulás függ:
- a test anyagi minőségétől (szilárd és folyékony anyagoknál),
- a hőmérséklet-változás nagyságától (szilárd, folyékony és légnemű anyagoknál),
- a kezdeti hosszúságtól, térfogattól (szilárd, folyékony és légnemű anyagoknál).

Kérdések, feladatok



1. Jégből házat is lehet építeni. Ezt iglunak hívják. Miért nem fáznak ebben az eszkimók?
2. Nem csak mi szeretjük, ha télen esik a hó, és lehet hógolyózni, szánkózni, a mezőgazdaságban dolgozó emberek is alig várják, hogy hótakaró borítsa a földeket. Miért?
3. Az albatrosz hosszú órákig képes egyetlen szárnycsapás nélkül repülni. Mit gondolsz, hogy képes erre?
4. Házak építésénél miért jelent problémát, ha az építőanyagok hőtágulása különböző?
5. A folyadékos hőmérőkben többnyire megfestett alkohol van. Be lehetne-e tenni egy ilyen hőmérőt a fagyasztószekrénybe? Válaszodat indokold!

2. OLVADÁS, FAGYÁS



Minden gyerek tudja, mekkora munka egy szép nagy hóember megépítése. De hiába szeretnénk megtartani, ha jön a jobb idő, kíméletlenül eltűnik, elolvad. A szilárd hóból folyékony víz lesz. Az „anyaga” ugyanaz marad, csak a halmazállapota változik meg. A magyar nyelv jó néhány szót használ a víz különféle megjelenésének kifejezésére, például pára, köd, harmat, dér, zúzmara.







1. kísérlet

Tegyél egy kisebb főzőpohárba, apró jégdarabkák közé egy hőmérőt. Óvatos kevergetés közben figyeld meg, hogyan változik a hőmérő által mutatott érték!

Tapasztalat:
A jég a tanterem meleg levegőjétől elkezdett melegedni, majd szép lassan megjelent az edény alján a víz is. Végül minden jég vízzé változott. A hőmérő higanyszála 0 °C-nál megállt, és csak akkor emelkedett tovább, amikor az összes jég felolvadt.



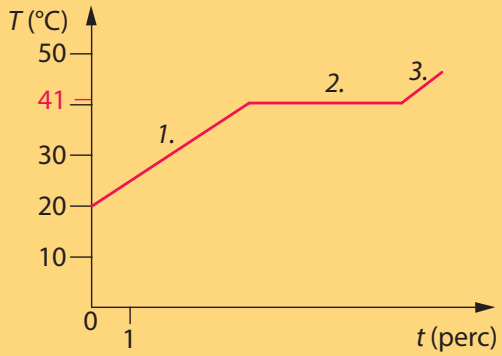
Ha egy szilárd anyagból folyékony anyag lesz, csak a halmazállapota változik meg, az anyag ugyanaz marad. **Azt a halmazállapot-változást, amely során egy szilárd anyagból folyékony anyag lesz, olvadásnak nevezzük. Azt a hőmérsékletet pedig, amelyen egy anyag megolvad, olvadáspontnak hívjuk.**

Figyeld meg a táblázat adatait!
Egy anyag megolvadásához nem feltétlenül kell magas hőmérséklet. Az oxigén olvadáspontja: –219 °C, ami azt jelenti, hogy
a –220 °C-os oxigén: szilárd,
a –219 °C-os oxigén: szilárd és folyékony is lehet (ezen a hőmérsékleten olvad),
a –218 °C-os oxigén: folyékony.

Az anyag neve	Olvadáspont (°C)	Olvadáshő $\left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}\right)$
Acél	1500	205
Alkohol	–112	107
Alumínium	660	361
Arany	1063	65
Cukor	160	60
Ezüst	961	104
Éter	–116	98
Glicerin	18	201
Hidrogén	–259	59
Higany	–39	12
Konyhasó	820	517
Naftalin	80	151
Nitrogén	–210	26
Ólom	327	24
Ón	232	59
Oxigén	–219	14
Réz	1083	204
Vas	1536	272
Víz	0	333

Gondolkozz!

1. Milyen halmazállapotú a szalol a melegítését ábrázoló grafikon egyes szakaszain?
2. A grafikon mely szakasza tartozik az olvadáshoz?
3. Olvasd le a szalol olvadáspontját!



Az olvadásnak feltétele van. A hóember olvadásának az a feltétele, hogy a hőmérséklet 0 °C fölé emelkedjen, a főzőpohárban a jég olvadásához pedig a tanterem melegebb levegője szükséges. Az olvadáshoz energiára van szükség, amelyet a hóember esetében a Nap, a jég esetében a meleg levegő biztosított.

Az olvadáshő az 1 kg olvadásponton lévő anyag megolvadásához szükséges energia mennyiségét jelenti.

Érdekesség

A sarki jég gyorsuló olvadásának visszafordíthatatlan következményei vannak. A globális felmelegedés miatt az óceánok szintje feletti jéghegyek olvadni kezdenek, ami miatt emelkedik az óceánok vízszintje. Valaha egy egész település létezett azon a szigeten, amit ma szinte teljesen víz borít. Az amerikai Chesapeake-öbölben (ejtsd: cseszöpik) fekvő Holland-sziget, amelyen 1910-ben még 360 ember lakott, a tengerszint emelkedésének lett az áldozata.



A fagyás

A jég 0 °C-on olvad meg, és lesz belőle víz, de ha ismét jeget szeretnénk előállítani, a vizet 0 °C-ra kell hűteni, mert itt indul el víz fagyása.

Azt a halmazállapot-változást, amely közben egy folyékony anyag megszilárdul, fagyásnak nevezzük. A víz 0 °C-on fagy meg, a cukor 160 °C-on, a vas pedig 1535 °C-on válik folyékonyból szilárd halmazállapotúvá. **Azt a hőmérsékletet, amelyen egy anyag megfagy, fagyáspontnak hívjuk.**

Ugyanannak az anyagnak az olvadáspontja megegyezik a fagyáspontjával.

Mint tapasztaltuk, nem minden anyagnak van olvadáspontja vagy fagyáspontja. Ilyen például a margarin, a csoki, a viasz, a műanyagok, az üveg. Az ilyen anyagok a fokozatosan lágyuló anyagok.

A fagyáshoz hűteni kell az anyagokat, ami azt jelenti, hogy ilyenkor hőt adnak le. Ennek az értékét a **fagyáshő** mutatja meg. Olvadáskor egy anyag hőt vesz fel, fagyáskor viszont hőt ad le.

Egészen pontosan 1 kg anyag annyi hőt vesz fel olvadáskor, amennyi energiát lead fagyás közben, ezért az olvadáshő értéke megegyezik a fagyáshő értékével.

2. kísérlet

Öntsünk olvadt margarint egy főzőpohárba! Tegyünk a csészébe egy hőmérőt is! Figyeljük meg, mi történik!

Tapasztalat:

A margarin hűlni kezd, mert a levegő a teremben hűvösebb, mint a margarin hőmérséklete. A hűléstől az állaga is változik. Kezdetben csak dermedtebbnek látszik, majd teljesen megszilárdul. Ezenkívül megfigyelhetjük azt is, hogy a hőmérséklet folyamatos csökkenése során nincs egy olyan pontos érték, amelyen a halmazállapot-változás bekövetkezik.



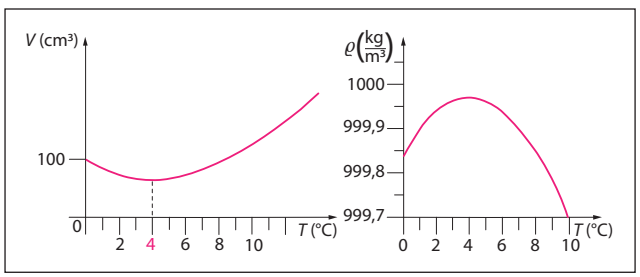
Érdekesség

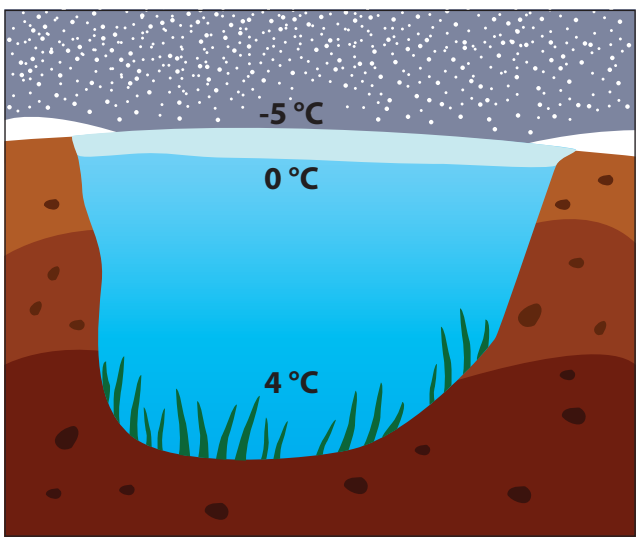
Vannak olyan állatok, amelyeknek nincsen vastag bundájuk, tömött tollruhájuk, amely megvédené őket a hidegtől, a megfagyástól. Ugyanakkor nem is költöznek melegebb vidékre, mégis jól tűrik a hideget. Ilyen a gubacsdarázs lárvája, amely –60 °C-ot is kibír. Ezt úgy éri el, hogy a testnedve olyan összetételű, amelynek a fagyáspontja rendkívül alacsony.



A víz fagyása

A víz hűtés hatására másképp viselkedik, mint a legtöbb anyag. A grafikon azt mutatja, hogyan módosul a víz térfogata és sűrűsége, ha változik a hőmérséklete. Leolvasható, hogy 4 °C-on a legkisebb a térfogata, és akár hűl, akár melegszik, növekszik a mérete. A térfogat-növekedés fagyás közben is folytatódik, ami igen nagy erő kifejtésére képes. Nem véletlen, hogy a vízvezetékeket mélyen a föld alá helyezik.





A víz sűrűsége 4 °C-on a legnagyobb.
A víz különleges viselkedésének köszönhető, hogy a tavak élővilága fagyos hidegben is életben marad, mivel a legnagyobb sűrűségű 4 °C-os víz mindig legalul van. A tó tehát csak felülről kezdhet el befagyni, ráadásul a tó tetején lévő jégpáncél jó hőszigetelő, így lassítja az alatta lévő víz megfagyását.

Figyeljük meg!



Mi történt az előző nap fagyasztószekrénybe helyezett, csapvízzel megtöltött, lezárt befőttesüveggel?

Jó tanács! Ha kipróbálod, műanyag dobozba tedd az üveget!

Érdekesség

Tiszta folyadékok nagyon óvatos hűtéssel fagyáspontjuk alá is lehűthetők. Ezt túlhűtésnek hívjuk. A túlhűtött folyadékban a legkisebb változástól azonnal elindul a fagyás. Jó példa erre az ónos eső, amelynek a hőmérséklete kisebb, mint 0 °C, de amint egy faággal vagy a talajjal érintkezik, ráfagy.



Érdekesség



Különösen veszélyesek a repülésre azok az időjárási viszonyok, amikor a repülőgép szárnyain jégréteg alakul ki. Ilyenkor felszállás előtt a repülőgépek szárnyfelületeit jégteleníteni kell, mert a szárnyakra ráfagyott jégréteg repülés közben kihat a szárnyak mentén a levegő áramlására, így a repülés biztonságát veszélyezteti, egyben jelentős többlet terhet is jelent. A jégtelenítést nagy nyomású 60-70 °C-os fagyálló folyadékkal végzik.



Összefoglalás

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.
Vannak olyan anyagok, amelyeknek van olvadáspontjuk, ami egyenlő a fagyásponttal (jég, vas, arany), és vannak olyanok, amelyeknek nincs, ezek fokozatosan lágyulva olvadnak, és fokozatosan keményedve szilárdulnak meg.
A víz sűrűsége 4 °C-on a legnagyobb, vagyis adott mennyiségű víz térfogata ezen a hőmérsékleten a legkisebb.

Kérdések, feladatok

1. Lehet higanyos hőmérőt használni a szibériai Ojmjakon városban, ahol 1926-ban egyszer –71 °C-ot mértek?
2. Mit gondolsz, milyen anyagból készülhet az ékszerészek olvasztótégelye, amiben az aranyat, ezüstöt olvasztják?



3. A nyaralókban ősszel vagy télen, a fagy beállta előtt, leengedik a bojlerből a vizet, a vízvezeték csöveiben sem maradhat télre víz. Miért?
4. Télen az autókba olyan ablakmosó folyadékot kell tölteni, ami biztosan nem fog megfagyni. Nézz utána, hány °C-ig használhatók biztonságosan ezek az ablakmosók!
5. A köztéri szobrokban télen nemigen gyönyörködhetünk, mert beborítják őket vastag, műanyag fóliával. Mit gondolsz, mi lehet az oka ennek? Láttál már ilyet? Hol?



3. PÁROLGÁS, FORRÁS, LECSAPÓDÁS



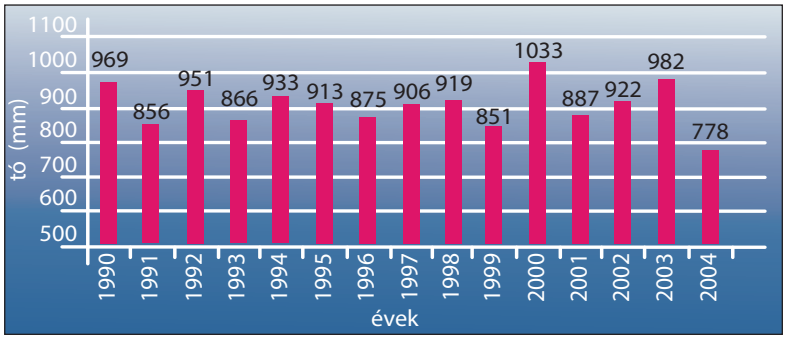
A párolgás

Tavasszal vagy ősszel, ha nagyon sok eső esik, az országban több ezer hektárt belvíz boríthat. Ebben a helyzetben a legnagyobb segítség, ha az idő jobbra fordul, és a vizes területek felszáradnak. Ilyenkor azt várjuk, hogy a folyékony víz légneművé váljon, és vízpára legyen belőle.
Azt a halmazállapot-változást, amely során egy folyadék légnemű anyaggá válik, párolgásnak nevezzük. A párolgás a folyadék felszínén történik.

Mitől függ a párolgás sebessége?

Egy tó vízállásának egyik meghatározó tényezője a párolgás. Forró, csapadékmentes nyári napokon a Balaton 600 km²-es felületéről annyi víz párolog el, amennyi fedezné Budapest vízellátását több mint egy hétig. Miután hűvösebb napokon is párolog a tó vize, éves szinten a grafikonról leolvasható víz mennyisége párolog el a tóból. A Balaton azért nem szárad ki mégsem, mert a csapadék és a sok kis patak mellett a Zala folyó táplálja a vizét.

Párolgás a Balaton felszínéről (1990–2004)



A párolgás sebessége függ a felület nagyságától és a hőmérséklettől. A folyadékok minden hőmérsékleten párolognak.



Tapasztalatból is tudjuk, hogy strandoláskor a vízből kijőve gyorsabban megszáradunk, ha napra állunk, mint ha árnyékba. És a nyári hőségben érdemes pokrócokat mosni, és lehetőség szerint a szabadban kiteregetve szárítani, mert ilyenkor igen nagy a párolgás mértéke.
Azt is megfigyelhetjük, hogy esős időben, amikor nagy a levegő páratartalma, lassan szárad a felmosott konyha, a vizes ruha. De ha szellőztetünk, van egy kis légmozgás, gyorsul a párolgás. Ekkor a párolgó felület környezetéből a rendkívül páradús légréteget a légmozgás elviszi, és a helyébe szárazabb levegő kerül, amiben a párolgás gyorsabb.

A párolgás sebessége függ a környező levegő páratartalmától.

Érdekesség

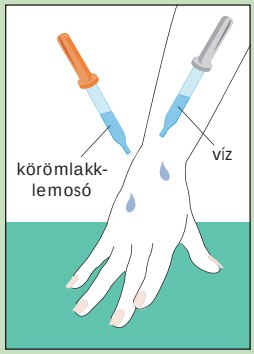
A só a tengervíz egyik alkotórésze. Abból könnyen kinyerhető, csak el kell párologtatni a vizet, melyben oldott formában van jelen. Ezt sólepárlásnak hívjuk. Az Isztriai-félsziget több ezer éves múltú és még a XX. század közepén is használt tengerisó-lepárló mezői a nemzeti és az európai kulturális örökség részét képezik.



1. kísérlet

Cseppents 1 csepp körömlakklemosót és 1 csepp vizet a kézfejedre! Figyeld meg, mit érzel, és mit látsz!

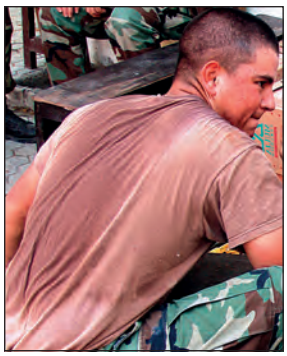
Tapasztalat:
A körömlakklemosó hamarabb elpárolgott, mint a víz, és közben hideg érzetet hagyott maga után.



Vannak anyagok, például a kölni, arcszesz, körömlakklemosó, benzin, egyes festékek oldószere, amelyeket nagyon jól záródó üvegben kell tárolni. A kísérletben használt kozmetikai szer is a víznél sokkal gyorsabban párolog, ezért ha nem figyelünk ezeknek az anyagoknak a tárolására, hipp-hopp elillannak.

A párolgás sebessége függ az anyagi minőségtől.

A körömlakklemosó párolgása közben tapasztalt hideg érzet oka, hogy a párolgáshoz a folyadéknak hőre van szüksége, amit a környezetétől fog elvonni. A szervezetünk hűtését így biztosítja az izzadás, melynek elpárolgásához főleg a testünk szolgáltatja az energiát, ez pedig lehűlést eredményez. Ezért fázunk hőségben a vízből kilépve.



A párolgó folyadék hűti a környezetét.

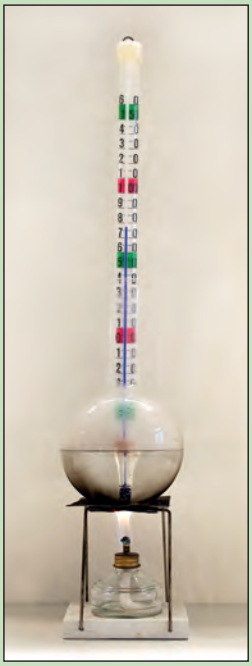
A forrás

Celsius-féle hőmérőn a víz forráspontja – amely 100 °C – az egyik alappont. Most figyeljük meg a forrás jelenségét!

2. kísérlet

Töltsünk meg egy lombikot félig meleg vízzel, tegyünk bele egy hőmérőt, és melegítsük forrásig borszeszégővel! Figyeljük meg, mi történik!

Tapasztalat:
A víz hőmérséklete folyamatosan növekszik.
A lombik szájánál jól láthatóan vízgőz jelenik meg.
A folyadék belsejében gőzbuborékok jelennek meg, amelyek felfelé igyekeznek.
A hőmérséklet elér egy olyan értéket, amelynél tovább nem nő, és a víz hevesen buborékol.



Azt a halmazállapot-változást, amelynek során a folyadék légneművé válik, és nemcsak a felszínén, hanem a belsejében is képződik gőz, forrásnak nevezzük. Ehhez hőenergiára van szükség, amelynek mennyiségét a **forráshő** mutatja meg. **Azt a hőmérsékletet, amin egy anyag forr** (ezt olvastuk le a hőmérőről), **forráspontnak hívjuk.** Normál körülmények között az egészen tiszta víz forráspontja: 100 °C.

Figyeljük meg néhány anyag forráspontját!

Az anyag neve	Forráspont (°C)	Forráshő $\left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}\right)$
Alkohol	78	906
Arany	2 970	1 759
Ezüst	2 210	2 177
Éter	35	377
Hidrogén	–253	461
Higany	357	285
Konyhasó	1 440	2 847
Levegő	–192	209
Oxigén	–183	213
Szén	4 830	50 244
Víz	100	2 260

Érdekesség

Vannak olyan szilárd anyagok, amelyeket ha melegítünk, a folyékony halmazállapot kihagyásával, közvetlenül légneművé alakulnak. Ilyen anyag például a kámfor, a naftalin, a jód. A képen a jód gyönyörű lila gőze látszik. **Ezt a jelenséget szublimációnak nevezzük.**



Most már tudod, mire utal az a szólás: eltűnik, mint a kámfor.

3. kísérlet

Az injekciós fecskendőbe szívjál fel annyi csapvizet, hogy körülbelül $\frac{2}{3}$ részéig megtöltse! Ezután fogd be a fecskendő végét, a másik kezeddel pedig húzd kifelé a pumpáját! Mit látsz?
Tapasztalat: A csapból vett víz hevesen buborékol, belsejéből is buborékok szállnak a víz felszíne felé.



Bármilyen meglepő, a kísérletünkben olyan körülményeket teremtettünk, hogy a víz körülbelül 15–20 °C-on forr. Alacsonyabb nyomáson a víz forráspontja is alacsonyabb, magasabb nyomáson pedig nő a víz forráspontja. A táblázatban található forráspontértékek mindig normál légköri viszonyok között érvényesek, tengerszint magasságban.
A forráspont függ a nyomás értékétől.
Átlagos körülmények között a víz 100 °C-on forr, viszont vannak olyan ételek, amelyek nagyon nehezen és lassan puhulnak vagy főnek meg ezen a hőmérsékleten. A kuktafazékban 100 °C-nál magasabb hőmérsékleten forr a víz, így gyorsabban készül el az étel.

Érdekesség

A többször forralt, majd kihűtött víz egy nagyon tiszta edényben történő újabb melegítésénél előfordulhat az a jelenség, hogy a víz már eléri a forráspontot, de mégsem forr. Tovább emelkedik a hőmérséklete, a folyadék **túlhevítetté** válik. Ilyenkor egy pici „zavartól” robbanásszerűen forrásba jön, ami nagyon veszélyes lehet!





A lecsapódás

A párolgás és forrás közben a levegőbe vízgőz kerül. De ez a vízgőz megfelelő körülmények között újra folyékony vízzé alakulhat.

4. kísérlet

Lehelj rá egy ablaküvegre, és nézd meg, mi történik!
Tapasztalat:
Az ablaküveg bepárásodott.



A kísérletben az üveglap azért lett párás, mert a leheletben, amely légnemű halmazállapotú, vízgőz is található. A vízgőz a nála hűvösebb üveglapra lecsapódik apró, folyékony cseppecskék formájában. Ezt láthatjuk, amikor a buszok, vonatok ablakai a téli hónapokban bepárásodnak, vagy amikor főzés közben a fedő belülről vizes lesz.
Azt a halmazállapot-változást, amelynek során egy légnemű anyag folyékony halmazállapotúvá válik, lecsapódásnak nevezzük.
Lecsapódás közben a légnemű anyag energiája csökken, a környezeté nő. Ez ellentéte a párolgásnak és a forrásnak, amely közben nő a forrásban levő anyag energiája.

Ha a levegőből a vízgőz lecsapódik a földfelszín közelében egy fűszálra, falevélre, harmat, ha meg is fagy, dér keletkezik, ha pedig kicsapódik, és a levegőben marad, ködről beszélünk. Nem véletlen, hogy ezt többnyire hűvösebb őszi, tavaszi reggeleken tapasztaljuk. Amint melegedik az idő, eltűnik, újra légneművé válik.
Ha magasabb légrétegekben történik ez a kicsapódás, felhő jön létre.







Érdekesség



A dél-afrikai Namib-sivatagban a köd jelenti az életfontosságú vizet a gyászbogár számára. Ködös hajnalon a homokdűnék tetején állnak sorban a gyászbogarak: a ködből a gyászbogár lábára és csápjára vízcseppek csapódnak le. Amikor a bogár felemeli a lábát és a csápját, a csepp a szája felé csorog.



Összefoglalás

Azt a halmazállapot-változást, amelynek során egy folyadék légnemű anyaggá válik, párolgásnak nevezzük. A párolgás minden hőmérsékleten a folyadék felszínén történik. A párolgó folyadék hűti a környezetét.
A párolgás sebessége függ:

- az anyagi minőségtől,
- a levegő páratartalmától,
- a párolgó felület nagyságától.

Azt a halmazállapot-változást, amelynek során a folyadék légneművé válik, és nemcsak a felszínen, hanem a belsejében is képződik gőz, forrásnak nevezzük. Azt a hőmérsékletet, amelyen a folyadék forr, forráspontnak hívjuk. A forrás közben az anyag hőt vesz fel.
A forráspont függ a nyomás értékétől.
Azt a halmazállapot-változást, amelynek során egy légnemű anyag folyékony halmazállapotúvá válik, lecsapódásnak nevezzük. Ez a jelenség nem köthető egy hőmérsékletértékhez.
Lecsapódás közben az anyag energiája csökken, a környezeté nő.

Kérdések, feladatok



1. Miért elviselhetőbb a hőség, ha bekapcsoljuk a szobában a ventilátort?
2. Miért nem jó, ha véletlenül benne felejted a tornazsákban a vizes törülközőt, izzadt tornaruhát?
3. A kutyák lihegnek, ha nagyon melegük van. Magyarázd el, hogyan hűti így magát a kutya!
4. Miért szoktak páraelszívót szerelni a tűzhely fölé?
5. Járj utána, miből áll a sugárhajtású repülőgépek mögött látható kondenzcsík, és miért tűnik el egy idő múlva!



4. TERMIKUS KÖLCSÖNHATÁS

Ha az utcán 5 °C a hőmérséklet, a lakásban pedig 15 °C, és kinyitjuk az ablakot, senkinek nem jut eszébe, hogy a kinti és a benti hőmérsékletet összeadjuk, hanem pontosan tudjuk, hogy a lakás előbb-utóbb le fog hűlni az utcai hőmérsékletre. Ez annyira természetes, olyan sokszor tapasztaltuk már, hogy ilyen esetben mi fog történni, hogy nem is gondolkodunk el ezen a fizikai jelenségen.

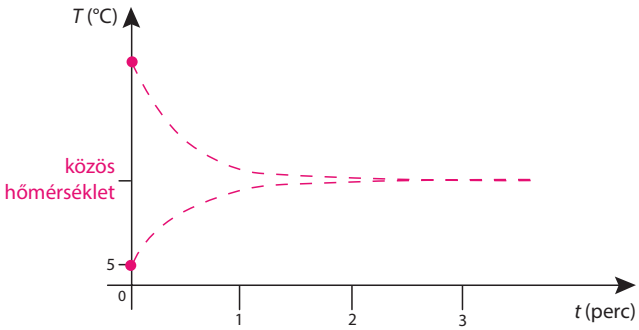
1. kísérlet



Tegyél egy nagy méretű főzőpohárba hideg vizet, majd állíts bele egy kisebb főzőpoharat, amelyben forró víz van! Tegyél mind a kettőbe 1-1 hőmérőt! Olvasd le mind a két hőmérőt félpercenként, méréseidet rögzítsd a munkafüzetedben található táblázatba! Figyeld meg, hogyan változott a főzőpoharakban a víz hőmérséklete!

Tapasztalat:
A hideg víz hőmérséklete egy ideig növekedett, a meleg víz hőmérséklete egy ideig csökkent. Egészen addig tartott a hőmérséklet-változás, ameddig azonos nem lett a hőmérséklet a két főzőpohárban.

A hideg víz azáltal melegedett, hogy egy nála melegebb testtel érintkezett. A meleg vizet pedig egy vele érintkező, nála hidegebb test hűtötte le, vagyis kölcsönösen hatottak egymásra. Ezt a fizikai jelenséget **termikus kölcsönhatás**nak nevezzük. A termikus kölcsönhatás feltétele, hogy a testek hőmérséklete különböző legyen. **A kölcsönhatás addig tart, amíg a két test hőmérséklete egyenlővé nem válik.** A termikus kölcsönhatás során a melegebb test hűlni fog, ettől az energiája csökken. Ezt a leadott energiát veszi fel a hidegebb test, amely tehát melegedni kezd, és az energiája növekszik. Amennyivel csökken az egyik test energiája, annyival fog növekedni a másiké.



Ha a kísérletben leolvasott értékeket koordináta-rendszerben ábrázoljuk, akkor a képen látható grafikonhoz hasonlót kapunk. A grafikon jól szemlélteti, hogy a kialakult közös hőmérséklet a kiindulási hőmérsékletek között van.

Érdekesség

Egy lakás fűtése is termikus kölcsönhatás útján történik. A meleg levegő hőáramlás útján eljut a helyiség minden pontjára, mégsem mindegy, hogy mekkora radiátort szerelnek fel az építők. Tudni kell, mekkora annak a helyiségnek a hőigénye. Tudni kell azt is, mennyire jól szigetelnek az ablakok, mennyire hőszigetelő a fal. Ezenkívül az sem mindegy, hogy fürdőszobát vagy előszobát kívánunk fűteni.



Mitől függ a termikus kölcsönhatáskor kialakuló közös hőmérséklet nagysága?

2. kísérlet

Tegyél egy kisebb főzőpohárba ismét forró vizet! Mérd meg a hőmérsékletét! Tegyél a tálcádra egy másik hőmérőt is, ami a levegőnek a hőmérsékletét fogja mérni! Olvasd le mind a két hőmérőt 5 perc múlva!

Tapasztalat: A víz hőmérséklete csökkent, a levegő hőmérséklete nem változott.

A kísérletben a víz és a levegő volt a két különböző hőmérsékletű érintkező test, amelyek között a termikus kölcsönhatás létrejött, mégis csak a víznek változott a hőmérséklete, a levegő hőmérsékletén nem észlelünk változást. Ennek az az oka, hogy a kísérletben a forró víz mennyisége a levegő mennyiségéhez képest

elhanyagolhatóan kevés volt. Természetesen a forró víz energiát adott le, amit a nála hidegebb levegő felvett, de ez az energiamennyiség nagyon kevés volt ahhoz, hogy érzékelhető, általunk mérhető hőmérséklet-változást okozzon a terem levegőjében.

A termikus kölcsönhatáskor kialakuló közös hőmérséklet nagysága függ

- **a kiindulási hőmérsékletektől,**
- **a testek tömegének egymáshoz viszonyított nagyságától.**

Mi, emberek is, folyamatos termikus kölcsönhatásban vagyunk a velünk érintkező levegővel.

Mégsem hűlünk le, hanem viszonylag állandó hőmérsékletünk van, ugyanúgy, ahogy a meleg vérű állatoknak. Vajon vannak kivételek a fizika törvényei alól? Nincsenek kivételek!

Az elfogyasztott táplálékból nyert energia jelentős része testünk hőmérsékletének fenntartásához szükséges. A változó testhőmérsékletű állatok nem esznek olyan sűrűn, sem ugyanannyit, mint a hasonló méretű, állandó testhőmérsékletű emlősök vagy madarak. A hüllők testhőmérséklete, többé-kevésbé, a környezet hőmérsékletétől függ: árnyékban lehűlnek, a napsütés hatására pedig felmelegszenek. A hüllők kihasználják a hősugárzás útján a Földre érkező energiát. A hősugarak felmelegítik a köveket, a homokot, amin aztán sütkérezhetnek a kígyók.

Járj utána!

Járj utána, milyen sűrűn esznek a kígyók!



Érdekesség



Amikor szendvicssütővel készítesz uzsonnát magadnak, két fontos fizikai jelenséggel is találkozhatsz. A sütőfelület érintkezik a szendviccsel, amelynek hővezetés útján energiát ad át, ami ettől átmelegszik. Vagyis közben egy termikus kölcsönhatás is létrejön.

Érdekesség



Az Osztrák-Sziléziából származó Vincenz *Priessnitz* (ejtsd: priznic, 1799–1851) egyszerű földműves volt, aki megfigyelte a hűtés gyógyító hatását. Egy nagyobb balesetben megsérült bordáit borogatta eredményesen. Előbb a környékbeli gazdák hozták el hozzá állataikat kezelésre, majd egyre több beteg ember kérte a segítségét. A hűtőborogatásnak akkora sikere lett, hogy a császári tanács a Priessnitz-féle módszert 1838-ban hivatalosan elismerte.

A fajhő

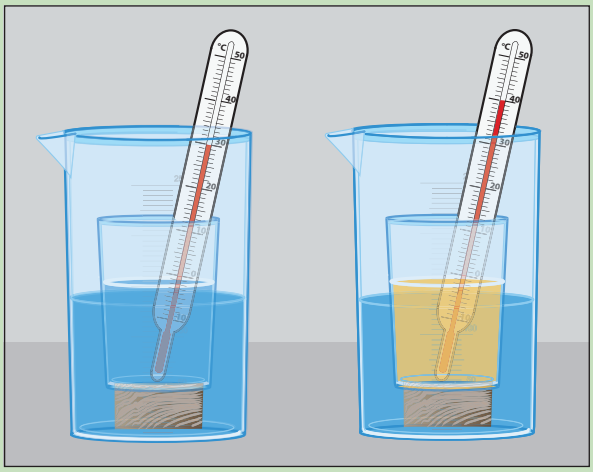
3. kísérlet

Töltsünk azonos mennyiségű, ugyanolyan hőmérsékletű forró vizet egy-egy nagyobb főzőpohárba! Állítsunk az egyikbe étolajat tartalmazó főzőpoharat, a másikba vizet tartalmazó főzőpoharat! A víz és az étolaj ugyanolyan tömegű és szobahőmérsékletű legyen!

Figyeljük meg a hőmérséklet-változásukat 3 perc múlva!

Tapasztalat:

A víz és az étolaj különböző mértékben melegedett fel.



Az anyag egyik jellemzője, hogy ha 1 kg-ot veszünk belőle, mennyi energia kell ahhoz, hogy 1 °C-kal emelkedjen a hőmérséklete. Ezt a mennyiséget **fajhő**nek nevezzük.

Anyag	Fajhő $\left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg °C}}\right)$	Anyag	Fajhő $\left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg °C}}\right)$
Ablaküveg	0,8	Alkohol	2,4
Alumínium	0,9	Arany	0,1
Benzin	2,1	Beton	0,9
Cement	0,8	Cukor	1,2
Ezüst	0,2	Éter	2,3
Étolaj	1,5	Higany	0,14
Jég	2,1	Homok	1,0
Konyhasó	0,9	Levegő	1,0
Ólom	0,1	Petróleum	2,0
Porcelán	0,8	Réz	0,4
Szén	0,7	Tégla	0,9
Vas	0,4	Víz	4,2

A táblázatban látható, hogy a víznek nagyobb a fajhője, mint az étolajnak. Ebből az következik, hogy ugyanannyi energia ugyanakkora tömegű étolajnak nagyobb mértékben képes növelni a hőmérsékletét, ahogy azt a kísérletben tapasztaltuk.
A víz fajhője a levegő és a homok fajhőjénél is jóval magasabb, aminek éghajlatot befolyásoló hatása is van. Szigeteken, tengerparti területeken nyáron a levegőt hűti a levegőnél hidegebb tengervíz, télen viszont fűti, ha a levegőnél magasabb a hőmérséklete.
A termikus kölcsönhatáskor kialakuló közös hőmérséklet nagysága függ a testek anyagi minőségétől is.

Összefoglalás

Termikus kölcsönhatás jön létre, ha két különböző hőmérsékletű test érintkezik egymással.
Termikus kölcsönhatáskor energiaátadás történik, és ez addig tart, amíg a két test hőmérséklete egyenlővé nem válik.
A termikus kölcsönhatás közben kialakuló közös hőmérséklet függ:
- a testek kiindulási hőmérsékletétől
- a két test tömegétől
- a két test anyagi minőségétől

Termikus kölcsönhatás jön létre hővezetés, hőáramlás és hősugárzás közben is. Hősugárzásnál azonban az energiaterjedés közvetítő közeg nélkül történik.

Kérdések, feladatok

1. Az életünk során számtalanszor találkozunk a termikus kölcsönhatás jelenségével, csak nem gondolunk rá. Gyűjts 5 példát arra, hogy egy napod során milyen termikus kölcsönhatásokat tapasztalsz!
2. Ha az utcán 5 °C a hőmérséklet, a lakásban pedig 15 °C, és kinyitjuk az ablakot, hány °C lesz a szobában 5 perc múlva, majd 1 óra múlva?
3. Miért nem szabad a hűtőszekrény ajtaját percekre nyitva hagyni?
4. A gyors lázcsillapítás egyik módja a priznicelés, vagy másképpen hűtőborogatás. Ilyenkor az egész testfelületet állott vizes törölközővel vagy lepedővel körbe kell tekerni, majd ha ez átmelegedett, cserélni, és egészen addig ismételni, míg a láz 39 °C alá nem süllyed. Magyarázd el, miért hatékony módja ez a lázcsillapításnak!

5. A NYOMÁS



Tűsarkú cipőben fűben vagy apró kavicsos úton járni nem is olyan egyszerű, mert a cipő sarka könnyen belenyomódik a talajba. Lelemények tervezők sarokvédőt ajánlanak, amely megakadályozza a sarok süllyedését, és egy hosszú ruha eltakarhatja.

1. kísérlet



Helyezzünk lisztre vagy homokra egy alumíniumhasábot úgy, hogy három különböző lapjára állítjuk! Figyeljük meg, melyik esetben hagyja a legmélyebb nyomot!

Tapasztalat:
Azonos súly, vagyis azonos nyomóerő esetén a kisebb alapterületű mélyebb nyomot hagy.



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!

Tapasztalat: A rézhengernek a legmélyebb a nyoma, mert a rézhenger a legnehezebb a három test közül.



A kísérletünk igazolja a tervezőket. Ugyanakkora nyomóerő minél nagyobb felületre hat, annál kisebb lesz a nyomás, amely egy laza szerkezetű talajban sekélyebb nyomot hagy.
A tapasztalat szerint ugyanakkora nyomóerő esetén a nyomás fordítottan arányos a nyomott felülettel. Téli túrázáshoz ezért ajánlatos a hótalp, mert a cipőtalpnál kétszer, háromszor nagyobb felülete miatt a mély hóra csak fele- vagy harmadakkora nyomás hat, ami megkönnyíti a túrázást.

A nyomás egyenes arányosságban van a nyomóerő nagyságával, ha a nyomott felület ugyanakkora. Ez az oka annak, hogy az ugrálóvár biztonságos használata érdekében meghatározzák az ugráló gyerekek maximális tömegét, vagyis a maximális nyomóerő nagyságát.



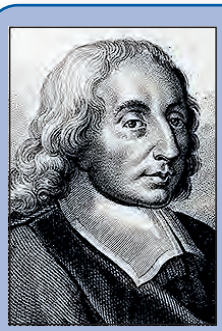
A megismert összefüggések alapján:

Ha a nyomóerő nagyságát elosztjuk a nyomott felület nagyságával, fontos fizikai mennyiséget kapunk, amelyet nyomásnak nevezünk.
A nyomás jele: p.
Számítása:

nyomás = $\frac{\text{nyomóerő}}{\text{nyomott felület}}$, képlettel felírva: $p = \frac{F}{A}$.

A nyomás mértékegysége: $\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ = Pa (pascal).

Az 1 Pa nyomás azt jelenti, hogy 1 m^2-re 1 N erő hat. Ekkora nyomást kapunk, ha 10 dkg homokot elterítünk 1 m^2-en. Ez egy kicsi egység, ezért használatos még:
1 kPa = 1000 Pa
1 MPa = 1000 kPa = 1000000 Pa.



Blaise *Pascal* (ejtsd: blez paszkál, 1623–1662) francia matematikus, fizikus és vallásfilozófus. A fizikában a folyadékokkal foglalkozott, a matematikában kidolgozta a valószínűség elméletét, mechanikus számológépet szerkesztett. Irodalmi munkássága is jelentős volt.
Tanulmányozta a folyadékokat, tisztázta a vákuum és a nyomás fogalmait. A nyomás mértékegysége az ő munkásságának tiszteletére lett pascal.

Hogyan változtathatjuk meg a nyomás nagyságát?

A mindennapi életben használt eszközöknél néha igyekszünk csökkenteni a nyomást, máskor éppen az a cél, hogy növeljük.





Hogyan érhetünk el kisebb nyomást?

1. Az érintkező felület növelésével.
   Az iskolai hátizsákoknak azért széles a vállpántja, hogy minél kevésbé nyomja a diákok vállát. Szereléskor, asztalhoz erősíthető lámpa rögzítésekor a csavarokat alátéttel együtt kell csavarni, nehogy az anyagba süllyedjen a csavar feje. A puha, laza szerkezetű, esetleg sáros talajon való közlekedéskor a terepjárók, lánctalpas járművek nagy kerékfelületük miatt nem süllyednek bele a talajba.
2. A nyomóerő csökkentésével.
   Ezért szoktak kiszállni a sárba ragadt autóból, mert így könnyebb a járművet kiszabadítani.



Hogyan érhetünk el nagyobb nyomást?

1. Az érintkező felület csökkentésével.
   A tű, a rajzszeg, a növények mellé tett karó azért hegyes, a kést, az ollót pedig azért fenik, élesítik, hogy akár kisebb nyomóerővel, mégis nagy nyomást elérve tudjuk használni őket.
2. A nyomóerő növelésével.
   Tudjuk, hogy ha valamit préselni szeretnénk, nagyobb erővel eredményesebbek lehetünk. Ezért is használnak a gyümölcslé kinyerésére, tabletták gyártásához prést. A hulladék begyűjtésekor is nagy erővel tömörítik a szemetet a helykihasználás érdekében.



Példák

1. Egy 50 kg tömegű gyermek két cipőtalpának együttes területe 500 cm². Mekkora nyomással nehezedik a gyermek a padlóra?

Megoldás:

$m = 50\ \text{kg} \rightarrow F_{\text{nyomóerő}} = 500\ \text{N}$

$A = 500\ \text{cm}^2 = 0{,}05\ \text{m}^2$

$$p = \frac{F}{A} = \frac{500\ \text{N}}{0{,}05\ \text{m}^2} = 10\,000\ \text{Pa} = 10\ \text{kPa}$$

A gyermek nyomása a padlóra 10 kPa.

2. Egy létra lábainak alapterülete 2 dm², álló helyzetben 3000 Pa nyomást fejtenek ki a talajra. Mekkora a létra tömege?

Megoldás:

$p = 3000\ \text{Pa}$

$A = 2\ \text{dm}^2 = 0{,}02\ \text{m}^2$

$$p = \frac{F}{A} \rightarrow F = p \cdot A = 3000\ \text{Pa} \cdot 0{,}02\ \text{m}^2 = 60\ \text{N}$$

A létra által kifejtett nyomóerő, vagyis a létra tömege 6 kg.

3. Mekkora az alapterülete az asztal négy lábának, ha az asztal tömege 15 kg, és 15 kPa nyomást fejt ki a talajra?

Megoldás:

$m = 15\ \text{kg} \rightarrow F = 150\ \text{N}$

$p = 15\ \text{kPa} = 15\,000\ \text{Pa}$

$$p = \frac{F}{A} \rightarrow A = \frac{F}{p} = \frac{150\ \text{N}}{15\,000\ \text{Pa}} = 0{,}01\ \text{m}^2$$

Tehát az asztal lábainak alapterülete 0,01 m².





Érdekesség

Az állatvilágban sok példát láthatunk különböző nyomást befolyásoló testrészek kialakulására. Ilyen éles eszköz például a ragadozó vándorsólyom csőre, a tigris karma, a sün tüskéi vagy a darázs fullánkja is. Használatuk közben a kicsi felületen ható erő nagy nyomást eredményez.
A nyomás csökkentésére példa a gém, a lúd, a réce lábujjai között lévő hártya, amely a nyomott felület megnövekedését eredményezi.



Összefoglalás

Nyomásnak nevezzük a nyomóerőnek és a nyomott felületnek a hányadosát ($p = \frac{F}{A}$).

A nyomás mértékegysége: $\frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \text{Pa}$.

A nyomás növelhető:
- a nyomóerő növelésével,
- a nyomott felület csökkentésével.

A nyomás csökkenthető:
- a nyomóerő csökkentésével,
- a nyomott felület növelésével.

Kérdések, feladatok

1. A fakírok egyik kedvenc mutatványa, amikor ráfekszenek a szöges ágyra. Mit gondolsz, miért nem szúrja meg a fakír testét a sok szög?
2. A tortákat a cukrászdában egy vékony húrral szokták felszeletelni. Mit gondolsz, miért nem késsel vágják?
3. A teve a laza szerkezetű, süppedős homokban jár. Magyarázd el, hogy a teve patájának az alakja hogyan segíti homokban való járást!
4. Keress a mindennapi életből minél több példát arra, amikor a nyomás növelése a célunk! Hogyan érjük el?
5. Keress a mindennapi életből minél több példát arra, amikor a nyomás csökkentése a célunk! Hogyan érjük el?



6. A HIDROSZTATIKAI NYOMÁS



Aki búvárkodott már, úszás közben tapasztalhatta, hogy a víz alatt könnyen bedugulhat a füle. Ezt a víz nyomása okozza. Éppen ezért az olyan hatalmas akváriumok átlátszó falát, amelyekben fókák, jegesmedvék, cápák víz alatti életét, mozgását lehet megfigyelni, nagyon vastag (6–16 cm), többrétegű üvegből készítik.



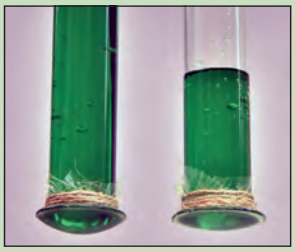
Tudjuk a folyadékokról, hogy tömeggel, térfogattal rendelkeznek, és a tároló edény alakját veszik fel. A nyugalomban lévő folyadékoknak ezért súlya is van, amely az edény aljára hat, tehát a szilárd testekhez hasonlóan a folyadékoknak is van nyomása.

A folyadék súlyából származó nyomást hidrosztatikai nyomásnak hívjuk.
A *hidro* görög eredetű szó, előtagként szóösszetételben víz, vízi, vízzel kapcsolatos a jelentése, például: hidroplán (vízről fel- és arra leszálló repülőgép), hidroglóbusz (víztorony).
A *statika* görög–latin eredetű kifejezés, a jelentése: nyugalmi állapot vagy egyensúly.

Mitől függ a folyadékok nyomása?

1. kísérlet

Erősítsünk egy 3–4 cm átmérőjű üvegcső egyik végére gumihártyát! Töltsünk a csőbe megfestett vizet! Figyeljük meg, hogyan változik a gumihártya alakja, miközben töltjük a hengerbe a színes vizet!

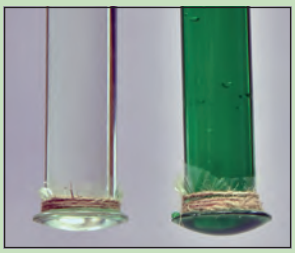


Tapasztalat:
Ahogy emelkedik a víz szintje a hengerben, úgy domborodik ki egyre inkább a gumihártya az alján.

Magasabb folyadékoszlopnak nagyobb a súlya, amitől a gumihártya jobban meg fog nyúlni.
A folyadék nyomása függ a folyadékoszlop magasságától *(h)*.

2. kísérlet

Öntsünk két egyforma, alul gumihártyával lezárt cső egyikébe megfestett vizet, a másikba ugyanolyan magasságig denaturált szeszt! Hasonlítsuk össze a gumihártyák megnyúlását!



Tapasztalat:
A vizet tartalmazó henger alján jobban kidomborodott a gumihártya, mint a denaturált szeszt tartalmazó hengeren.

Ennek oka az, hogy a víz sűrűsége nagyobb, mint a denaturált szesz sűrűsége, tehát ugyanolyan magasságú vízoszlopnak a súlya is nagyobb, ezért jobban nyomja a gumihártyát, mint az ugyanolyan magasságú denaturált-szesz-oszlop.
A folyadék nyomása függ a folyadék sűrűségétől *(ρ)*.

Hidrosztatikai nyomás számítása

A folyadékoknak a nyomását a szilárd testek nyomásához hasonlóan meg tudjuk határozni. Erre gátak, víztározók, akváriumok építésénél nagy szükség van.

Példa

A Fővárosi Állat- és Növénykertben a fókák egy 2,2 m mély és 200 m^2 alapterületű medencében úszkálhatnak. Mekkora a hidrosztatikai nyomás a medence alján?

Megoldás:

A medence térfogata: $V = A \cdot h$

A víz tömege: $m = \rho \cdot V = \rho \cdot A \cdot h$

A víz súlyából származó nyomóerő: $F = m \cdot g = \rho \cdot A \cdot h \cdot g$

A víz nyomása: $p = \frac{F}{A} = \frac{\rho \cdot A \cdot h \cdot g}{A} = \rho \cdot h \cdot g =$

$= 1000 \frac{kg}{m^3} \cdot 2{,}2\ m \cdot 10 \frac{m}{s^2} = 22000\ Pa = 22\ kPa$





Ebből a levezetésből megállapíthatjuk, hogy a hidrosztatikai nyomás kizárólag a folyadékoszlop magasságától és a folyadék sűrűségétől függ, és nem függ a folyadéktároló alapterületétől.

A hidrosztatikai nyomás számítása: $p = \rho \cdot h \cdot g$

A hidrosztatikai nyomás miatt már néhány méter mélyen a víz alatt az emberi szervezet nagy megpróbáltatásnak van kitéve. Éppen ezért a búvárkodásnak rendkívül komoly szabályai vannak, amelyek a búvár életét védik.

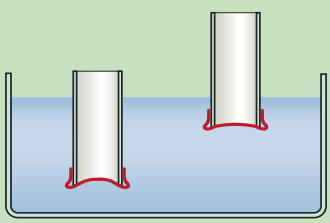
A hidrosztatikai nyomás mérése

3. kísérlet

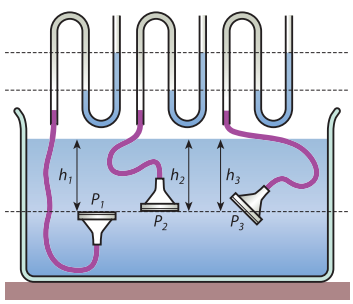
Nyomjunk lassan víz alá az alján gumihártyával lezárt csövet, és nézzük meg, mi történik!

Tapasztalat:

Azt látjuk, hogy minél mélyebbre merül a cső, annál homorúbb lesz az alját fedő gumi. Ez arra utal, hogy a víz nyomása felfelé is hat.



Víz alatt a gumihártya domborulatának változása lehetővé teszi, hogy a folyadék nyomásának változását vizsgálhassuk vele úgy, hogy összekötjük egy U alakú csővel. Ebbe az U alakú csőbe megfestett folyadékot töltünk. A folyadékszintek változása jelzi a hidrosztatikai nyomás változását. Ha egy ilyen eszközzel azonos mélységben, több irányból „megmérjük" a nyomást, azt tapasztaljuk, hogy a folyadékszintek az U alakú cső mindkét ágában minden esetben ugyanott állnak.





A folyadék belsejében a hidrosztatikai nyomás azonos mélységben mindegyik irányban ugyanakkora.

A folyadékok nyomását mérőműszerrel is mérhetjük, az erre szolgáló eszköz neve: **manométer.**

A gyakorlatban a mérőműszereken többnyire nem az SI mértékegység (Pa) található, hanem a bar.

1 bar = 100000 Pa = 100 kPa.



A minden irányba ható hidrosztatikai nyomás ad magyarázatot a folyópartok, víztározók, védőgátak ferde építésére, az árvízvédelmi zsákok elrendezésére, amelyeket oldalról láthatóan megtámasztanak.



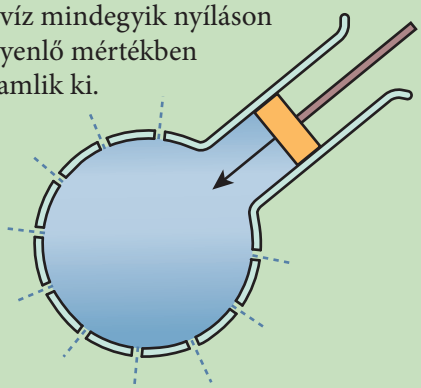
A folyadékok nyomása zárt térben

A folyadékoknak nem csak a súlyuk miatt lehet nyomása.

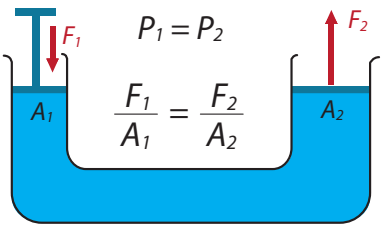
4. kísérlet

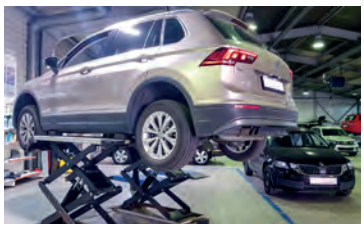
Töltsük meg a vízibuzogányt teljesen vízzel, majd a dugattyúját toljuk befelé! Nézzük meg, hogyan folyik ki a víz a lyukakon!

Tapasztalat:
A víz mindegyik nyíláson egyenlő mértékben áramlik ki.



Kísérletünkben a folyadék közvetítette azt a nyomást, amit mi a dugattyúra fejtettünk ki. Ráadásul ez minden irányba és ugyanolyan mértékben történt. Eszerint egy zárt térben levő folyadékkal kiválóan lehet a külső nyomást továbbítani. **Zárt térben lévő folyadékban a külső nyomás minden irányban ugyanakkora. Ez Pascal törvénye.**





Ennek a fizikai törvénynek a gyakorlati haszna a hidraulikus emelő, amelynek a lényege: kis keresztmetszetre kifejtett kis erővel lehet nagy keresztmetszeten nagy erőt létrehozni. Így működik a konténerszállító emelője, a teherautó billentője, az emelőkocsi és a szervizekben az autóemelő is.

Összefoglalás

A folyadék súlyából származó nyomást hidrosztatikai nyomásnak hívjuk.
A hidrosztatikai nyomás annál nagyobb:
- minél nagyobb a folyadékoszlop magassága
- minél nagyobb a folyadék sűrűsége

A hidrosztatikai nyomás számítása: $p = \rho \cdot h \cdot g$
A folyadékok nyomását manométerrel mérhetjük. A folyadékban azonos mélységben a hidrosztatikai nyomás minden irányban ugyanakkora. Zárt térben lévő folyadékban a külső nyomás minden irányban ugyanakkora.

Kérdések, feladatok



1. A gumihártyás kísérleti eszközünket belemerítjük 5 cm mélyen egy vízzel teli, nagy lavórba, majd 5 cm mélyen egy vízzel telt, karcsú vázába. Hol lesz nagyobb a nyomás?
2. 1960-ban Jacques Piccard és Don Walsh a *Trieste* nevű tengerjárójukkal, amelynek oldalfalai 12 cm-es vastagságú acélból készültek, lemerültek a Mariana-árok aljára, 11 521 méter mélyre. Miért kellett ilyen nagyon vastag falú búvárkabint készíteni? Keresd meg a térképen, hol található a Mariana-árok! Járj utána, hogy ebben a mélységben találtak-e bármilyen élőlényt!
3. A Föld körül keringő űrállomásokon számtalan érdekes fizikai kísérletet is elvégeznek, hogy összehasonlítsák az eredményeket a Földön tapasztaltakkal. Mit gondolsz, milyen eredményre jutnának, ha az órán látott hidrosztatikai kísérleteket is elvégeznék az űrállomáson?

7. A LÉGNYOMÁS

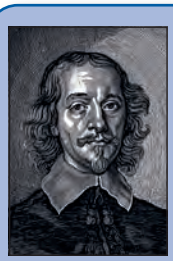
A levegő nem látható és nem tapintható, így alig hiszszük el, hogy a fejünk felett lévő körülbelül 40 km magas levegőoszlopnak milyen irdatlan súlya van. Ha súlya van, akkor nyomása is van.
A levegő súlyából származó nyomást légnyomásnak hívjuk.



A levegő a szilárd testekhez hasonlóan nyomja az alatta levő felületet. Ugyanakkor a XVII. században Guericke híres kísérletével bizonyította, hogy a légnyomás nemcsak felülről, hanem minden oldalról hat, és képes úgy összeszorítani két félgömböt – amelyekből összeillesztéskor kiszivattyúzta a levegőt –, hogy több pár ló sem tudta széthúzni őket.



A légnyomás minden irányba hat. A tapadókorongos akasztót, szappantartót, az autó szélvédőjéhez rögzíthető tapadókorongos mobiltartót is a légnyomás szorítja a felülethez. Arra azonban ügyelni kell, hogy a felület sima és tiszta legyen, ne szivároghasson a tapadókorong alá a levegő.



Az állítást, hogy a levegőnek nyomása van, Otto von *Guericke* (ejtsd: gerike, 1602–1686), Magdeburg polgármestere, aki egyúttal fizikus is volt, látványos kísérlettel bizonyította be 1654-ben, a regensburgi birodalmi gyűlésen.

A légnyomás mérése

A levegő nyomásának a meghatározásához ismernünk kellene azokat az adatokat, amelyekből kiszámoltuk a szilárd vagy folyékony anyagok nyomását. Ez az út azonban nem járható, mert a levegő sűrűsége nem állandó, a levegőoszlop magassága sem pontosan meghatározható, így sem a tömegét, sem a térfogatát nem tudjuk mérni. A légnyomás meghatározásához más utat kell választani.



1. kísérlet

Merítsünk egy poharat víz alá egy nagy üvegkádban, majd emeljük meg a poharat szájával lefelé tartva úgy, hogy a széle végig a víz alatt maradjon! Ismételjük meg a kísérletet egy kémcsővel, azután egy minél nagyobb mérőhengerrel!
Tapasztalat:
A víz nem folyt ki a pohárból, kémcsőből, mérőhengerből. Amilyen magasan kiemelkedtek ezek a vízből, ugyanolyan magasan állt a víz is bennük.



A kísérletben azért nem folyt ki a víz a pohárból, kémcsőből, mérőhengerből, mert a légnyomás, amely minden irányba hat, képes a vizet ebbe a magasságba felnyomni. Ezzel az eljárással már meg tudjuk határozni a légnyomás értékét. Egyedül azt kell megmérni, milyen magas vízoszloppal tart egyensúlyt a légnyomás. Ennek a vízoszlopnak a nyomása pontosan meg fog egyezni a levegő nyomásával.
A tapasztalat szerint 10 méter magas vízoszlopot kapnánk, így ez az eljárás sem olyan egyszerű.

Torricelli higannyal elvégzett kísérlete alapján tudjuk: **a levegő nyomása 76 cm magas higanyoszlop nyomásával egyezik meg.**

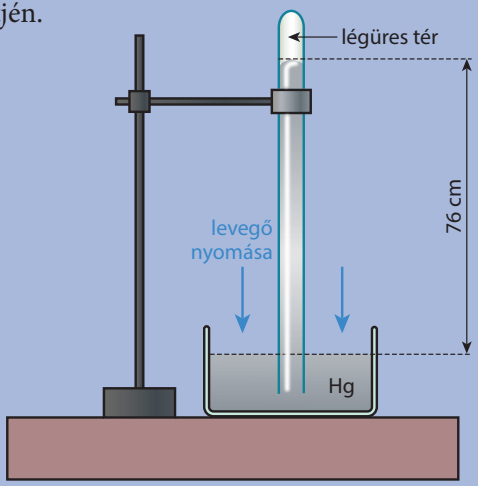
Értéke a tenger szintjén: 101323 Pa = 1013,23 hPa, közelítőleg 101,3 kPa. Sok helyen használnak más légnyomás-mértékegységet is, például atmoszféra (atm), bar, torr, higanymilliméter (mmHg).

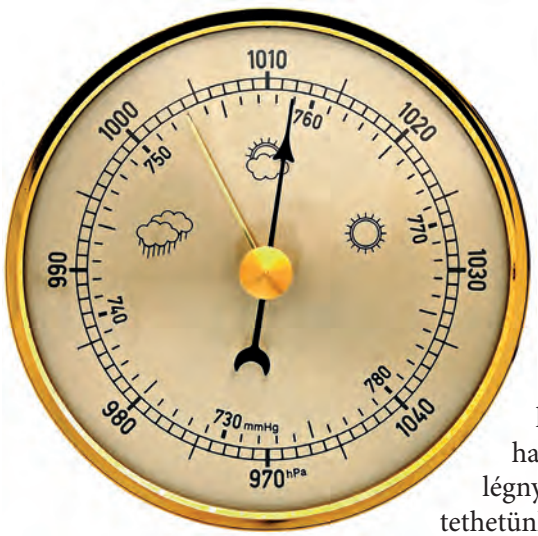
Érdekesség

Egy 13–14 éves gyermek testfelülete körülbelül 1,3 m^2. Ha a légnyomást az egyszerűség kedvéért 100 000 Panak vesszük, akkor ez azt jelenti, hogy egy gyermekre (100 000 · 1,3 = 130 000) 130 000 N erővel hat az őt körülvevő levegő.
Ez nagyjából 13 000 kg = 13 tonnának felel meg.
Miért nem érezzük ezt a nagy erőhatást?



A világon először Evangelista *Torricelli* (ejtsd: toricselli, 1608–1647) mérte meg a légnyomás értékét. Kísérlete során víz helyett higanyt használt. Egy 1 m hosszú, egyik végén zárt csővel végezte el a kísérletet. A higany 76 cm magasan állt meg a csőben, vagyis ilyen magasra képes felnyomni a légnyomás a higanyt a tenger szintjén.





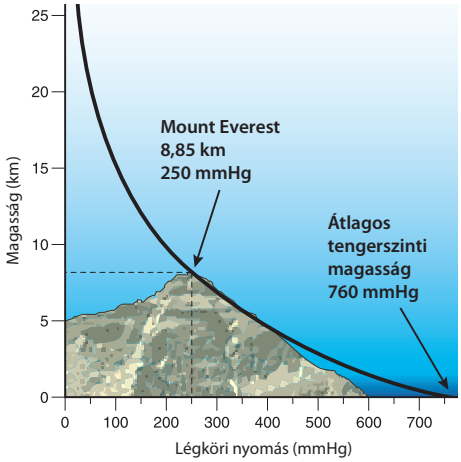
Manapság a képen látható eszközzel szoktunk légnyomást mérni.
A légnyomás mérésére szolgáló eszköz neve: barométer.
A barométerek egy részén kétféle mértékegységben is leolvasható a légnyomás értéke, időjárásra utaló rajzot is látunk, és két mutatót találunk. Az egyik mutató (fekete) mutatja a pillanatnyi légnyomás értékét, a mások mutató (aranyszínű) általunk mozgatható. Ez a mutató fedésbe hozható a másik mutatóval, így ha változik a légnyomás értéke, a fekete mutató elmozdulásának irányából következtethetünk a várható időjárásra.

Mitől függ a légnyomás?

Több magyar hegymászó is elérte a 8000 méter feletti magasságot. Beszámolóikból megtudhatjuk, hogy már 4000 métertől jelentkeznek a hegyi betegség tünetei: nehézlégzés, szívverés gyorsulása, hőségérzet, lüktetés a halántékon, látótér elsötétedése, szédülés, hányinger. Ezeket a légnyomás csökkenése okozza, mert a tüdőhólyagocskák nem tudnak megfelelő mennyiségű oxigént felvenni.

A tapasztalat szerint 5000 méter magasan a légnyomás fele a tengerszinten mért értéknek, 8000 méteren pedig csupán a harmada. Nagy magasságok meghódítása csak úgy lehetséges, ha a hegymászók szervezete több héten keresztül alkalmazkodik a hegyi viszonyokhoz.







Érdekesség

Ha párásabb a levegő, több víz van benne. Azt várnánk, hogy ettől megnő a sűrűsége, a súlya és a nyomása is. De nem ez történik. A magyarázat az, hogy a levegőben nem víz, hanem vízgőz van, ami kisebb sűrűségű a levegőnél, így az átlagsűrűség kisebb lesz, így csökken a légnyomás.



A légnyomás értéke függ a levegőoszlop magasságától. Minél nagyobb a tengerszint feletti magasság, annál kisebb a nyomás. Kint, a szabadban, eső előtt, előjönnek a hangyák, ilyenkor a fecskék is alacsonyabban röpködnek. A változó időjárás kihat a légnyomásra: minél párásabb a levegő, annal kisebb lesz a légnyomás, ez hat az emberekre és az állatokra is. **A légnyomás értéke függ a levegő páratartalmától.**

Érdekesség

Zárt tartályban levő levegőnek, gáznak is van nyomása. Ez nem a gáz súlyából származik, hanem a gázmolekuláknak az edény falával való ütközéseinek eredménye. Ez a nyomás a gáz hőmérsékletének növelésével nő, csökkentésével csökken. Ha adott mennyiségű gázt nagyon lassan összenyomunk, nyomása nő, ha kitágítunk, csökken.

Nyomáskülönbségen alapuló eszközeink

Nem is gondoljuk, milyen sokszor használunk a napi tevékenységeink során olyan eszközöket, tárgyakat, amelyek működése azon alapszik, hogy egy zárt térben levő gáznak – a légköri nyomáshoz képest – növeljük vagy csökkentjük a nyomását igényünk szerint.

2. kísérlet

Szívj fel egy csepp vizet az orrcseppentővel úgy, hogy a gumirészét összenyomod, majd ezután tedd a nyílását a vízbe. Mikor lassú elengedés után az orrcseppentő felszívta a vizet, cseppentsd ki egy óraüvegre!
Figyeld meg, mi történik, miközben cseppentesz, a pumpa megnyomásakor és elengedésekor!
Tapasztalat:
Amikor a cseppentőt megnyomjuk, a benne lévő levegőt összenyomjuk, ami kitol egy csepp vizet. Amikor pedig elengedjük a cseppentőt, a külső légnyomástól a csepp helyére levegő kerül.



A következő tárgyak működése a nyomáskülönbségen alapszik.


Üvegtábla-emelő


Kút


Matracpumpa


Szódásüveg

A következő tárgyak működése a nyomáskülönbségen alapszik.



Lefolyótisztító pumpa



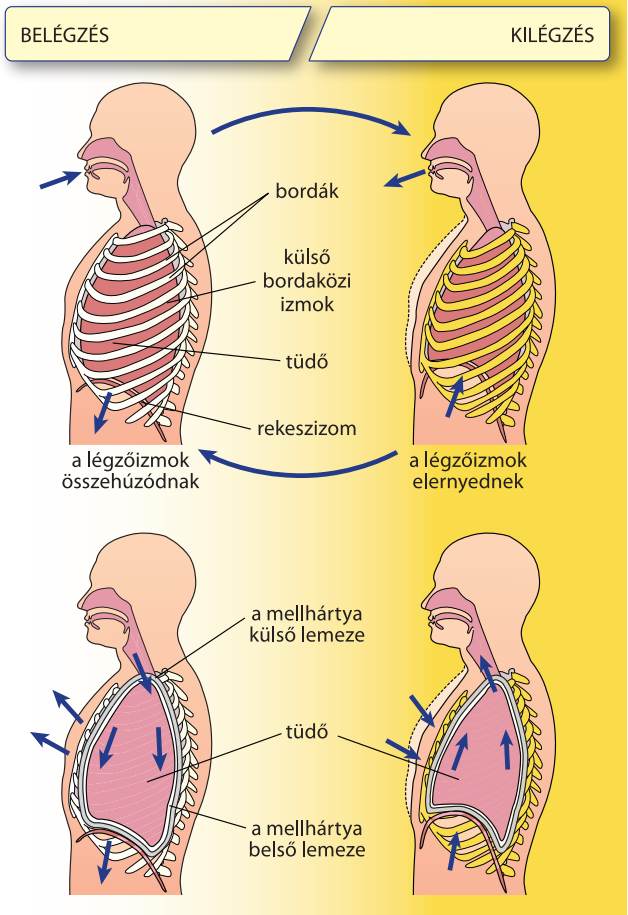
Illatszerszóró



Vízipisztoly

Érdekesség

Nyugalomban, percenként 16–20-szor te is hasznosítod a nyomáskülönbségből adódó fizikai törvényt. Belégzéskor a légzőizmok megnövelik a mellüreg térfogatát, emiatt a külső nyomásnál egy picit kisebb lesz a tüdőben a nyomás, ahová ettől friss levegő áramlik. Kilégzéskor a mellüreg összehúzódik, így az elhasznált levegő kipréselődik.



Összefoglalás

A levegő súlyából származó, minden irányba ható nyomást légnyomásnak hívjuk.

A légnyomás értéke függ:

- a levegőoszlop magasságától,
- a levegő páratartalmától.

A tengerszint környékén a levegő nyomása 101,3 kPa, amit barométerrel mérhetünk meg.

A nyomáskülönbség elvét több, mindennapi tárgyunk is hasznosítja, például a pumpa, a szódásszifon.

Kérdések, feladatok

1. Mit gondolsz, miért nem hagyja el a Földet, és oszlik el a világűrben a levegő?
2. Használható-e a tankönyvben látható barométer Európa legmagasabb pontján (Elbrusz, 5642 m) a légnyomás mérésére?
3. Keress a környezetedben olyan eszközöket, amelyek a nyomáskülönbség elvén működnek!
4. Lehet-e szellőztetni a repülőben az ablak kinyitásával?
5. Fontos, hogy a Torricelli-csövet feltétlenül függőlegesen tartsuk?

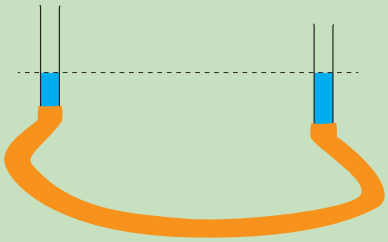


8. KÖZLEKEDŐEDÉNYEK, HAJSZÁLCSÖVESSÉG

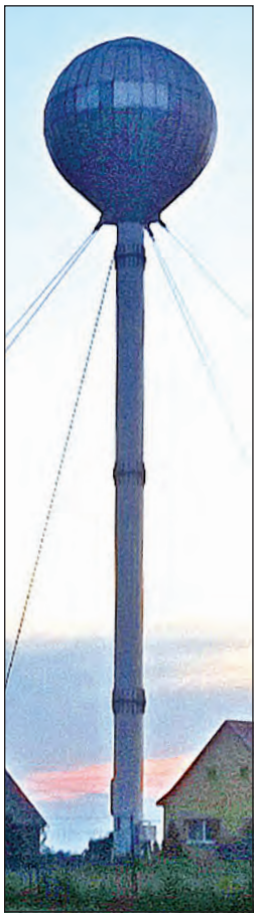


Nagyobb városokban a turisták gyakran fényképezik a régi víztornyokat, különleges kidolgozottságuk, egyedi szépségük miatt. Manapság a főként kisebb falvak szélén épült víztornyok formája nagyon egyszerű. Mindkét építménynek ugyanaz a szerepe: biztosítaniuk kell a település házainak vízellátását. De miért szükséges ehhez ilyen magas tornyot építeni?

1. kísérlet

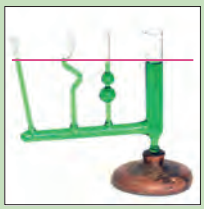


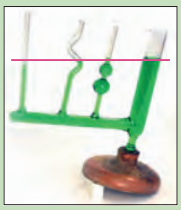
Egy 30–40 cm-es gumicső mindkét végére illesszünk 15–20 cm hosszú üvegcsövet. Az üvegcsöveket függőlegesen, azonos magasságban tartva töltsünk annyi megfestett vizet az egyik szárba, hogy a másik csőben is megjelenjen!
Emeljük fel néhány cm-rel hol az egyik, hol a másik üvegcsövet, ügyelve arra, hogy a víz ne folyjon ki egyik végén se! Figyeljük meg a folyadékszintek egymáshoz viszonyított helyzetét!
Tapasztalat: Hiába emeljük meg bármelyik ágat, a festett víz szintje akkor is azonos magasságban marad.



A felül nyitott edények vagy csövek rendszerét, amelynek ágai között a folyadék szabadon áramolhat, közlekedőedénynek nevezzük.

2. kísérlet

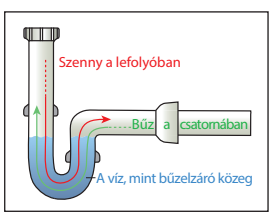




Öntsünk vizet különböző átmérőjű és alakú, több ágból álló, közlekedőedénybe! Döntsük meg lassan ide-oda, és nézzük meg, mi történik!
Tapasztalat:
Az alaktól és az üvegcső átmérőjétől függetlenül a folyadék felszíne minden ágban, a közlekedőedény legalsó pontjához képest ugyanolyan magasan van.

Ha bármelyik ágban a folyadékoszlop magassága nagyobb lenne a többinél, a nagyobb nyomás miatt egészen addig süllyedne a folyadék szintje, amíg minden ágban újra azonos nyomás lenne.
A közlekedőedény minden ágában a hidrosztatikai nyomás ugyanakkora. Ezért a nyugvó folyadék felszíne minden ágban ugyanabban a vízszintes síkban van.

A közlekedőedényekkel a mindennapokban is gyakran találkozunk. A legtöbb lakásban legalább annyi közlekedőedény van, ahány vízlefolyó. A vízlefolyó a csatornával van összekötve, ahonnan könnyen a lakótérbe juthatna a kellemetlen szag, ha egy közlekedőedény, amiben víz van, ezt meg nem gátolná. Közlekedőedény a teáskanna, öntözőkanna, tartályok folyadékszintjelzője és a slagvízmérték is.





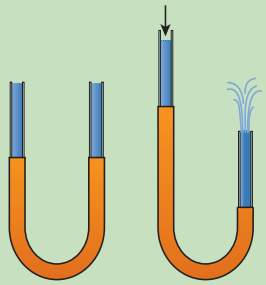


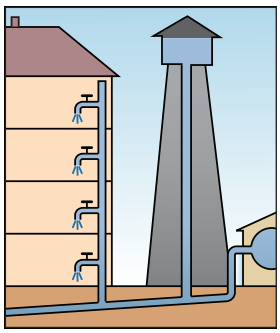




3. kísérlet

Egy gumicső két végébe illesszünk üvegcsövet. Tartsuk U alakban úgy, hogy mindkét szára azonos magasságban legyen, majd töltsük fel vízzel!
Ezután emeljük fel az egyik végét jóval magasabbra! Figyeljük meg, mi történik!
Tapasztalat:
A cső másik végéből a víz felfelé spriccelve folyik ki.





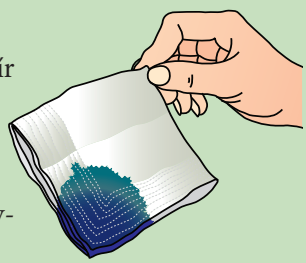
A felemelt ágban a vízoszlop magassága és ezzel együtt a nyomás is hirtelen megnőtt. A közlekedőedények elve szerint a másik ágban ugyanolyan magasan kell állnia a víznek, ezért folyik ki ott.
A víztornyokat azért építik olyan magasra, mert a települések vízvezetékrendszere is egy óriási közlekedőedény. A házak vízvezetékei összeköttetésben állnak a víztoronnyal, amelynek tehát a vízellátás, illetve a megfelelő víznyomás biztosítása is feladata.
A zsilipkapukon keresztül is a közlekedőedények elve alapján haladnak át a hajók.
A zsilipkapuk alatt ugyanakkor található egy szintén nyitható-zárható csatorna, amelyen a kapu nyitása nélkül is áramolhat a víz mindkét irányba.
Ha a magasabb vízállásról megy át a hajó az alacsonyabb szintre, akkor a két zárt kapu közötti részt a kapu alatt azonos szintre töltik a magasabb oldalról, mint egy közlekedőedényt. A vízszint kiegyenlítődése után a hajó átúszik a kapun, amit bezárnak mögötte. Ezután a két zárt zsilipkapu között leengedik a víz szintjét a hajóval együtt az alacsonyabb szintig. Ha ez is kész, kiúszhat a hajó a zsilipből.
Alacsonyabb szintről érkezve a két zsilipkapu között megemelik a vízszintet a hajóval együtt, és ezután úszhat ki a hajó a zsilipkapuk közül.

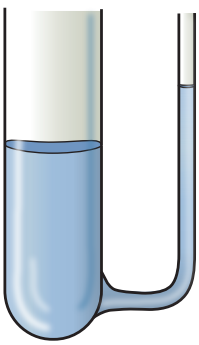


Hajszálcsövesség

4. kísérlet

Mártsuk tintába egy papír zsebkendő sarkát!
Mit veszünk észre?
Tapasztalat:
A papír zsebkendő felszívta a tintát.

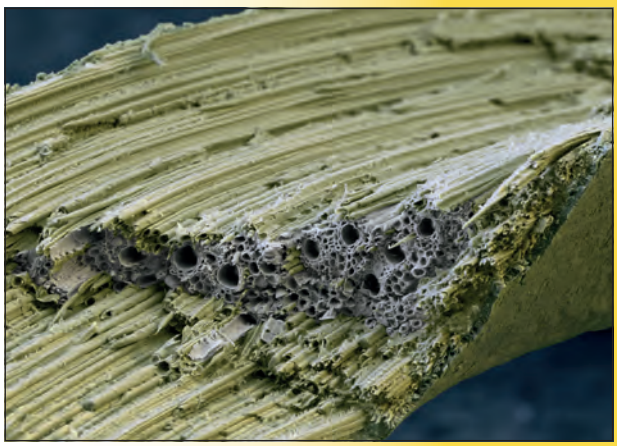




A papírzsebkendőben, kockacukorban, törülközőben, pelenkában kicsi keresztmetszetű, hajszálvékony járatok vannak. Ezekben a víz ugyanúgy viselkedik, mint a képen látható, hajszálvékony üvegcsében.
A hajszálcsövekben a víz felszíne magasabban van, mint a külső folyadékszint. Ezt a jelenséget hajszálcsövességnek nevezzük.

Érdekesség

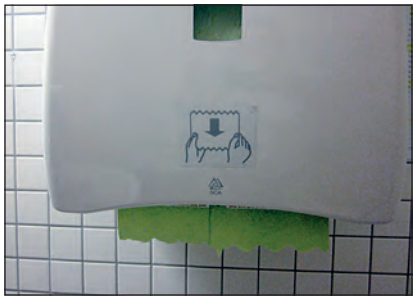
A növények tápanyagszállításában szerepet játszik a hajszálcsövesség is. A növényekben edénynyalábokon keresztül, amelyek valójában hajszálvékony csövek kötegei, jut el a tápanyag a legtávolabbi sejtekig. Nézz utána, milyen más fizikai jelenségek segítik még a tápanyag szállítását!



A hajszálcsövességgel magyarázható, hogy a szivacsba, a kéztörlő papírba, a pamuttrikó anyagába is „felszívódik” a nedvesség.







A mezőgazdaságban is figyelembe kell venni a hajszálcsövesség jelenségét. 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.

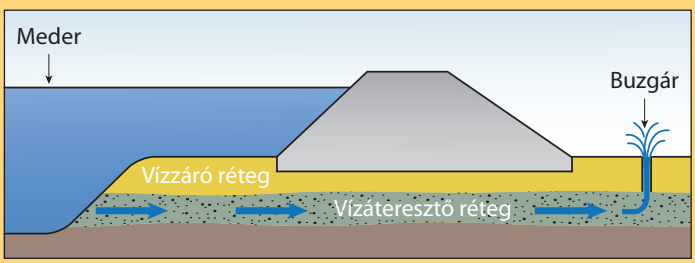


Összefoglalás

A felül nyitott edények vagy csövek rendszerét, amelynek ágai között a folyadék szabadon áramolhat, közlekedőedénynek nevezzük.
A közlekedőedény minden ágában a nyugvó folyadék felszíne ugyanabban a vízszintes síkban van.
A kicsi belső átmérőjű csöveket hajszálcsöveknek nevezzük.
A hajszálcsövekben a víz felszíne magasabban van, mint a külső folyadékszint. Ezt a jelenséget hajszálcsövességnek nevezzük.

Kérdések, feladatok

1. Ha betegség miatt infúziót kell adni valakinek, a palacknak mindig magasabban kell lennie a beteg testénél. Magyarázd meg, miért!
2. Miért vizesednek a 100 éves, öreg házak téglafalai? Hallottál-e arról, mit szoktak tenni ebben a helyzetben?
3. A nagyon sokszor kimosott, régi törülköző már nem szívja fel olyan jól a vizet. Mitől változhatott meg a nedvszívó képessége?
4. A folyók magas vízállása esetén előfordulhat, hogy buzgár jelenik meg. A buzgár az árvíz során a töltések mentett oldalán megjelenő vízfeltörés. Mi a jelenség oka?





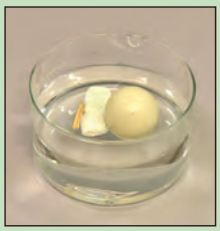


9. ARKHIMÉDÉSZ TÖRVÉNYE

Ázsiában, a Holt-tengerben azok sem süllyednek el a vízben, akik egyáltalán nem tudnak úszni. Sőt, akár újságot is olvashatnak a vízben, hanyatt fekve! Hogyan lehetséges ez? Miféle különleges vize van a Holt-tengernek?

1. kísérlet

Nyomjunk víz alá, majd engedjünk el egy parafa dugót, pingponglabdát, hungarocelldarabot, hurkapálcát!
Mi történt az elengedés után a parafa dugóval, pingponglabdával, hungarocelldarabbal, hurkapálcával?



Tapasztalat:
Mindegyik feljött a víz felszínére.





A felfelé mozgáshoz erőre volt szükség, amit a víz fejtett ki a belemerített tárgyakra.

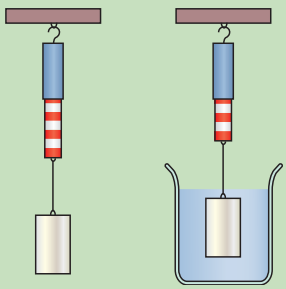


A tapasztalat szerint:
minden folyadékban lévő testre hat egy felfelé mutató erő, amelyet felhajtóerőnek hívunk.
Ezt az emelő erőt mindnyájan érezhetjük egy úszómedencében, ha valamiben megkapaszkodunk, és ráfekszünk a vízre.

Mitől függ a felhajtóerő nagysága?

2. kísérlet

Függesszünk fel erőmérőre, majd merítsünk vízbe egy alumíniumhengert!
Figyeljük meg, hogyan változik a rugós erőmérő által mutatott érték!
Tapasztalat:
Az erőmérő által mutatott érték csökkent.



Az erőmérő a henger vízbe merítése után azért mutatott kisebb érteket a gravitációs erőnél, mert a vízben a felhajtóerő is hat a testre. A felhajtóerő nagysága tehát a gravitációs erő és a vízben mért tartóerőnek a különbsége.

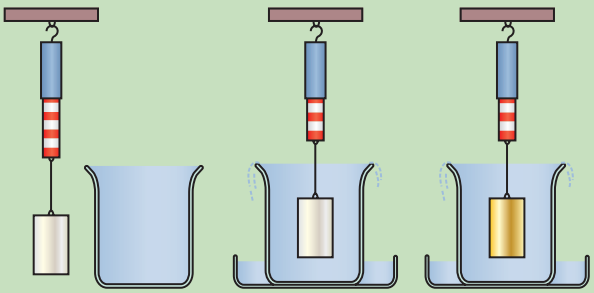
Érdekesség

Ha vízből kell kiemelni egy nehezebb tárgyat (például hajóroncsot, háborús bombát, autót), nem elég, ha a víz alatt meg tudja emelni egy daru, a víz fölött is meg kell tudni tartania, amihez bizony nagyobb erő kell. Amíg ugyanis az emelt tárgy a víz alatt van, a víz felhajtóereje segíti az emelést, a víz felett viszont ezt az erőt is a darunak kell kifejtenie.



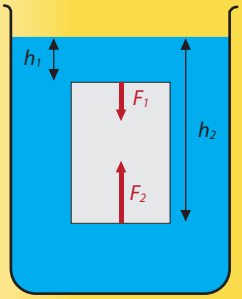
3. kísérlet

Töltsünk tele vízzel egy főzőpoharat! Ebbe fogjuk mártani az alumíniumhengert. Függesszük fel az alumíniumhengert a rugós erőmérőre, majd olvassuk le, mekkora értéket mutat!
Ezután merítsük bele a vízbe, és határozzuk meg az alumíniumhengerre ható felhajtóerőt, közben a henger által kiszorított vizet fogjuk fel egy edénybe! Mérjük meg a henger által kiszorított folyadék súlyát!
Végül hasonlítsuk össze a felhajtóerőt és a kiszorított víz súlyát!
Ismételjük meg a kísérletet egy ugyanakkora térfogatú rézhengerrel is! Milyen érdekességet vettél észre?
A mérés eredményét foglald táblázatba!
Tapasztalat:
A felhajtóerő nagysága megegyezik a henger által kiszorított víz súlyával.



Érdekesség

Tudjuk, hogy egy folyadékban a hidrosztatikai nyomás nagysága a folyadékoszlop magasságától függ, és ugyanabban a mélységben minden irányba hat. Ezért egy folyadékba merülő test tetejére és aljára is hat a hidrosztatikai nyomás, amely természetesen különböző. Tehát a felhajtóerő a testre ható hidrosztatikai nyomások különbségéből származik.



Érdekesség

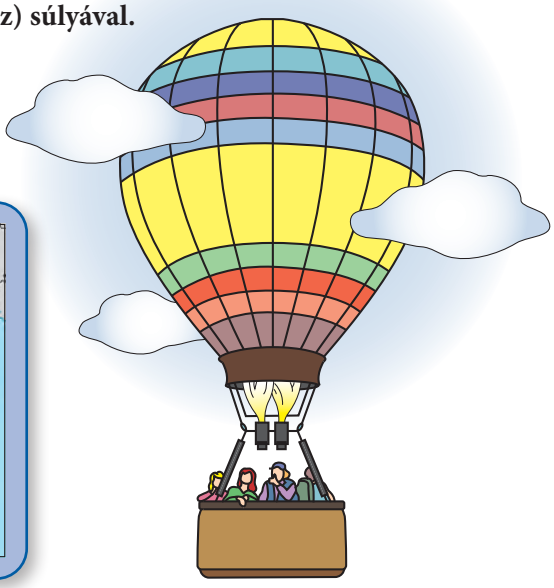
Az olasz üdülőhajó, a *Costa Concordia* több mint 4000 emberrel a fedélzetén 2012. januárjában gondatlanság miatt zátonyra futott, és az oldalára dőlt. A sérült hajót 2 évvel később, levegővel töltött tartályok segítségével – a tartályokra ható felhajtóerőt használva – tudták elvontatni a tragédia helyszínéről.



Felhajtóerő bizonyíthatóan nemcsak folyadékokban, hanem gázokban is hat a testekre.
A hőlégballont és a héliumtöltésű lufit is a felhajtóerő emeli a magasba.

Arkhimédész törvénye:
Minden folyadékba (gázba) merülő testre felhajtóerő hat.
A felhajtóerő nagysága egyenlő a test által kiszorított folyadék (gáz) súlyával.
A kiszorított folyadék (gáz) súlya függ:

- **a test térfogatától** (hiszen annyi a kiszorított folyadék, illetve gáz térfogata, amekkora a test térfogata)
- **a folyadék (gáz) sűrűségétől**





Ezt a fizikai törvényszerűséget *Arkhimédész* ismerte fel először, felfedezésének annyira megörült, hogy az egyik legenda szerint így kiáltott fel: HEURÉKA! (A *heuréka* görög szó, jelentése: 'megtaláltam'.) *Arkhimédész* (Kr. e. 287–212) görög matematikus, fizikus Hierón király környezetében, Szirakúzában élt.



A felhajtóerő meghatározása

A vízben érezzük a felhajtóerő emelését, a szabad levegőn járva viszont nem. Pedig a levegőben is hat ránk felhajtóerő, itt is érvényes Arkhimédész törvénye. Nézzük meg, mekkora különbség van vízben és levegőben ránk ható felhajtóerők között!

Példa

A feladat megoldásához egy átlagos ember 70 kg-os tömegével számolunk:

$m_{ember} = 70\ \text{kg}$

$\varrho_{ember} = 1070\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$\varrho_{víz} = 1000\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$\varrho_{levegő} = 1{,}3\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

Az ember térfogata:

$\rho = \frac{m}{V} \rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{70\ \text{kg}}{1070\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \cong 0{,}065\ \textbf{m}^3 =$

$= \textbf{65 dm}^3$

Felhajtóerő a vízben:

1 dm³ víz:	1 kg
65 dm³ kiszorított víz:	65 kg
a kiszorított víz súlya:	650 N
a felhajtóerő vízben:	650 N

Felhajtóerő a levegőben:

1 dm³ levegő:	0,0013 kg
65 dm³ kiszorított levegő: 65 · 0,0013 →	0,0845 kg
a kiszorított levegő súlya:	0,845 N
a felhajtóerő levegőben:	0,845 N

- A számítások igazolják, hogy miért érzékeljük vízben a ránk ható felhajtóerőt;

  mert a vízben $\frac{650\ N}{0{,}845\ N} \cong$ 770-szeres a felhajtóerő nagysága a levegőben számított értékhez képest.
- Úgy is gondolkodhatunk: miután ugyanarra a testre ható felhajtóerőket számítottuk ki, ahányszor nagyobb a víz sűrűsége a levegőénél, annyiszor nagyobb a víz felhajtóereje a levegőénél.

Összefoglalás

Arkhimédész törvénye: Minden folyadékba (gázba) merülő testre felhajtóerő hat.
A felhajtóerő nagysága egyenlő a test által kiszorított folyadék (gáz) súlyával.
A kiszorított folyadék súlya függ:
- a test folyadékba merülő térfogatától
- a folyadék sűrűségétől

Kérdések, feladatok

1. Miért lehetséges a Holt-tengerben hanyatt fekve olvasgatni?
2. Egy követ víz alá merítünk. Az első esetben 20 cm, a második esetben 50 cm mélyre. Hol hat rá nagyobb felhajtóerő?
3. Egy 10 cm³-es tömör ólomgolyót és egy 10 cm³-es üveggolyót víz alá merítünk. Melyikre hat nagyobb felhajtóerő?
4. A *Kurszk* nevű atom-tengeralattjárót 1994-ben bocsátottak vízre. A hajó méretei méltóságot sugalltak, hiszen a hossza 154 m, szélessége a legszélesebb részén 18 m, legnagyobb sebessége 52 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ volt, a térfogata pedig 16400 m³-t tett ki. A legénysége 118 főből állt. Mekkora volt lemerülés után:
   a) a tengeralattjáró által kiszorított víz térfogata?
   b) a tengeralattjáró által kiszorított víz tömege?
   c) a tengeralattjáró által kiszorított víz súlya?
   d) a tengeralattjáróra ható felhajtóerő?



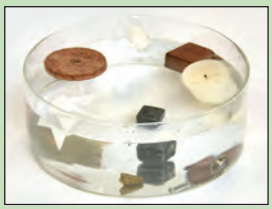
A Kurszk 2000-ben katasztrófát szenvedett, és „elsüllyedt”.

10. ÚSZÁS, LEBEGÉS, MERÜLÉS

A világ legnagyobb konténerszállító hajója Európa és Ázsia között közlekedik. Gigantikus méretei miatt Európában csak néhány kikötő képes fogadni. 24 000 darab konténert bír el, szemben egy tehervonattal, amelyik 100–200 darab szállítására alkalmas.
Mivel magyarázható, hogy egy ilyen óriási tömegű hajó úszik a vízen, és nem süllyed el, ellentétben egy pici kulccsal, amit véletlenül a vízbe ejtünk?



1. kísérlet



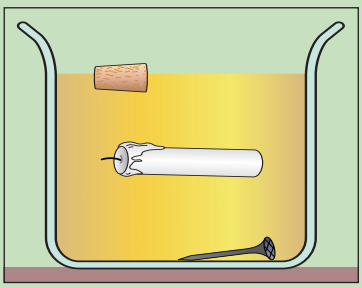
Töltsünk meg egy üvegedényt vízzel, és tegyünk bele kavicsot, üveggolyót, rézből készült kulcsot, gyurmagolyót, hungarocelldarabot, dobókockát, vasszöget, gyertyát, parafa dugót, hurkapálcát, eldobható műanyag villát! Figyeljük meg, hogy mi történik az egyes tárgyakkal!

Tapasztalat:
A vízbe tett tárgyak közül némelyik elmerül, mások pedig úsznak a víz tetején.

Kigyűjtöttük egy táblázatba a vízbe tett tárgyak anyagának sűrűségét, aszerint csoportosítva, hogy úsznak vagy elmerülnek. Azt láthatjuk, hogy azok a tárgyak úsznak a vízen, amelyeknek a sűrűsége kisebb a víz sűrűségénél, és azok a tárgyak merülnek el, amelyeknek a sűrűsége nagyobb a vízénél.

A víz sűrűsége 1 $\frac{g}{cm^3}$			
Úszik a vízen		Elmerül a vízben	
hungarocell	0,02 $\frac{g}{cm^3}$	gyurma	1,6 $\frac{g}{cm^3}$
parafa	0,24 $\frac{g}{cm^3}$	üveg	2,6 $\frac{g}{cm^3}$
tölgyfa	0,8 $\frac{g}{cm^3}$	kavics	2,65 $\frac{g}{cm^3}$
fenyőfa	0,5 $\frac{g}{cm^3}$	alumínium	2,7 $\frac{g}{cm^3}$
gyertya (paraffin)	0,9 $\frac{g}{cm^3}$	vas	7,8 $\frac{g}{cm^3}$
műanyag (polietilén)	0,95 $\frac{g}{cm^3}$	sárgaréz	8,6 $\frac{g}{cm^3}$

2. kísérlet



Egy pohárba töltsünk olajat, és tegyünk bele néhány tárgyat: parafa dugót, gyertyát, vasszöget! Nézzük meg, ezek a tárgyak az olajban hol helyezkednek el!

Tapasztalat:
Azt látjuk, hogy a vasszög elmerült, a parafa dugó úszik, a gyertya azonban nem süllyedt le az olaj aljára, de nem is úszik a folyadék tetején, hanem teljes terjedelmével az olajban van, és lebeg.

Az olaj sűrűsége 0,9 $\frac{g}{cm^3}$					
Úszik az olajban		Lebeg az olajban		Elmerül az olajban	
parafa	0,2 $\frac{g}{cm^3}$	gyertya (paraffin)	0,9 $\frac{g}{cm^3}$	vas	7,8 $\frac{g}{cm^3}$

Ha összehasonlítjuk az olaj és a gyertya a sűrűségét, azt állapíthatjuk meg, hogy akkor lebeg a test egy folyadékban, ha a sűrűségük azonos.

Miért tud úszni a vasból készült hajó?

Az óriás szállítóhajók tömege 150 ezer tonnánál is több lehet. Vasból épülnek, és hatalmas terhet szállítanak. Hogy lehet mégis, hogy a szállítóhajók képesek úszni, hogy a sűrűségük a tengervízénél kisebb?



3. kísérlet

Alufóliából hajtogassunk egy hajót, majd egy tömör alumíniumhengerrel együtt tegyük mindkettőt vízbe. Mit látunk?
Tapasztalat: Az alumíniumból készült hajónk úszik, a tömör alumíniumhenger elmerült. Ezután fogjuk az alumínium kishajónkat, és gyűrjük össze kézzel olyan picire, amilyenre csak tudjuk, igyekezzünk minden levegőt kiszorítani belőle, majd tegyük vízbe megint! Mit látunk? Még mindig úszik az alumíniumgombóc, noha mélyebbre merül az alja, mint hajó állapotában.

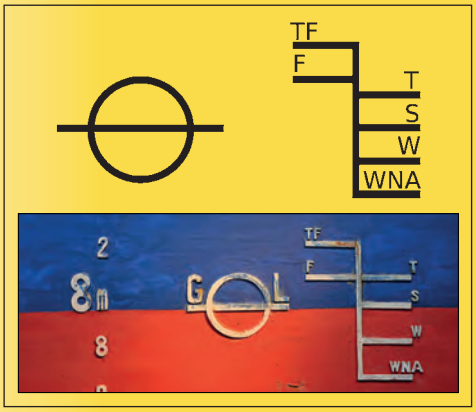


Minden igyekezetünk ellenére az összegyűrt alumíniumhajóban maradt levegő. Ha nem is sok, de annyi biztosan, hogy a gombóc átlagsűrűsége mégiscsak kisebb, mint a vízé. A hajók esetében ugyanennek a feltételnek kell megfelelni, vagyis az átlagsűrűségüknek kell a víz sűrűségénél kisebbnek lenni. Ezt a hajó testében lévő levegő teszi lehetővé.

Egy test a folyadékban		
úszik, ha a test átlagos sűrűsége kisebb a folyadék sűrűségénél.	**lebeg,** ha a test átlagos sűrűsége megegyezik a folyadék sűrűségével.	**elmerül,** ha a test átlagos sűrűsége nagyobb a folyadék sűrűségénél.
		
$\varrho_{test} < \varrho_{folyadék}$	$\varrho_{test} = \varrho_{folyadék}$	$\varrho_{test} > \varrho_{folyadék}$

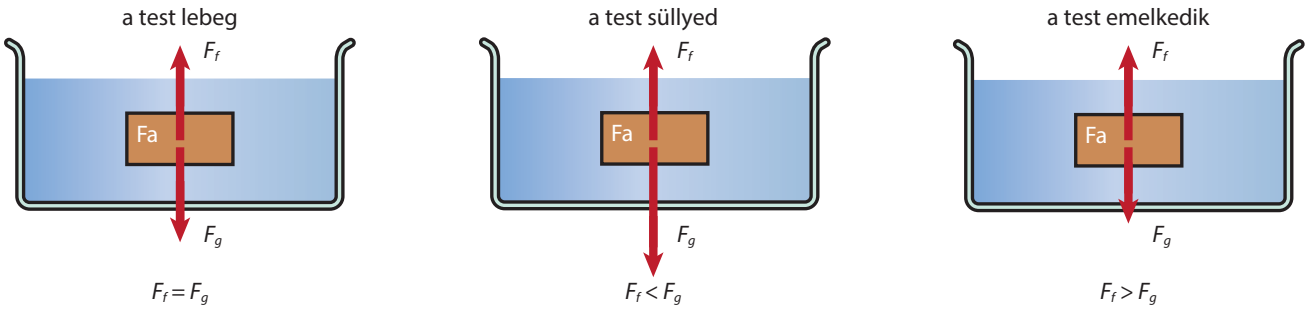
Érdekesség

A világ tengerein, nagy folyóin közlekedő hajók merülését befolyásolja a víz sótartalma és hőmérséklete, ugyanis ezek a tényezők kihatnak a víz sűrűségére. Ha csökken a víz sűrűsége, a hajó mélyebbre fog süllyedni, ami veszélyes is lehet. Ezért a nemzetközi forgalmú hajók oldalára úgynevezett Plimsoll jelet festenek, amely jelzi a hajó maximális merülését, terhelhetőségét.
TF – Tropical Fresh Water – trópusi édesvíz
F – Fresh Water – édesvíz
T – Tropical Seawater – trópusi tengervíz
S – Summer Seawater – nyári tengervíz
W – Winter Seawater – téli tengervíz
WNA – Winter North Atlantic – téli észak-atlanti tengervíz

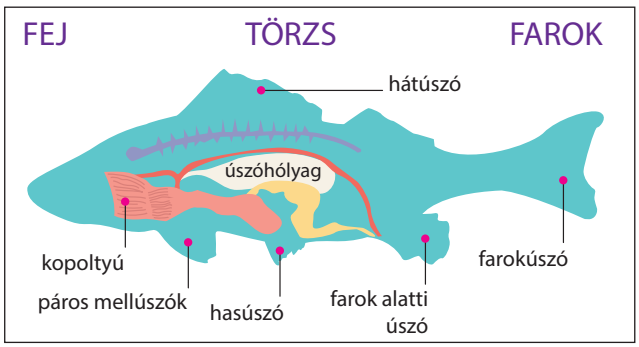


A testre ható erők úszás, lebegés, merülés esetén

Minden folyadékban lévő testre hat a lefelé mutató gravitációs erő és a felfelé mutató felhajtóerő. Ha ez a két erő azonos nagyságú, a test nem mozdul el se felfelé, se lefelé, a test nyugalomban van. Ahhoz, hogy egy test, például halak, tengeralattjárók emelkedni vagy süllyedni tudjanak a vízben, meg kell változnia valamelyik erőnek.

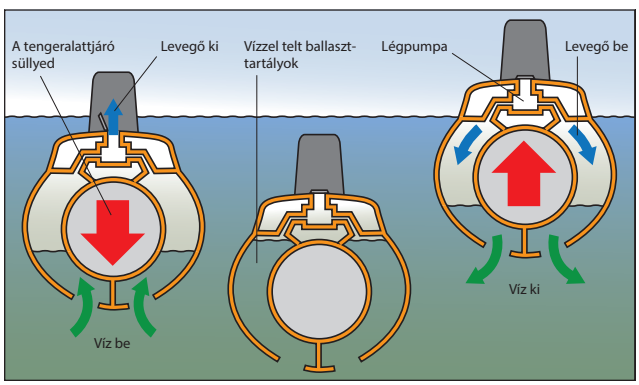


A vízben élő állatok többféle módon érik el a rájuk ható erők megváltozását. Az ámbráscetek a tömegük, a halak a térfogatuk változtatásával tudnak süllyedni vagy emelkedni a vízben.



A halak a rugalmas falú úszóhólyagjuk gáztartalmának megváltoztatásával módosítják testük térfogatát. Ha növekszik a térfogatuk, a víz felhajtóereje is nő, ellentétes változásnál csökken, ami lehetővé teszi a függőleges helyváltoztatást.

A tengeralattjárók a ballaszttartályuk vízzel való feltöltésével érik el, hogy megnövekedjen a rájuk ható gravitációs erő, amitől süllyedni fognak. Emelkedésnél levegővel helyettesítik a ballaszttartályok vizét.



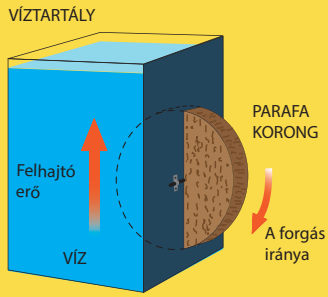
Érdekesség

A hőlégballonok emelkedését is a felhajtóerő és a nehézségi erő különbsége biztosítja. Magasabbra lehet jutni, ha meleg levegő helyett a ballont héliummal töltik meg, mert a sűrűsége a levegő sűrűségének körülbelül a hetede. Az eddigi legnagyobb magasság 41 km volt, ahova ember feljutott héliummal töltött ballon segítségével. A születésnapi, ballagási lufik emelkedési magasságát az befolyásolja, hogy a lufi anyaga mennyire képes elviselni a csökkenő hőmérsékletet és a növekvő nyomáskülönbséget, ami a lufiban, illetve körülötte van.

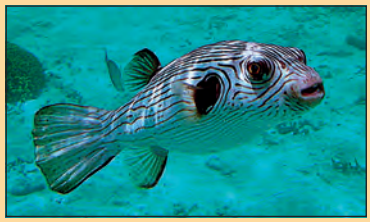


Érdekesség

A felhajtóerő felfelé hat, a gravitációs erő pedig lefelé. Ha ezek ugyanarra testre hatnak ráadásul ellentétes irányba, akkor talán ügyes kezek képesek lennének örökmozgót is készíteni? Az energiamegmaradás törvénye azonban a legfurfangosabb találmány esetén is igaz, így ez a képen látható szellemes alkotás bizony nem működik. Ennek megértését segíti a jobboldali ábra, ahol a vízben lévő parafadarabra ható erők vannak berajzolva. Azt pedig jól tudjuk, hogy az elmozduláshoz erőre van szükség, és ha több erő is hat egy testre, akkor az erők eredője fogja a mozgás irányát meghatározni!



Összefoglalás

Egy test a folyadékban		
úszik	**lebeg**	**elmerül**
		
$\varrho_{test} < \varrho_{folyadék}$	$\varrho_{test} = \varrho_{folyadék}$	$\varrho_{test} > \varrho_{folyadék}$
$F_g = F_f$	$F_g = F_f$	$F_g > F_f$

Kérdések, feladatok

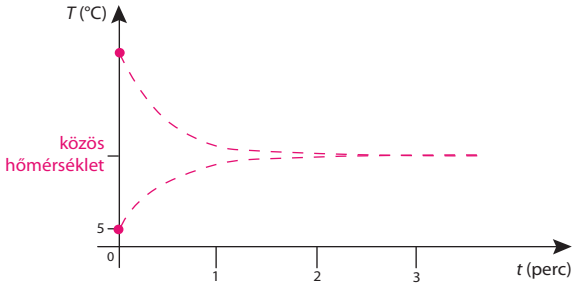


1. Az *Exxon Valdez* olajszállító tankhajó Alaszka déli partjainál 1989-ben bekövetkezett balesete miatt több millió gallon nyersolaj került a tengerbe, ami minden idők egyik legnagyobb környezeti katasztrófáját okozta. Miért baj, ha olaj ömlik a tengerbe?
2. Miért süllyed el egy hajó, ha léket kap?
3. A fürdőző kisgyerekek karjára felfújt műanyag tömlőt tesznek. Hogyan akadályozza meg a karúszó a kicsik elmerülését a vízben?

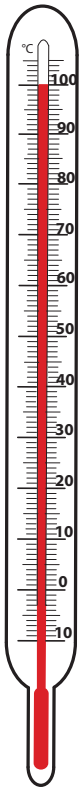


4. A tavak, folyók mindig a felszínükön kezdenek befagyni, a kialakuló jég úszik a vízen. A víz es a jég sűrűségét ismerve magyarázd meg a jelenség okát!

11. ÖSSZEFOGLALÁS



Termikus kölcsönhatás jön létre, ha két különböző hőmérsékletű test érintkezik egymással. A kölcsönhatás addig tart, amíg a két test hőmérséklete egyenlővé nem válik. A kialakuló közös hőmérséklet függ:
1. a testek kiindulási hőmérsékletétől
2. a két test tömegétől
3. a két test anyagi minőségétől

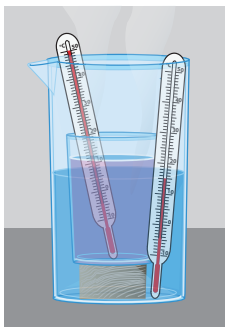


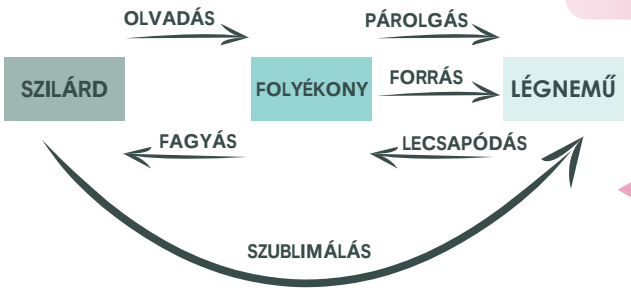
A hőmérséklet mérésére hőmérőt használunk.
Alappontok:
- a jég olvadása: 0 °C
- a víz forrása: 100 °C

Adott mennyiségű víz térfogata 4 °C-on a legkisebb (sűrűsége itt a legnagyobb).

Azt a hőmérsékletet, amelyen egy anyag olvad, olvadáspontnak hívjuk. Nem minden anyagnak van olvadáspontja.
Azt a hőmérsékletet, amelyen a folyadék forr, forráspontnak hívjuk. A forráspont függ a nyomás értékétől.

Melegítés hatására bekövetkező halmazállapot-változások: olvadás, párolgás, forrás, szublimálás. Hűtés hatására bekövetkező halmazállapot-változások: fagyás, lecsapódás.





A párolgás a folyadék felszínén és minden hőmérsékleten történik.
1. A párolgás sebessége függ az anyagi minőségtől.
2. A párolgás sebessége függ a folyadék hőmérsékletétől.
3. A párolgás sebessége függ a levegő páratartalmától.
4. A párolgás sebessége függ a párolgó felület nagyságától.
A párolgó folyadék hűti a környezetét.

Azokat az anyagokat, amelyekben gyorsan terjed a hő, hővezetőknek, amelyekben lassan terjed, hőszigetelőknek nevezzük.



A hő terjedésének módjai:
- hővezetés (szilárd anyagokban),
- hőáramlás (folyadékokban, gázokban),
- hősugárzás (nincs szükség közvetítő közegre).

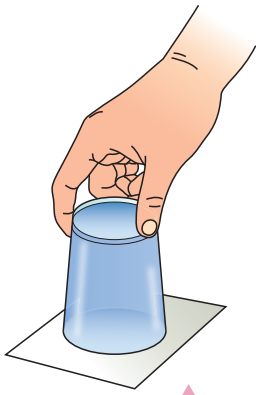


Nyomás növelése:
- erő növelése,
- felület csökkentése.

Nyomás csökkentése:
- erő csökkentése,
- felület növelése.

Nyomásnak nevezzük a nyomóerőnek a nyomott felületnek a hányadosát.
Jele: p
Mértékegysége: Pa $= \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ (pascal)
Számítása: $P = \frac{F}{A}$

A felül nyitott edények vagy csövek rendszerét, amelynek ágai között a folyadék szabadon áramolhat, közlekedőedénynek nevezzük. A közlekedőedény minden ágában a nyugvó folyadék felszíne ugyanabban a vízszintes síkban van.



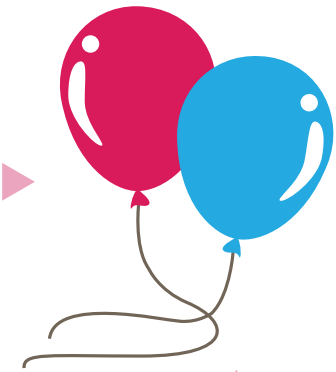


Arkhimédész törvénye: Minden folyadékba (gázba) merülő testre felhajtóerő hat.
A felhajtóerő nagysága egyenlő a test által kiszorított folyadék (gáz) súlyával.
A kiszorított folyadék (gáz) súlya függ:
- a test térfogatától,
- a folyadék (gáz) sűrűségétől.

A kicsi belső átmérőjű csöveket hajszálcsöveknek nevezzük.
A hajszálcsövekben a víz felszíne magasabban van, mint a felső folyadékszint. Ezt a jelenséget hajszálcsövességnek nevezzük.

A folyadék súlyából származó nyomást hidrosztatikai nyomásnak hívjuk.
A hidrosztatikai nyomás annál nagyobb:
- minél nagyobb a folyadékoszlop magassága,
- minél nagyobb a folyadék sűrűsége.

A hidrosztatikai nyomás számítása: $p = \rho \cdot h \cdot g$
A folyadékok nyomását manométerrel mérhetjük.
A folyadékban, azonos mélységben, a hidrosztatikai nyomás minden irányban ugyanakkora. Zárt térben lévő folyadékban a külső nyomás minden irányban ugyanakkora.





A levegő súlyából származó, minden irányba ható nyomást légnyomásnak hívjuk.
A légnyomás értéke függ:
- a levegőoszlop magasságától
- a levegő páratartalmától.

A tengerszint környékén a levegő nyomása 101,3 kPa, amit baométerrel mérhetünk meg. A nyomáskülönbség elvét több, mindennapi tárgyunk is hasznosítja, például a pumpa, a szódásszifon.

Egy test a folyadékban		
úszik	lebeg	elmerül
$\rho_t < \rho_f$	$\rho_t = \rho_f$	$\rho_t > \rho_f$
$F_g = F_f$	$F_g = F_f$	$F_g > F_f$





1. ELEKTROSZTATIKAI JELENSÉGEK

Elektromos állapot



A sztatikus elektromosság jelenségeivel nap mint nap találkozhatunk. Ez a találkozás néha mulatságos: frissen szárított hajunk hosszabb hajszálai égnek állnak. Ugyanezt észlelheti a műanyag csúszdán lecsúszó kisgyerek is.
Máskor kellemetlen élményünk lehet: ha felállunk egy műanyag székről, vagy ha az autó kilincséhez érünk kiszállás közben, gyenge áramütést, szikrapattogást érzünk. Gyúlékony anyag környezetében a szikra balesetveszélyt is jelenthet. Ezeket az érdekes jelenségeket érdemes megvizsgálni.

1. kísérlet

Műanyag vonalzót dörzsölj meg száraz papírral vagy szőrmével! Közelítsd az így előkészített vonalzót az asztalon fekvő apró papírdarabokhoz vagy osztálytársad hajához!
Tapasztalat:
A vonalzó magához vonzza a papírdarabokat és a száraz hajat.



Néhány centiméteres vattadarabokkal még látványosabb a jelenség; meglepően nagy távolságról is odarepülnek a vonalzóhoz.

Az elvégzett kísérletben a műanyag vonalzó összedörzsöléssel elektromos állapotba került, feltöltődött. Ebben az állapotban magához vonzza a közelében lévő kisebb tömegű tárgyakat. Ez azért történhet meg, mert a megdörzsölt műanyag vonalzó erőt fejtett ki a papírdarabokra. A jelenséget okozó erő neve: **elektrosztatikus erő.**

2. kísérlet



Dörzsöljünk meg üvegrudat bőrrel, műanyag rudat pedig szőrmével! Az egyiket függesszük fel, és a másikkal közelítsünk feléje! A közelítést ismételjük meg a bőr- és szőrmedarabbal is!
Tapasztalat:
A felfüggesztett rúd egyik esetben elfordul, másik esetben odafordul a hozzá közelítő testhez.

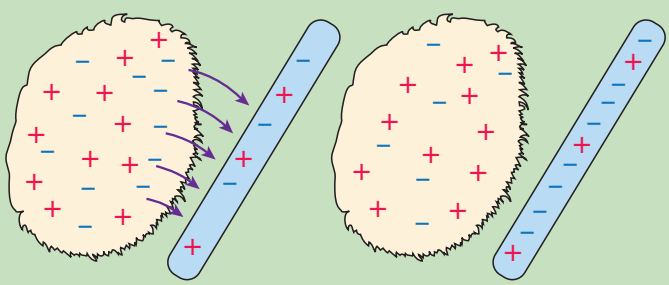
Az elektrosztatikus erő tehát vonzóerő és taszítóerő is lehet, azaz kétféle **elektromos állapot létezik. A tapasztalat szerint azonos elektromos állapotú testek között taszítóerő, különböző elektromos állapotú testek között vonzóerő lép fel.**

Az elektromosan semleges testeket mind a kétféle elektromos töltés vonzza.

Az elektromos töltés, az elektromos mező

3. kísérlet

Tegyél az asztalra műanyag rudat és egy darab szőrmét, próbáld közelíteni egymáshoz! Mi történik? Ezután dörzsöld meg a szőrmével a műanyag rudat, és ismét közelítsd egymáshoz!
Tapasztalat:
A rúd és a szőrme között semmilyen kölcsönhatás nem volt a dörzsölés előtt. A dörzsölés után viszont vonzást észleltünk.



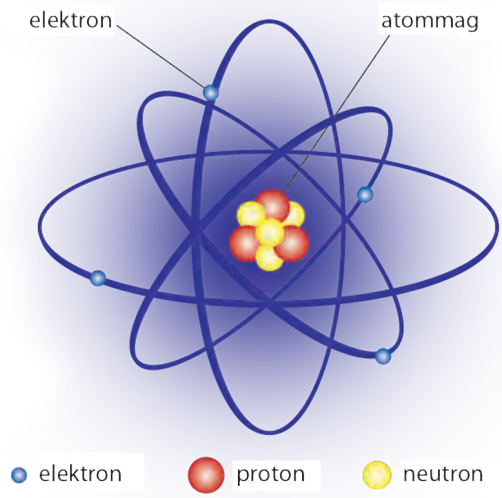
A tapasztalat szerint összedörzsöléstől a két test töltésének összege nem változik.
Elektromos töltések dörzsöléskor nem keletkeznek. Összedörzsölés előtt mindkét testben azonos mennyiségű pozitív és negatív töltés van. Dörzsöléskor töltések kerülnek át egyik testről a másikra. A jelenséget töltésszétválasztásnak nevezzük.

Dörzsöléskor az atomok külső héján lévő elektronok kerülnek át a másik testre. Az atommagban lévő protonok és neutronok száma nem változik meg.

Az atomok is összetettek: **pozitív töltésű atommagból és az atommag körül mozgó negatív töltésű elektronokból állnak. Az atommag pozitív töltésű protonokból és semleges neutronokból áll.**
Egy-egy atomban a protonok és elektronok száma egyenlő, ezért az atom elektromosan semleges.
Ha szőrmével megdörzsöljük a műanyag rudat, a szőrme számos elektront elenged, átad a műanyag rúdnak. A szőrme így pozitív, a rúd negatív töltésűvé válik. Az egyik testen dörzsöléssel keletkezett elektrontöbblet okozza a test negatív töltését, illetve a másikon létrejövő elektronhiány okozza a pozitív töltést.

Érdekesség

1 C elképzelhetetlenül nagy mennyiségű töltést jelent. 6,25 trillió elektron töltésének összege 1 C. Kísérleteinkben ennek csak töredéke fordul elő. Ha sikerülne két testre 1–1 C nagyságú töltést vinni, akkor azok még 30 km távolságból is csak 10 N nagyságú erővel hatnának egymásra.



A töltés jele: *Q*, mértékegysége a coulomb (ejtsd: kulomb), jele: C.

Vezetők, szigetelők

4. kísérlet

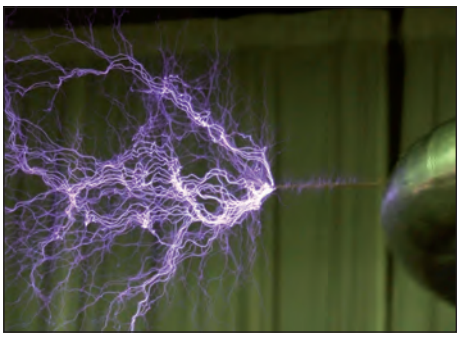
Próbáljunk meg egy fémrudat dörzsöléssel elektromos állapotba hozni!
Tapasztalat:
Csak akkor sikerül, ha a fémet korábban műanyag nyéllel láttuk el.

A feltöltődött fémrúdhoz kézzel hozzáérve az azonnal elveszíti a töltését. A feltöltött műanyag vagy üvegrúd nem így „viselkedik”: elektromos állapotban marad akkor is, ha egy ponton megérintjük. A fémekben a töltések elmozdulhatnak, a műanyagban és üvegben nem.
Az anyagokat elektromos vezetés szempontjából vezetőkre és szigetelőkre osztjuk.

A szigetelők elektronjai nem mozdulnak el könnyen. Szigetelő anyag például a műanyag, üveg, porcelán, gumi, száraz textil, száraz fa. „Tökéletes” szigetelő nem létezik, mert minden szigetelő anyaghoz lehet találni elegendően erős elektromos mezőt, ami már képes elmozdítani az elektronjait. **Vezetőkben az elektronok könnyen elmozdulnak.** Ilyenek például a fémek, a sós víz, a vizes fa.



Elektromos állapot körülöttünk



Ha különböző előjelű töltéssel ellátott testek közel kerülnek egymáshoz, akkor hirtelen elektromos ív, szikra jelenik meg. A **szikrakisülés** következtében a felhalmozott töltések mennyisége csökken; a szikra gyorsan megszűnik. Ezt tapasztaljuk, ha műanyag padlón gyaloglás után fémtárgyat érintünk meg, vagy mozgás közben feltöltődött autó karosszériájához nyúlunk. Gyúlékony gáz jelenlétében ez a szikra veszélyes is lehet. Elektronikus eszközökben is okozhatnak kárt a feltöltődést követő jelenségek. Ez ellen úgy védekeznek, hogy megfelelő anyagok alkalmazásával megelőzik az elektrosztatikus feltöltődést, vagy a keletkezett töltéseket elvezetik (védőföldelés). A körülöttünk történő töltésszétválasztás és töltéskiegyenlítődés azonban legtöbbször észrevétlenül történik: a ceruzahegy és a papír vagy a talpunk és a föld között. Töltéskiegyenlítődés megtörténhet a feltöltött test és a levegő között is.

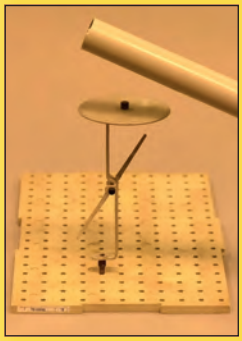
Érdekesség

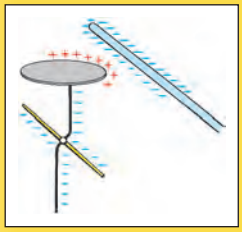
Elektromos jelenségek a légkörben: a felhőket mozgásban lévő vízcseppek alkotják, melyek a levegővel súrlódva elektromos állapotba kerülnek.
A zivatarok idején keletkező villámokat a felhők elektromos töltésének föld felé történő kisülése okozza.



Érdekesség

Az elektroszkóp mutatója akkor is kitér, ha a megdörzsölt műanyag rudat nem érintjük az elektroszkóphoz, hanem csak közelítjük hozzá.
A negatív töltésű műanyag rúd taszítóerőt fejt ki az elektroszkóp negatív töltésű elektronjaira. Ennek hatására megszűnik az elektroszkópban az elektronok egyenletes eloszlása. Az elektroszkóp gömbje elektronhiányos, tehát pozitív töltésű, a mutató pedig negatív töltésű lesz, ezért elektromos állapotot jelez.
A jelenség neve: **elektromos megosztás.** Elektromos megosztás során az elektroszkóp fémtestében az elektronok száma állandó, csak térbeli eloszlásuk változik.
Értelmezd az 1. és a 2. kísérletet az elektromos megosztás alapján!





Érdekesség



Porcelánból készült alkatrészek szigetelnek az elektromos távvezetékek és tartóoszlopuk között.



Elektromos szereléseknél használt fogók, csavarhúzók nyelét jól szigetelő műanyagból készítik.



A villásdugó és a konnektor fémből készült csatlakozói elektromosan vezetnek; töltésáramlást tesznek lehetővé a villásdugó és a konnektor között. A szigetelő műanyag burkolat megakadályozza a töltésáramlást a kezünk és az elektromos hálózat között.

Érdekesség

Miért pont az elektron a negatív töltésű?
A pozitív, illetve negatív töltés elnevezés egy amerikai tudóstól és politikustól, Benjamin *Franklin*től (1706–1790) származik. Úgy gondolta, hogy csak egyféle mozgásra képes töltéstípus létezik: egy közvetlenül nem észlelhető, elektromos tulajdonságú folyadék. Ennek a folyadéknak a többlete okozza a megdörzsölt üvegrúd pozitív elektromos állapotát, hiánya pedig a negatívat. Ezen az előjelválasztáson akkor sem változtattak, amikor kiderült, hogy a pozitív elektromos állapotot elektronhiány okozza, a negatívat pedig elektrontöbblet. Így lett az elektron negatív töltésű.

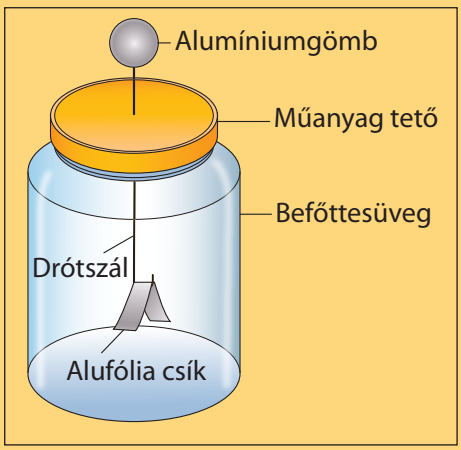


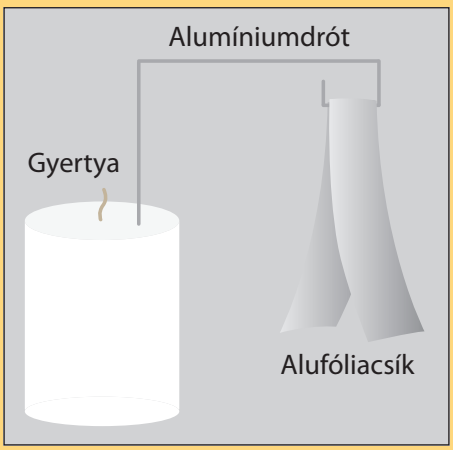
Összefoglalás

A testek elektromos állapota elektrontöblettel vagy elektronhiánnyal magyarázható.
Pozitív elektromos állapotú testekben a pozitív töltésű protonok vannak többségben, a negatív elektromos állapotúakban a negatív töltésű elektronok.
Semleges állapot a kétféle töltés azonos száma esetén van.
Testek szoros érintkezésekor elektronok kerülhetnek át egyik testről a másikra.
Az anyagokat elektromos vezetés szempontjából vezetőkre és szigetelőkre osztjuk.
Vezetőkben a töltések könnyebben elmozdulhatnak, mint a szigetelőkben.

Kérdések, feladatok

1. Milyen töltésű az a test, amelyben elektromos feltöltődés után több az elektron, mint a proton?
2. Szőrmével megdörzsöltünk egy műanyag rudat. Hasonlítsd össze a protonok és elektronok számát a
   a) műanyag rúdban,
   b) szőrmében!
3. Elektromossággal dolgozó munkások védőfelszerelésének része a gumikesztyű. Miért?
4. Készíts elektroszkópot egyszerű eszközökből!





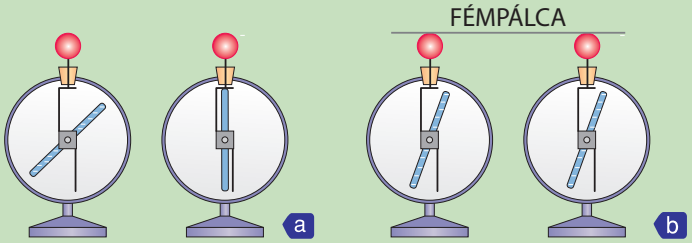


2. AZ ELEKTROMOS ÁRAM

Tartós áramszünetekről szóló híradásokból tudjuk, hogy milyen súlyos zavarokat okozhat modern világunkban egy ilyen esemény. Elektromos árammal működnek a világító-, fűtő-, hűtőberendezéseink, közlekedési és telekommunikációs eszközeink, számítógépeink, internetünk, háztartási gépeink, az ipar és kereskedelem gépei és még sok más.

1. kísérlet

Töltések mozgása:
dörzsöléssel feltöltött műanyag rúddal vigyünk negatív töltéseket az egyik elektroszkópra. Ekkor az elektroszkóp fémből készült részein elektrontöbblet alakul ki (a). Egy szigetelt nyelű fogóval megfogott fémrúd segítségével kössük össze ezt az elektroszkópot a töltetlen elektroszkóppal.



Tapasztalat:
A töltött elektroszkóp mutatója a korábbinál kisebb töltést jelez, az eddig töltetlen pedig töltést jelez (b).

Az összekötő fémrúdon át a töltött elektroszkóp többlettöltéseinek egy része átáramlott a másikra, tehát **elektronok vándoroltak** a fémrúdban.

Áramerősség

A töltéssel rendelkező részecskék egyirányú, rendezett mozgását elektromos áramnak nevezzük.
Az elektromos áramerősség jele *I*, mértékegysége az amper, melynek jele A.
Az *I* elektromos áramerősség ahányszor nagyobb, annyiszor több *Q* töltés áramlik egy vezetőben adott *t* idő alatt.
Az áram erőssége egyenesen arányos az időegység alatt átáramló töltés nagyságával.
Matematikailag leírva:

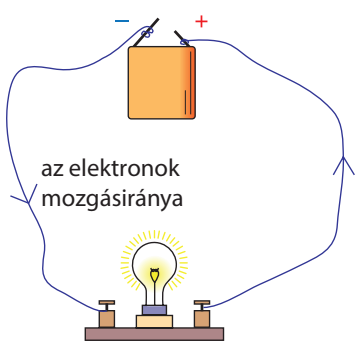
Az elektromos áramerősség		
jelekkel	szavakkal	mértékegységekkel
$I = \frac{Q}{t}$	áramerősség = $\frac{\text{átáramlott töltés}}{\text{eltelt idő}}$	1 amper (A) = $\frac{\text{1 coulomb (C)}}{\text{1 másodperc (s)}}$

1 A az áram erőssége akkor, ha 1 s alatt 1 C töltés halad át a vezető keresztmetszetén. Gyakran használjuk még az amper ezredrészét, a milliampert; jele: mA. 1 A = 1000 mA.
Fémekben a mozgásra képes töltés az elektron. Ezek áramlása jelenti az elektromos áramot.

Áramkör, áramforrás

A dörzsölési elektromossággal előállított áram nagyon gyenge és rövid ideig tartó jelenség.
Az az eszköz, amely képes a töltések áramlását tartósan fenntartani, az áramforrás.

Az elem is áramforrás. Két kivezetését megkülönböztetjük: pozitív és negatív pólusnak nevezzük. A pozitív póluson tartós elektronhiány, a negatívon tartós elektrontöbblet áll fenn. Ha kivezetéseit egy izzón keresztül összekötjük, **zárt áramkör** jön létre.



Az elemek áramforrásként egy ideig működnek, de aztán lemerülnek. Ugyanígy az akkumulátorok is. Az elhasznált elemek és akkumulátorok veszélyes hulladéknak minősülnek, mert mérgező kémiai anyagot tartalmaznak. Ezért ezeket mindig a használtelemgyűjtő-ládába kell dobni!

Érdekesség

Néhány eszköz üzemeltetése közben jellemző áramerősség-érték:

- zsebszámológép: 1–5 mA;
- vezetékes telefon: 10 mA;
- izzólámpa: 0,1–0,6 A;
- mikrohullámú sütő: 5–10 A;
- vasaló: 2 A;
- villanybojler: 10 A;
- autók önindítója: 200–400 A;
- villanymozdony: 2000 A;
- alumíniumkohó: 60 000 A;
- villám: 5000 A–300 000 A.



Az emberi szíven áthaladó 1 mA erősségű áram már halálos lehet.

Áramerősség-mérés

Az áram erősségét ampermérővel mérjük.

Érdekesség



André-Marie *Ampère* (ejtsd: amper, 1775–1836) francia fizikus, kémikus és matematikus. Az elektromos áram keltette mágneses mezőt vizsgálta, és az elektromos áramok egymásra kifejtett hatását is ő fedezte fel. Róla nevezték el az elektromos áram SI-mértékegységét.

Érdekesség

Az áram iránya – megállapodás szerint – **az áramforrás pozitív pólusa felől a fogyasztón át a negatív pólus felé mutat.** Ez a pozitív töltések mozgásiránya (lenne). Az áram irányának egyezményes megállapítása akkor történt, amikor még nem tudták, hogy a fémekben a negatív töltésű elektronok mozgása jelenti az elektromos áramot. A fémekben a pozitív töltések nem mozognak. Az elektronok mozgásiránya pedig a negatív pólustól a pozitív pólus felé mutat. **Így a fémekben a – megállapodás szerinti – áram iránya és az elektronok mozgásának iránya éppen ellentétes.**

2. kísérlet

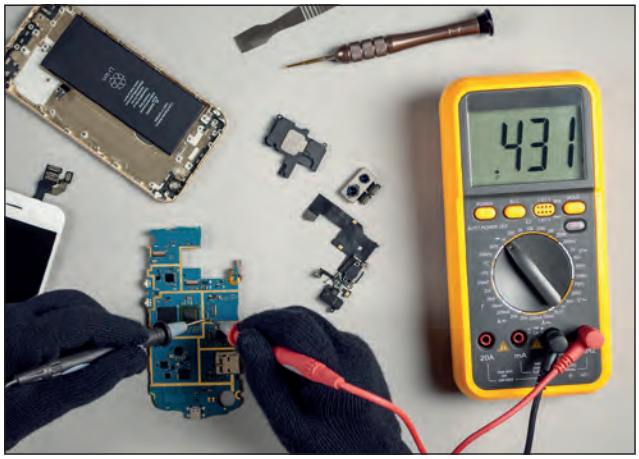
Egy áramforrást és egy izzót tartalmazó áramkörben áramerősséget mérünk. Az ampermérőt úgy kell az áramkörbe iktatni, hogy a műszeren átfolyjon a mérendő áram. Ahol az áramerősséget mérni akarjuk, ott az áramkört megszakítjuk, és az összeköttetést az ampermérőn keresztül helyreállítjuk.

Tapasztalat:

Az ábrán látható árammérő műszer mutatója alaphelyzetben középen áll, és a mért áram irányától függően tér ki jobbra vagy balra. Ma már inkább digitális műszereket használunk. Az ilyen műszer esetében az áram irányát a kijelzett szám előjele mutatja.



Méréshatár



Egy árammérő műszert általában nagyon különböző erősségű áramok mérésére használunk.
A mérés elvégzése előtt méréshatárt választunk.
A méréshatárnál nagyobb áram a műszert károsítja, ezért először mindig a vélhető legmagasabb méréshatárral kell mérni. A túl magas méréshatár beállítása esetén a mutatós műszer alig tér ki, ami a mérés pontosságának rovására megy; ilyenkor alacsonyabb méréshatárra kell váltani.

Az áramkörök alkotórészei

Az áramkör **áramforrása** elektronokat mozgató „szivattyú". Lehet egyenáramú vagy váltakozó áramú. Egyenáramú áramforrások: elemek, akkumulátorok, napelemek. Az egyenáramú áramforrás pozitív és negatív pólusa nem változik, ezért egyenáramú áramkörökben egy irányban folyik az áram. A váltakozó áramú áramkörben periodikusan változik az elektronok mozgásának iránya.





Egyenáramú áramforrások



Váltakozó áramot szolgáltató generátor



A lakások elektromos hálózata váltakozó áramú

A fogyasztó az az eszköz, amin az elektromos áram valamilyen hatást kelt: világítóeszköz, melegítőeszköz, elektromos gép.









A vezetékek szerepe: az elektromos áram megfelelő helyre vezetése. Anyaguk fém: általában réz vagy alumínium. Nagyobb áramerősség esetén nagyobb keresztmetszetű vezetéket alkalmaznak. Legtöbbször szigetelő burkolat borítja a vezetékeket. Az épületek áramköreinek vezetékei a falban haladnak, a kültéri vezetékeket oszlopokra erősítik, vagy föld alatt vezetik a kábelt.

A kapcsolók az áramkör ki- és bekapcsolását végzik – az áramkör megszakításával és zárásával. Nyitott áramkörben nem folyik az áram.

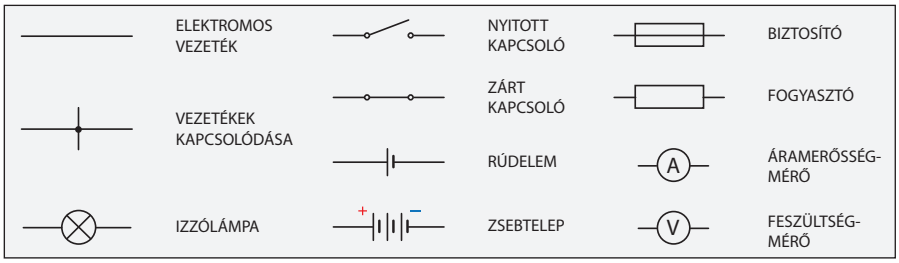






Áramköröket kapcsolási rajzokon ábrázolunk. A kapcsolási rajzokon egyszerűsített jelöléseket alkalmazunk, egyezményes áramköri jelekkel.

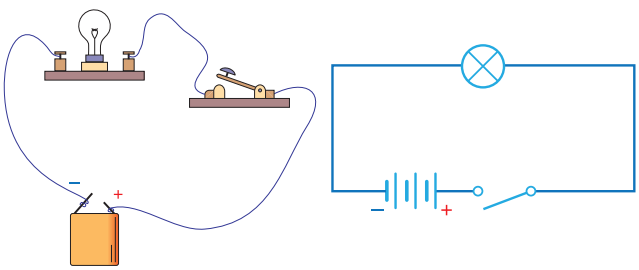
A leggyakrabban használt szimbólumok:



Az egyszerű áramkör

Áram csak zárt áramkörben folyik. A kapcsoló nyitásával megszakított nyitott áramkörben nem folyik áram.

A vezetékek a valóságban sokszor girbe–gurbák. Áramköri rajzokon ezt nem vesszük figyelembe; egyenes vezetékeket, derékszögű elágazásokat és kanyarokat rajzolunk.



Összefoglalás

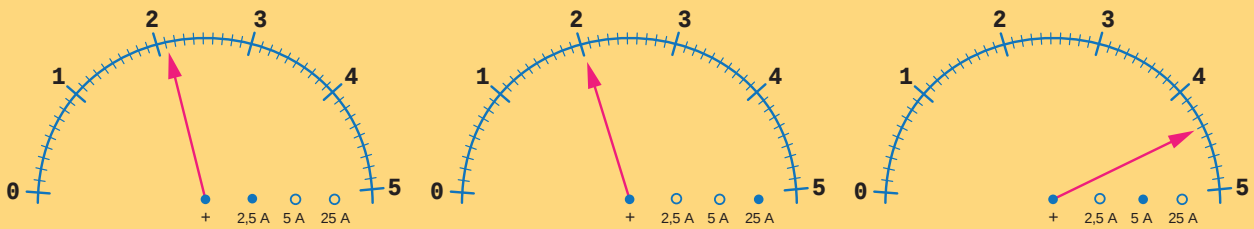
A töltések egyirányú, rendezett mozgását elektromos áramnak nevezzük.
A fémekben az áram erőssége az egységnyi idő alatt átáramlott elektronok számával arányos.
Az áramerősség jele: *I*, mértékegysége az amper, jele: *A*.
Az áram iránya az áramforrások pozitív pólusától a negatív felé mutat.
Az áram erősségét ampermérővel mérjük.
Az áramkörök fő alkotórészei:

- az áramforrás, a fogyasztó, a vezetékek és a kapcsoló.

Áramköröket kapcsolási rajzokon ábrázolunk egyezményes áramköri jelekkel.

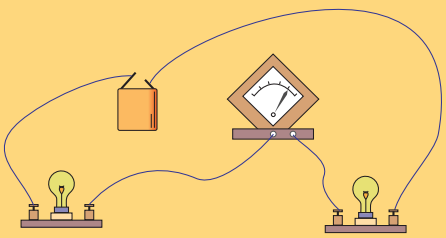
Kérdések, feladatok

1. A műszálas ruha levétele közben pattogó hangot hallunk. Miért?
2. Egy vezetőn adott idő alatt átáramló kétszer több töltés hányszor nagyobb áramerősséget jelent?
3. 200 mA méréshatárra beállított műszer mutatója a legnagyobb kitérés negyedénél áll. Mekkora a mért áramerősség?
4. Olvasd le a mérőműszerek által mutatott áramerősség-értékeket!



I = ... *I* = ... *I* = ...

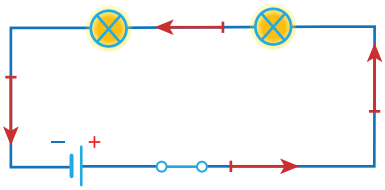
5. Rajzold le áramköri jelekkel a következő áramkört!



3. ÁRAMKÖRÖK, FESZÜLTSÉG

Egyszerű és elágazó áramkörök

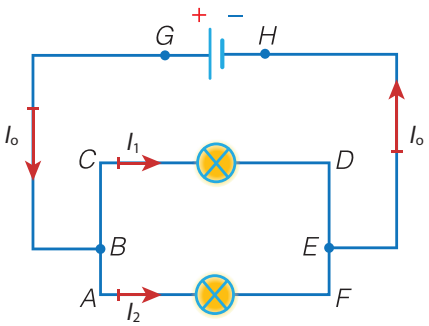
Egyszerű áramkörökben az áram az áramforrás egyik pólusától egyetlen úton juthat el az áramforrás másik pólusáig. Az áramkör egyetlen zárt hurkot képez, nincs benne elágazás. Az ilyen áramkör vagy egyetlen fogyasztót, vagy több egymás után, **sorosan** kötött fogyasztót tartalmaz.



Mi történik, ha az egyik izzót kicsavarjuk, vagy kiég?

Elágazó áramkörökben az áram útját követve két vagy több zárt útvonalon keresztül juthatunk el az áramforrás egyik pólusától a másikig. Az ilyen áramkör tartalmaz csomópontokat, ahol az áram útja elágazik. Az első csomópont előtti szakaszt főágnak, az egyes fogyasztókat tartalmazó ágakat mellékágnak nevezzük. Kövesd végig az elektromos áram útját az áramkörben!

Két különböző útvonalon tudsz eljutni az áramforrás egyik pólusától a másikig.
Az áramkörben két csomópont található: *B* és *E*. Ezek között található a két mellékág.
Az *EHGB* pontok közötti szakasz a főág, a két izzót ebben a körben **párhuzamosan** kapcsoltuk.



Baleset-megelőzés

Az elektromos áram okozta balesetek akkor következnek be, ha egy áramkör az emberi testen keresztül záródik. Ez leggyakrabban valamilyen hibás emberi magatartás következménye. A figyelmeztető táblát, az elektromos eszközök használati útmutatójában leírt érintésvédelmi szabályokat komolyan kell venni, és be kell tartani! Sok tragédia elkerülhető így! A balesetek elkerülése érdekében a gyártók érintésvédelmi osztályokba sorolják az elektromos eszközöket, valamint meghatározzák a használható áramforrás feszültségét is. Ha az áramforrás két pólusát fogyasztó nélkül véletlenül összekötöttük, akkor rövidzárlat keletkezik. Ez nagy áramot és tüzet is okozhat.



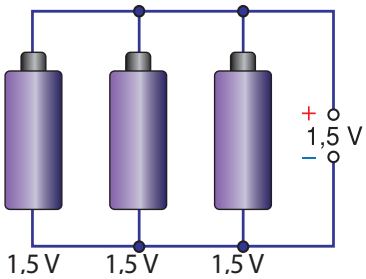
Az elektromos töltés, az elektromos mező

Zárt áramkörben az áramforrás töltéseket (elektronokat) mozgat a fogyasztón és a vezetékeken keresztül. Az elektronok azért mozognak, mert az áramforrás negatív pólusa taszítóerőt, a pozitív pólusa pedig vonzóerőt fejt ki rájuk. Mozgatóerő hiányában az elektronok lefékeződnének, mert a fogyasztó akadályozza a mozgásukat.
Az áramforrás töltéseket mozgató képessége: az áramforrás feszültsége.
A feszültség jele: *U*. **Mértékegysége a volt, melynek jele: V.**
A volt ezredrésze a millivolt, jele: mV. 1000 mV = 1 V. A volt ezerszerese a kilovolt, jele: kV. 1 kV = 1000 V.

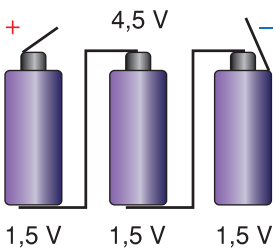
Érdekesség

Mikro-ceruzaelem	Ceruzaelem	Zsebtelep	9 V-os telep	Góliátelem
				
1,5 V	1,5 V	4,5 V	9 V	1,5 V

Ha az egyező feszültségű elemeket azonos pólusaikkal kötjük össze, akkor az elemeket párhuzamosan kapcsoltuk. A kapott telep feszültsége ugyanakkora, mint egyetlen elemé. Elemek párhuzamos kapcsolását a gyakorlatban nem alkalmazzuk.



Egy zsebtelepben három rúdelem van ellentétes pólusaikkal sorba kapcsolva.



Az egyes rúdelemek feszültsége: 1,5 V
A zsebtelepé: $U = 4{,}5$ V

Sorba kapcsolt áramforrások feszültsége összeadódik.



Az autó akkumulátorának feszültsége 12 V, 6 darab 2 voltos cella.

Nézz utána!

Hány volt feszültséggel működik ez a készülék?



Gyakran tapasztalhatjuk, hogy a távkapcsolók, elemmel működő villanyborotvák, vérnyomásmérők üzemeltetéséhez szükséges feszültséget több 1,5 V-os elem sorba kapcsolásával biztosítjuk. Az elemek készülékbe helyezésekor figyelni kell a helyes polaritásra.

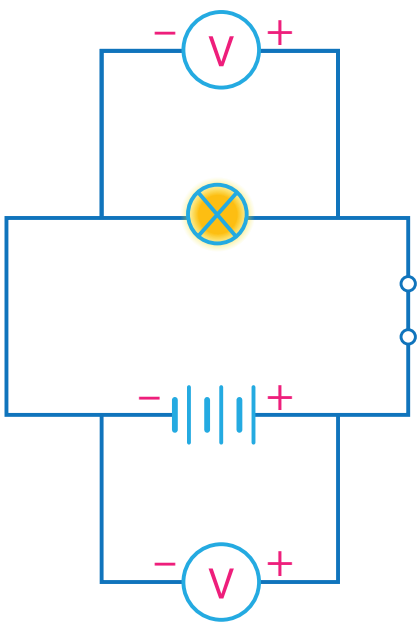


A hálózati feszültség 230 V (váltakozó feszültség).

Feszültséget mérünk

A feszültséget **voltmérő**vel, más néven **feszültségmérő**vel mérjük.

A **feszültséget** mindig az áramkör **két** kiválasztott **pontja között** mérjük. Ha a voltmérő két csatlakozóját az áramkör két pontjára csatlakoztatjuk, akkor ezen két pont közti feszültséget mérhetjük meg. A voltmérőnek az áramkörbe iktatásakor nem kell az áramkört megszakítani. Ha az áramforrás feszültségét akarjuk mérni, akkor az áramforrás két sarkára csatlakoztatjuk a voltmérőt, ha pedig egy fogyasztóét, akkor a fogyasztó két kivezetésére. **A voltmérőt a fogyasztóval párhuzamosan kötjük.**

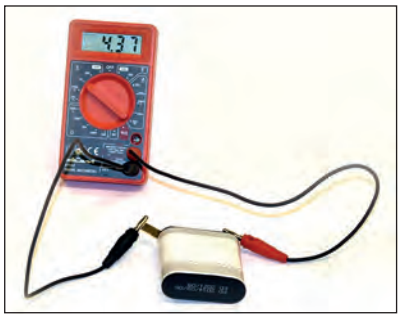


Érdekesség

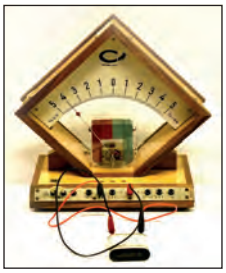


Alessandro *Volta* (1745–1827) olasz fizikus, róla nevezték el az elektromos feszültség mértékegységét. Megvizsgálta, hogy melyik két-két fém alkalmazható leghatékonyabban az áramforrás két pólusaként. Kísérletei olyan szenzációnak számítottak, hogy 1801-ben még Napóleon is megnézte.

Az egyszerű áramkör



A műszer károsodása nélkül rákapcsolható maximális feszültséget a méréshatár-kapcsolóval kell beállítani. Mutatóval ellátott műszereknél a méréshatár a mutató legnagyobb kitéréséhez tartozó feszültség.



Méréskor a voltmérőt is a várható feszültségnél nagyobb méréshatárra kell állítani, és így elvégezni a mérést. Ha a műszer által jelzett érték a beállított méréshatárnál kisebb méréshatár alatt van, akkor érdemes erre a kisebb méréshatárra kapcsolva megismételni a mérést.

Mutatós műszereknél a voltmérő „+” kivezetését az áramforrás pozitív pólusa felé eső pontra kell csatlakoztatni.

Összefoglalás

Az áramkörök fő alkotórészei:
- az áramforrás, a fogyasztó, a vezetékek és a kapcsoló.

Áramköröket kapcsolási rajzokon ábrázolunk egyezményes áramköri jelekkel.
Az áramkörök lehetnek egyszerű (elágazás nélküli) áramkörök és elágazó áramkörök.
Az áramforrás töltéseket mozgató képessége az áramforrás feszültsége.
A feszültség jele: U, mértékegysége a volt (V).
Ellentétes pólusaikkal sorba kapcsolt áramforrások feszültsége összeadódik.
A feszültséget voltmérővel mérjük az áramkör két kiválasztott pontja között.
A feszültségmérőt a vizsgált áramforrás vagy a fogyasztó két kivezetésére kötjük.

Kérdések, feladatok

1. Hány mV-nak felel meg egy zsebtelep feszültsége?
2. A Combino villamosok 600 V feszültséggel működnek. Hány kV-nak felel ez meg?
3. 12 V méréshatárra állított feszültségmérő a maximális kitérés $\frac{3}{4}$-énél áll. Mekkora a mért feszültség?

4. ELLENÁLLÁS, OHM TÖRVÉNYE

Egy zárt áramkör a következő „munkamegosztás” szerint működik:

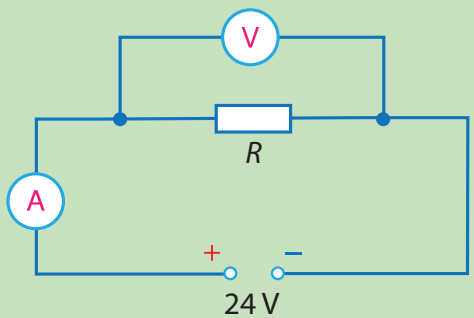
- az áramforrás „belsejében” kémiai folyamat „szivattyúzza” az elektronokat a pozitív pólus felől a negatív pólus felé,
- az áramkör „külső” részén az áramforrás által létrehozott elektromos feszültség mozgatja az elektronokat a fogyasztón keresztül. Amikor az elektronok a vezetőben egy irányba mozognak, akkor pozitív pólus felé tartanak. Ám ezt az irányt a kutatás elején még fordítva határozták meg.

Röviden azt mondjuk, hogy az áram oka a feszültség.
Vizsgáljuk meg a feszültség és az áramerősség kapcsolatát részletesebben!

Két mérőműszerrel mérjük a fogyasztó feszültségét és a fogyasztón átfolyó áram erősségét.

1. kísérlet

	Kenyérpirító	Szendvicssütő	Vasaló
U	24 V	24 V	24 V
I	0,45 A	0,32 A	1 A



Tapasztalat:
Az állandó nagyságú feszültség hatására a fogyasztókon átfolyó áram erőssége különböző értéket mutat.

A fogyasztóknak az a tulajdonsága, ami megszabja, hogy adott feszültség esetén mekkora lesz az átfolyó áram erőssége: a fogyasztó elektromos ellenállása. Nagy ellenállású fogyasztó esetén kicsi az áramerősség, kis ellenállású fogyasztó esetén nagy.
Az ellenállás jele: *R* (a latin resistentia szóból). **Mértékegysége: ohm. Az ohm jele: Ω.**
Az Ω (nagy omega) a görög ábécé utolsó betűje.
1 Ω az ellenállása annak a vezetőnek, melyen a rákapcsolt 1 V feszültség hatására 1 A erősségű áram folyik át.
A gyakorlati életben használatos még: mΩ $\underset{1000}{<}$ Ω $\underset{1000}{<}$ kΩ $\underset{1000}{<}$ MΩ

Ohm törvénye

2. kísérlet

Változtatható feszültségű (0–12 V) áramforrást kapcsolunk 230 V feszültségre méretezett fogyasztóra, például egy vízforralóra. Fokozatosan növelve a feszültséget mérjünk meg néhány feszültség–áramerősség értékpárt. Minden értékpár esetén számítsuk ki az ohm mértékegységű $\frac{U}{I}$ hányadost!

U (V)	1,3	1,7	3,4
I (mA)	45	62	120
$\frac{U}{I}$ (Ω)	29	27	28

Tapasztalat:
1. Nagyobb feszültségértékekhez nagyobb áramerősség-adatok tartoznak. Ez az észrevétel nem meglepő, hiszen a feszültség az áramforrás töltésmozgató képességére jellemző.
2. Az összetartozó $\frac{U}{I}$ hányadosok értéke állandó.



Ha két változó mennyiség hányadosa állandó, akkor azt mondjuk, hogy a két mennyiség egyenesen arányos.

A fogyasztóra kapcsolt feszültség egyenesen arányos a fogyasztón átfolyó áram erősségével.

Ez Ohm törvénye. Nevét felfedezőjéről, Georg Simon Ohm (1789–1854; ejtsd: georg szimon om) német fizikusról kapta. Róla nevezték el az elektromos ellenállás mértékegységét.

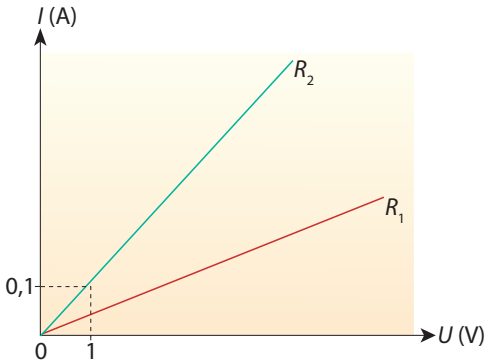
Az $\frac{U}{I}$ hányados – adott fogyasztó esetén – állandó, ezt nevezzük ellenállásnak.

Ohm törvénye		
jelekkel	szavakkal	mértékegységekkel
$R = \frac{U}{I}$	ellenállás = $\frac{\text{feszültség}}{\text{áramerősség}}$	1 ohm (Ω) = 1 $\frac{\text{volt (V)}}{\text{amper (A)}}$

Ábrázoljuk két különböző fogyasztóval elvégzett méréseink eredményét *I*–*U* grafikonon!

Az összetartozó értékekhez tartozó pontokat összekötve origón átmenő félegyeneseket kapunk.

A két egyenes meredeksége különböző. A nagyobb meredekségű egyeneshez tartozó ellenállás a kisebb.
$R_1 > R_2$



Mintapélda

a) Az ellenállás kiszámítása

Egy vízmelegítő két kivezetését 4,5 V feszültségű zsebtelephez kapcsoltuk. Az átfolyó áramerősség 0,09 A. Mekkora a vízmelegítő ellenállása?

Megoldás:

$U = 4{,}5$ V

$I = 0{,}09$ A

$R = ?$

$R = \frac{U}{I} = \frac{4{,}5\text{ V}}{0{,}09\text{ A}} = 50\ \Omega.$

A vízmelegítő ellenállása 50 Ω.

b) Az feszültség kiszámítása

Az akkumulátorral működő kézi porszívó ellenállása 30,5 Ω, a rajta áthaladó áram erőssége 0,16 A. Mekkora az akkumulátor feszültsége?

Megoldás:

$R = 30{,}5\ \Omega$

$I = 0{,}16$ A

$U = ?$

$U = R \cdot I = 30{,}5\ \Omega \cdot 0{,}16\text{ A} = 4{,}88$ V

Az akkumulátor feszültsége 4,88 V.

c) Az áramerősség kiszámítása

A 230 V feszültségű áramforráshoz kapcsoltunk elektromos hősugárzót, melynek ellenállása 46 Ω. Mekkora erősségű áram halad át a hősugárzó fűtőszálán?

Megoldás:

$U = 230$ V

$R = 30{,}5\ \Omega$

$I = ?$

$I = \frac{U}{R} = \frac{230\text{ V}}{30{,}5\ \Omega} = 7{,}5$ A.

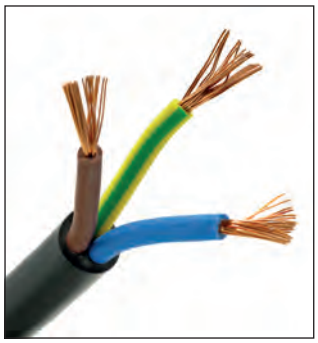
A hősugárzón áthaladó elektromos áram erőssége 7,5 A.







Vezetékek ellenállása



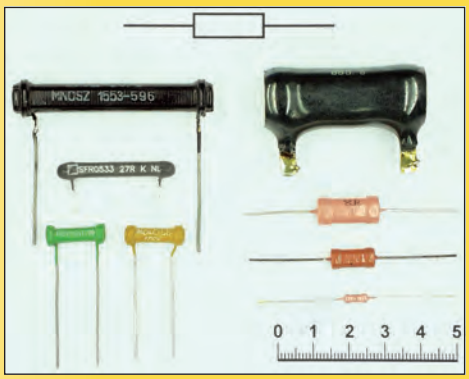
Az elektromos áramot vezetékek szállítják az áramforrástól a fogyasztóig. A lakás riasztórendszere, elektromos hálózata vagy az utca világításának kiépítéséhez másféle vezetékekre van szükség. Minden esetben olyan vezetéket kell választani, hogy a célszerűségnek megfelelően, a legkevésbé gátolja a töltések mozgását. A vezeték célszerű kiválasztását a vezeték súlya, a fém minősége és az ára is befolyásolja.
A vezetékek elektromos ellenállása függ:
a) a vezeték hosszától;
b) a vezeték keresztmetszetétől;
c) a vezeték anyagától;
d) a vezeték hőmérsékletétől.

Érdekesség

Az „ellenállás” szót két különböző értelemben használjuk.

- Az **ellenállás fizikai mennyiség:** a vezetőre kapcsolt feszültség és a vezetőn átfolyó áram hányadosa. Az anyagnak azt a tulajdonságát jellemzi, mely az elektronok áramlását gátolja. Kis ellenállású fogyasztók jobban vezetik az áramot, a nagy ellenállásúak kevésbé. Áramkörök vezetékeinek ellenállása a fogyasztók ellenállásához képest nagyon kicsi, nullának tekinthető.
- **Ellenállás az alkatrész** neve is: az elektrotechnikában használt, adott ellenállású áramköri elem, amely az áram vagy feszültség nagyságának beállítását szolgálja.

Áramköri jele: ⊣▭⊢. Az ellenállás értékét az alkatrészen feltüntetik.



Összefoglalás

Az ellenállás a fogyasztóknak az a tulajdonsága, ami megszabja, hogy adott feszültség esetén mekkora lesz az átfolyó áram erőssége. Az ellenállás jele: R, mértékegysége az ohm. Ennek jele: Ω.
Ohm törvénye: a fogyasztóra kapcsolt feszültség egyenesen arányos a fogyasztón átfolyó áram erősségével.

$$R = \frac{U}{I}$$

Kérdések, feladatok

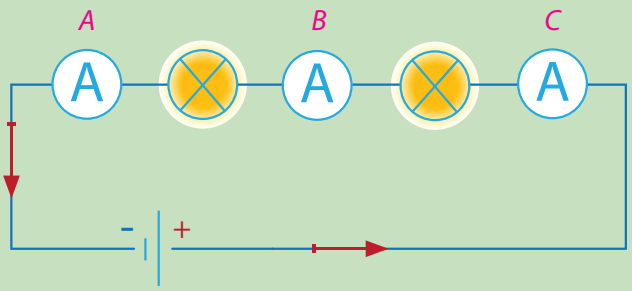
1. Mi az „ellenállás” szó két jelentése?
2. Az $R = \frac{U}{I}$ összefüggésből fejezd ki a feszültséget és az áramerősséget!
3. Ugyanakkora feszültség esetén melyik fogyasztón folyik nagyobb áram: a nagy vagy a kis ellenállásún?
4. Ugyanakkora erősségű áramot melyik fogyasztón „hajt át” nagyobb feszültség: a nagy vagy a kis ellenállásún?

5. SOROS ÉS PÁRHUZAMOS KAPCSOLÁS

Soros kapcsolás

1. kísérlet

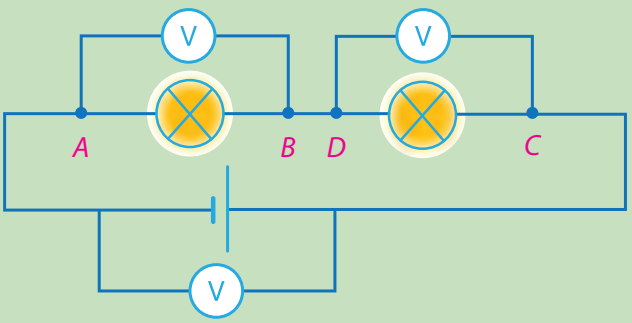
Állítsd össze az ábra szerinti áramkört!
Két izzót elágazás nélkül, vagyis sorosan kapcsoltunk egymás után. Ha az izzók bármelyikét kicsavarjuk, a másik is kialszik. Próbáld ki!
Mérjük meg az áram erősségét az áramkör *A*, *B* és *C* pontján! Az áramkört ezeken a helyeken megszakítjuk, majd az ampermérő bekötésével újra zárjuk.
Tapasztalat:
Ugyanakkora elektromos áram folyik az áramkör minden pontján.



Sorosan kapcsolt fogyasztókon ugyanakkora erősségű áram folyik át.

2. kísérlet

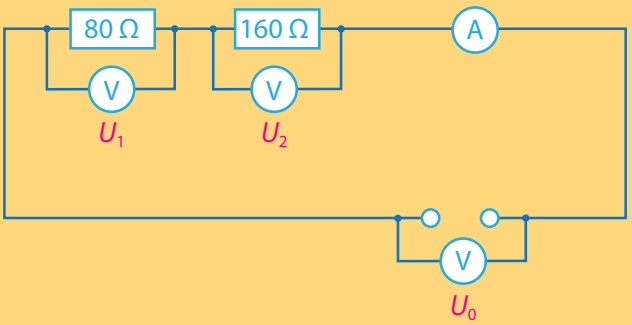
Végezzünk feszültségmérést is! Az izzókra jutó feszültséget az *A* és *B*, valamint *D* és *C* pontpárokra kötött feszültségmérővel mérjük, az áramforrás feszültségét az *A* és *C* pontokra kötött feszültségmérővel.
Tapasztalat:
Az egyes izzók feszültségének összege megegyezik a feszültségforrás feszültségével.



Sorosan kapcsolt fogyasztók feszültsége összeadódik, az összeg megegyezik az áramforrás feszültségével.

Példa

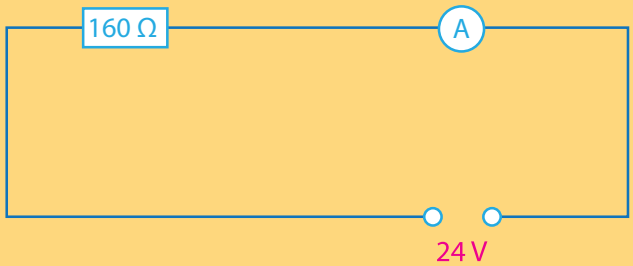
Egy áramkörben egy 80 Ω-os és egy 160 Ω-os ellenállást kapcsoltunk sorba. Megmértük az ellenállásokon átfolyó áramot, ez: $I = 100$ mA-nek adódott.
Számítsuk ki az áramforrás feszültségét!
Megoldás:
Ohm törvényének segítségével kiszámítjuk az ellenállásokra jutó feszültségeket és az áramforrás feszültségét.



$R_1 = 80\ \Omega$
$R_2 = 160\ \Omega$
$I = 100\ \text{mA} = 0{,}1\ \text{A}$
$U_1 = R_1 \cdot I = 80\ \Omega \cdot 0{,}1\ \text{A} = 8\ \text{V}$
$U_2 = R_2 \cdot I = 160\ \Omega \cdot 0{,}1\ \text{A} = 16\ \text{V}$
Az áramforrás feszültsége a két ellenállásra ható feszültség összege: $U_0 = U_1 + U_2 = 8\ \text{V} + 16\ \text{V} = 24\ \text{V}$.
Ebben az áramkörben 24 V feszültség hatására 100 mA áram folyik át a két ellenálláson.

Példa

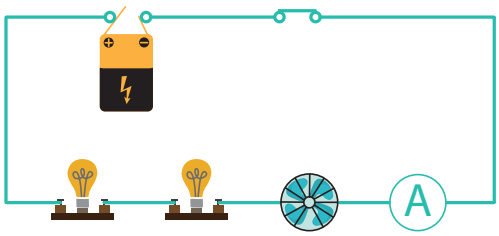
Egy másik áramkörben ugyanilyen 24 V-os áramforrásra egy 240 Ω ellenállású fogyasztót kapcsoltunk. Az áramerősség:
$I = \frac{U}{R} = \frac{24\ \text{V}}{340\ \Omega} = 0{,}1\ \text{A}$, tehát ugyanannyi, mint az előző áramkörben.
A két áramkör ellenállásain ugyanakkora feszültségű áramforrás ugyanakkora áramot hajt át.



A sorosan kapcsolt 80 Ω-os és 160 Ω-os ellenállásokat tehát „helyettesítettük” egyetlen, 240 Ω-os ellenállással.

Ezt a „helyettesítő”, 240 Ω-os ellenállást a sorba kapcsolt 80 Ω-os és 160 Ω-os ellenállások **eredőjének** nevezzük.
Az eredő ellenállást R_e-vel jelöljük.
Sorosan kapcsolt R_1 és R_2 ellenállások esetén az eredő $R_e = R_1 + R_2$.
Szavakkal megfogalmazva: sorba kapcsolt fogyasztók eredő ellenállása egyenlő az egyes fogyasztók ellenállásának összegével. A sorosan kapcsolt ellenállások eredője mindkét ellenállásnál nagyobb. Az egymás után kötött újabb ellenállások újabb akadályokat jelentenek az áram útjában, ezért növelik az eredő ellenállást.

Az áramerősség-mérőt mindig sorba kötjük a fogyasztóval (ugyanakkora áram halad át rajta, mint a fogyasztón, nincs más útja).

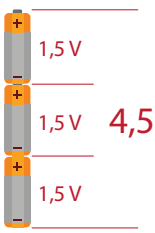




Az otthonokban felhasznált elektromos áram a villanyórán keresztül érkezik, ez alapján fizetjük a számlánkat. Ezután ágazik szét a lakás több részében.

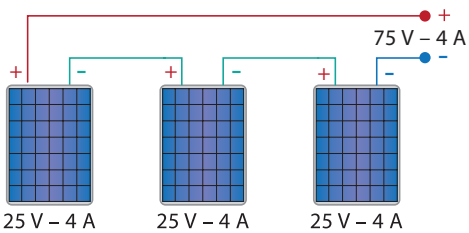


Olvadóbiztosítékban a fémszál elolvad, ha a megengedettnél nagyobb az áramerősség (így megszakad az áramkör, és a fogyasztó nem megy tönkre).



Akkumulátorok és galvánelemek soros kapcsolása esetén a feszültségek összeadódnak (kisebb feszültségű elemek gyártása egyszerűbb).

Napelemek soros kapcsolása



Soros kapcsolás esetén az egyes napelemek feszültsége összeadódik. Az elektromos áram erőssége elemenként azonos, és az eredő elektromos áram erőssége is marad ugyanannyi. Ezért így csatlakoztatnak napelemeket, ha a hálózatra termel elektromos áramot a napelem.
Ebben az esetben meg kell tervezni azt is, hogy majd az elektromos hálózat tudja fogadni a napelemek által termelt feszültséget.

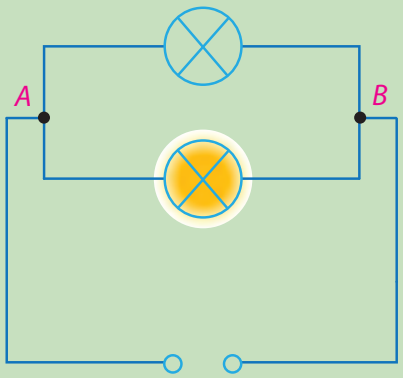
Párhuzamos kapcsolás

3. kísérlet

Állítsd össze az áramkört az ábra szerint! A két izzót párhuzamosan kapcsoltuk, vagyis az áramkör *A* és *B* elágazási pontjai közötti mellékágakba iktattuk a fogyasztókat. Az áramforrás és az elágazási pont közötti szakaszok az áramkör főágai. Mi történik, ha valamelyik izzót kicsavarjuk? Mérjük meg az egyes izzókra jutó feszültséget és az áramforrás feszültségét!

Tapasztalat:
Ha az izzók bármelyikét kikapcsoljuk, a másik még változatlan fénnyel világít. A feszültség a két izzón azonos, és megegyezik az áramforrás feszültségével.

Magyarázat:
Mindkét fogyasztót összekötöttük az áramforrás kimeneteivel.

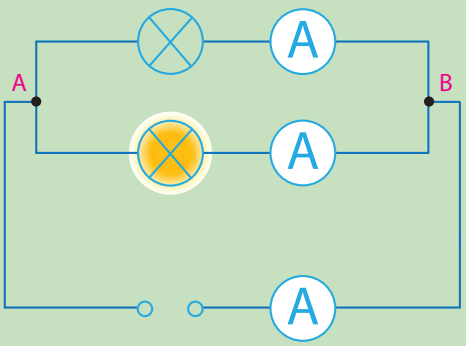


Párhuzamosan kapcsolt fogyasztókra azonos feszültség jut.

4. kísérlet

Megmérjük a két mellékágban és a főágban folyó áram erősségét.

Tapasztalat:
A két mellékág áramának összege egyenlő a főág áramával.



Párhuzamosan kapcsolt fogyasztók esetén a mellékágak áramerősségének összege egyenlő a főágban mért áramerősséggel.

Példa

Egy áramkörben kapcsoljunk párhuzamosan egy 40 Ω-os és egy 60 Ω-os ellenállást. Az áramforrás 24 V-os. Számítsuk ki az egyes fogyasztókon átfolyó áram erősségét és a főágét is! Párhuzamos kapcsoláskor a két fogyasztóra ugyanakkora, $U_0 = 24$ V feszültség jut.

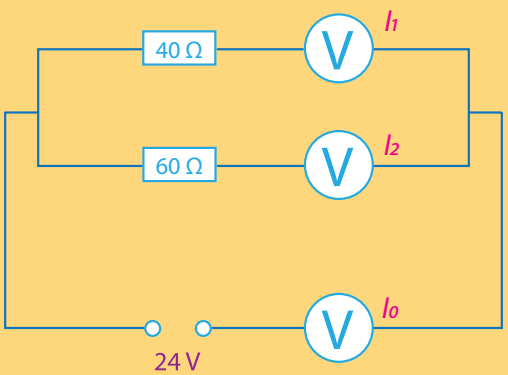
Megoldás:
Ohm törvénye szerint a 40 Ω-os ellenálláson átfolyó áram erőssége

$$I_1 = \frac{U_0}{R_1} = \frac{24\ \text{V}}{40\ \Omega} = 0{,}6\ \text{A};$$

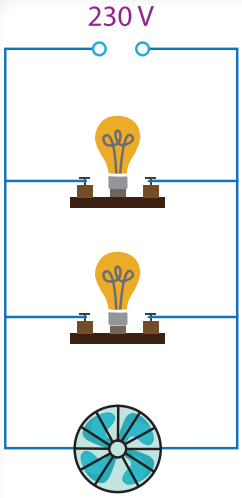
a 60 Ω-os ellenálláson átfolyó áram erőssége

$$I_2 = \frac{U_0}{R_2} = \frac{24\ \text{V}}{60\ \Omega} = 0{,}4\ \text{A}.$$

A főágban folyó áram erőssége a mellékágakban folyó áram erősségének az összege: $I_0 = I_1 + I_2 = 0{,}6\ \text{A} + 0{,}4\ \text{A} = 1\ \text{A}$.
A 24 V-os áramforrás az áramkörön 1 A áramot hajt át.
Ugyanez a 24 V feszültségű áramforrás ugyanekkora, tehát 1 A erősségű áramot hajt át egy $R = \frac{U}{I} = \frac{24\ \text{V}}{1\ \text{A}} = 24\ \Omega$ nagyságú ellenálláson.



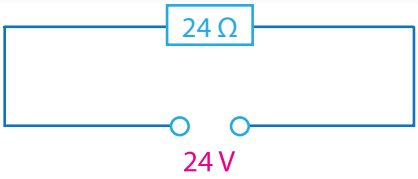
Kiegészítő anyag

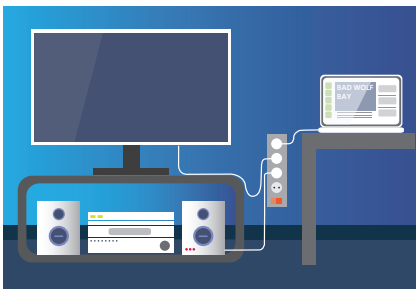


A párhuzamosan kapcsolt 40 Ω-os és 60 Ω-os ellenállások eredője 24 Ω. Az eredő nagysága mindkét ellenállásnál kisebb.

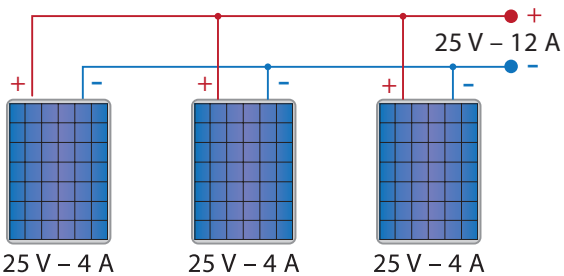
Párhuzamosan kapcsolt fogyasztók eredő ellenállása kisebb, mint bármelyik fogyasztó ellenállása. Ha újabb fogyasztókat kapcsolunk párhuzamosan az áramkörbe, akkor újabb mellékágak keletkeznek, új utak nyílnak az áramnak; tehát csökken az áramkör eredő ellenállása.

Párhuzamos kapcsolásra példa a lakás elektromos hálózata. Ha valamelyik helyiségben kiég a lámpa, vagy egy berendezés elromlik, attól még a többi működik.



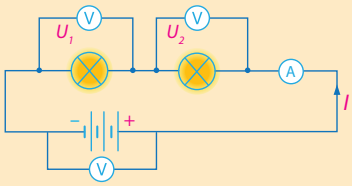
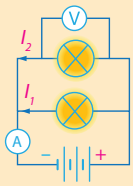


Napelemek párhuzamos kapcsolása



Párhuzamos kapcsolás esetén az egyes napelemek elektromos áramerőssége összeadódik. A feszültség elemenként azonos, és az eredő feszültség is ugyanannyi marad. Ezért így csatlakoztatnak napelemeket, ha egy meghatározott fogyasztót működtetnek vele. Például ha 3 db napelemet kötünk párhuzamosan, és az egyes napelemek feszültsége 25 V, az elektromos áramerősségük pedig 4 A, akkor a teljes ág feszültsége is 25 V, az áramerősség pedig 12 A lesz.

Összefoglalás

Soros kapcsolás	Párhuzamos kapcsolás
	
$U = U_1 + U_2$	U = állandó
I = állandó	$I = I_1 + I_2$
$R_1 + R_2 = R_e$	$R_1 > R_e$ $\quad R_2 > R_e$

Kérdések, feladatok

1. Újabb és újabb fogyasztók áramkörbe iktatásakor hogyan változik az áramkör eredő ellenállása
   - soros kapcsolás,
   - párhuzamos kapcsolás esetén?
2. Újabb és újabb fogyasztók áramkörből való kikapcsolásakor hogyan változik az áramkör áramerőssége
   - soros kapcsolás,
   - párhuzamos kapcsolás esetén?

6. AZ ÁRAM HATÁSAI

A hőhatás



1. kísérlet

Változtatható feszültségű áramforrást kapcsolunk két szigetelőállvány között kifeszített ellenálláshuzalra. Az áramerősséget digitális multiméterrel mérjük.

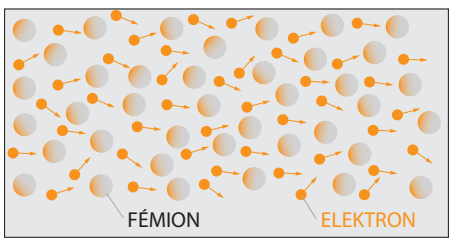
Tapasztalat:

Lassan, fokozatosan növelve a huzalon átfolyó áram erősségét, a huzal melegedését tapasztaljuk. Ennek jelei: először az ellenállás-huzal megnyúlik. A huzalhoz érintett papír megpörkölődik, esetleg meg is gyullad. Magasabb áramértékek esetén a huzal izzani kezd: először vörösen, majd egyre fehérebben és fényesebben.

Érdekes dolgot figyelhetünk meg, ha az ellenálláshuzalt átalakítjuk úgy, hogy egyenes és csavart vonal alakúra meghajlított szakasz is legyen benne. Az átalakított szálat árammal melegítve azt tapasztaljuk, hogy a csavart szakasz jobban izzik, mint az egyenes, mert a csavart rész meneteit a szomszédos menetekből érkező hősugárzás is melegíti.

Az elektromos áram hőt termel, amelynek nagysága függ a vezeték minőségétől. Ez a Joule-féle hő.

Miért melegszik fel áram hatására a vezető?



Az áramforrás által mozgatott elektronok nekiütköznek a fém ionjainak. Ütközéskor átadják energiájuk egy részét a fém ionjainak, ezáltal növekszik a vezető részecskéinek rezgési, mozgási energiája. Az atomi szintű ütközés növeli az anyag hőmérsékletét.

A vezető hőmérséklete az áram bekapcsolása után csak egy ideig emelkedik, azután állandósul, mert a felvett energiát főként hősugárzással leadja a környezetének.

Érdekesség

Az azonos méretű, de különböző anyagból készült huzalok ellenállása különböző: a huzalok ellenállása függ a huzalok anyagától.

Néhány anyag 1 m hosszú, 1 mm^2 keresztmetszetű darabjának ellenállása Ω-okban:

Ezüst	0,016	Vas	0,6–1,6
Réz	0,018	Szén	40–100
Alumínium	0,028	Porcelán	10 000
Volfrám	0,055	Bakelit	1 000 000
Acél	0,1–0,25	Száraz papír	3 000 000
Konstantán	0,43	Gumi	10 000 000
Króm-nikkel	0,85	Ebonit	100 000 000

Mint a táblázatból látszik, a különféle anyagok ellenállása tág határok között változik. Egyeseknek az ellenállása nagyon kicsi – ezek az úgynevezett *jó vezetők* –, mások ellenállása sok milliószor akkora, ezek a *szigetelők*.

Az elektromos áram hőhatását alkalmazó eszközök

Az elektromos áram minden vezetőt felmelegít, amelyen átfolyik. Hő tehát minden elektromos eszközben keletkezik. Kifejezetten melegítés céljára szolgáló eszközök: az elektromos tűzhely, a vasaló, az elektromos kávéfőző, a vízforraló, az elektromos vízmelegítő (bojler).











A melegítőeszközökben speciális fémszál (ellenálláshuzal) melegszik az áram hatására.
A melegítőeszközök a legnagyobb energiafogyasztók a háztartásban.

A túlmelegedés veszélyes: ha egy fogyasztót nagyobb feszültségre kapcsolunk, akkor a rajta áthaladó áramerősség is nagyobb lesz. Az áramforrás feszültségével egyenes arányosságban nő a rajta áthaladó áram erőssége is. Egy bizonyos határon túl azonban ez már túlmelegedéshez vezethet, sőt tüzet is okozhat.

Kiegészítő anyag

Kémiai hatás

2. kísérlet

Eszközök: egy elem, egy izzó foglalattal, vezetékek, egy tál víz, konyhasó

a) A elemet és az izzót tartalmazó áramkört szakítsuk meg valahol, és a két vezetéket egy kupac sóba dugva próbáljuk meg zárni az áramkört.
b) Az előző módszerrel vizsgáljuk meg, hogy a tiszta víz vezeti-e az áramot!
c) Öntsük a sót a vízbe, és a két vezetéket mártsuk a sós vízbe!

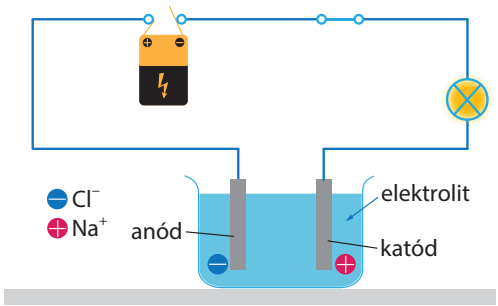
Tapasztalat:
A sókupac és a tiszta víz nem vezette az áramot, az izzó nem világított. A sós víz azonban vezette az áramot, az izzó világított.

A sóban és a tiszta vízben nincsenek mozgó töltéshordozók, ezért nem vezetik az áramot. **A sós víz vezeti az áramot.**

Kiegészítő anyag

Hogyan vált vezetővé a víz?

A konyhasó nátrium-klorid, vegyjele: NaCl. A sókristály azonos számú Na^+ és Cl^- ionból áll, benne nincs mozgóképes töltéshordozó, ezért szigetelő. Oldódáskor a kristályrács lebomlik, és a mozgóképessé vált ionok elkeverednek a vízmolekulák között. A képen látható elrendezésben a sóoldatban levő nátriumionok az elem negatív pólusa felé mozognak, a negatív kloridionok pedig a pozitív pólus felé. A rendezett töltésvándorlás: elektromos áram. A szabadon mozgó ionokat tartalmazó folyadékot elektrolitnak nevezzük.



A folyadékba merülő vezetők neve: elektróda. Az áramforrás negatív pólusára kapcsolt elektróda a katód, a pozitív elektróda pedig az anód.

Élettani hatás

Érdekesség

A szervezetünkben áramvezetés nem csak baleset (áramütés) esetén történik. Idegrendszerünk áramkörök szövevényes hálózata. Ez a hálózat irányítja szervezetünket. Az idegrendszer működése során az idegpályákon mV nagyságrendű feszültségimpulzusok haladnak nagy sebességgel. A külső elektromos áram, azaz az áramütés ezt az érzékeny rendszert zavarja meg.

Az áramütés veszélyessége

Az áramütés veszélyességének mértékét elsősorban az átfolyó áram erőssége szabja meg.

Az áramütés hatásai	Egyenáram esetében (mA)
Érzékelési küszöb, enyhe rázásérzet	2–6
Rángásérzet	8–10
Fájdalmas izomgörcs, az áramütést elszenvedő ember a vezetéket nem képes elengedni.	60–70
Szabálytalan szívműködés, légzőizomgörcs	80–90
Eszméletvesztés	110–140
Szívbénulás, halálveszély	300–500

A veszélyes feszültség értéke

3. kísérlet

A digitális multiméter megfelelő üzemmódba kapcsolva ellenállást is tud mérni. Mérjük meg segítségével testünk ellenállását! Végezd el a kísérletet vizes kézzel is!

Tapasztalat: Az ellenállásmérő körülbelül 1000 Ω ellenállást mutat. Ha vizes a kezünk, akkor kisebb az ellenállás.





Az 50 mA-nél erősebb áram már életveszélyes. Ohm törvényének segítségével számítsuk ki, hogy mekkora az a feszültség, ami ilyen erős áramot „hajt át” szervezetünkön! Az emberi test ellenállásának mértékét sok tényező befolyásolja. Számoljunk a kísérletünk alapján 1000 Ω-mal. Jó tudni, hogy az emberi test ellenállásának nagy része a bőr ellenállásából adódik, hiszen a többi szövet jó vezető.

Az $R = \frac{U}{I}$ összefüggésből $U = I \cdot R$, így

$U = 50\ \text{mA} \cdot 1000\ \Omega = 0{,}05\ \text{A} \cdot 1000\ \Omega = 50\ \text{V}$.

Ez az a feszültség, ami már életveszélyes lehet. Biztonsági okokból diákok ezért csak legfeljebb 24 V feszültséggel kísérletezhetnek.

Az áramütés veszélyességét néhány más körülmény is befolyásolja:

- Az áram útja a szervezetben. Különösen veszélyes, ha a szíven vezet keresztül.
- Az árammal érintkező testfelület nagysága. Végzetesek a fürdőkádban történő áramütések, ilyenkor az egész testfelület érintett.
- A bőr nedvessége csökkenti a bőr ellenállását, növeli az áramütés veszélyességét.
- A hosszabb idejű áramütések nagyon veszélyesek. Az áramütés miatt bekövetkező izomgörcs eredményezhet hosszú ideig tartó áramütést.
- Alkoholos, gyógyszeres, drogos állapot közvetett módon fokozza az áramütés veszélyességét azáltal, hogy növelheti az áramütés időtartamát.

Teendők áramütés esetén



Nagyon fontos a gyorsaság. Áramütés esetén az áramütött személy izomgörcs miatt sokszor nem tud kiszabadulni az áramkörből. Első teendő az **áramtalanítás;** a lehető leggyorsabban ki kell szabadítani a sérültet, de úgy, hogy a segélynyújtó épségét ne veszélyeztesse. Tilos ezt úgy végezni, hogy közben hozzáérünk a sérülthöz, mert mi is úgy járhatunk, mint ő! Otthon, háztartási baleset esetén csapjuk le a biztosítékot, vagy áramtalanítsuk az adott eszközt, például húzzuk ki a konnektorból.

Orvost vagy mentőt kell hívni; a sérültet le kell ültetni vagy fektetni. Eszméletét veszített sérültet oldalára kell fektetni (stabil oldalfekvés). Szükség esetén befúvásos mesterséges légzést kell alkalmazni.

Mentés után azonnal **elsősegélyt kell nyújtani,** még akkor is, ha az áramütöttnek semmilyen panasza nincs, mert néhány perc múlva kamrai fibrilláció (szabályozhatatlan szívritmuszavar) léphet fel.



Balesetveszélyes helyzetek, amelyek feltétlenül kerülendők

Hálózatra kapcsolt készülékek szerelése.
Hálózatra kapcsolt készülék és vízvezeték vagy fűtéscső egyidejű érintése.
Villamos készülék használata fürdőkádban.
Nem megfelelő szigetelésű villamos gépek használata.
Védőföldeléssel ellátott berendezés földelés nélküli konnektorhoz csatlakoztatása.
Elektromos vezetékek és locsolóvíz találkozása.

Defibrillátor: egy készülék, mely áramütéssel menti az életet

Szívbetegeknél, olykor azonban egészséges fiatal embereknél is megtörténhet a hirtelen szívmegállás. Ilyen helyzetekben menthet életet a defibrillátor. Használatakor erős áramimpulzust vezetnek a szíven keresztül, ez indítja be a szív ritmusos összehúzódását. Az eredményes beavatkozásra csak percek állnak rendelkezésre; a túlélés esélyeit a késlekedés gyorsan csökkenti. Ha a defibrillátorkészülék csak a helyszínre érkező mentőautóban hozzáférhető, akkor egy nyílt utcán bekövetkező hirtelen kamrafibrillációnak tartós károsodás vagy halál lehet a következménye.



Érdekesség

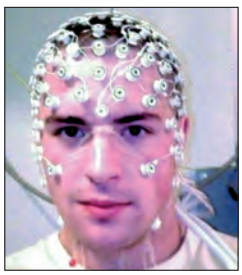
A közterületeken elhelyezhető automata és félautomata defibrillátort (AED – Automated External Defibrillator) azért fejlesztették ki, hogy segítségével még egy szakképzetlen elsősegélynyújtó is elvégezhesse a defibrillálást, még a mentők megérkezése előtt. A készülék a beteg mellkasára helyezett elektródákon keresztül felismeri a fibrillációt, ezután a segélynyújtó egy gomb megnyomásával leadja az áramütést. A készülék biztonsági rendszere kizárja a véletlen vagy indokolatlan sokkolás lehetőségét.



Az elektrokardiográfia (EKG) a szív elektromos jelenségeit vizsgálja

A szívizom összehúzódásakor elektromos feszültség keletkezik. Ezt a feszültséget a test felületére helyezett elektródák érzékelik, és a készülék rögzíti. Ebből készül az EKG-görbe.





Az elektroencefalográfia (röviden: EEG) az agy elektromos működését vizsgálja a koponya felszínén elhelyezett elektródákkal. Az EEG segítségével kóros agyi folyamatok és alvási rendellenességek vizsgálatára nyílik lehetőség.

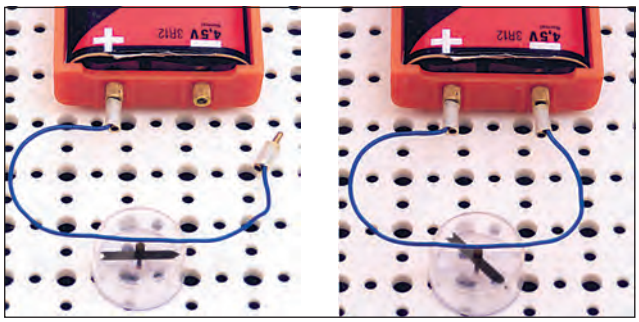
A pacemaker (beültetett szívritmus-szabályozó)

Elektródákkal kapcsolódik a szívhez, és elektromos impulzusaival vezérli a szívizmok összehúzódását. Olyan esetekben alkalmazzák, amikor a szív saját ritmusa túl lassú, vagy a szív ingerületvezető rendszerében hiba van. Némelyik szívritmus-szabályozó defibrillátort is tartalmaz.



Mágneses hatás

Az iránytűt a közelébe helyezett áramvezető kitéríti. **Az áramnak van mágneses hatása is.**



Összefoglalás

Az emberi test vezeti az elektromos áramot, mert a sejtjeiben lévő folyadékok elektrolitok.
A szervezeten áthaladó áram – erősségétől függően – változásokat hoz létre.
Az áram élettani hatásai: izomösszehúzódás, égési sérülések és a test nedveiben bekövetkező kémiai változások.
Az áramütés veszélyességét elsősorban az áram erőssége határozza meg.
Az áramütés elkerülésére vonatkozó szabályok, valamint a mégis bekövetkező baleset esetén végzendő teendők ismerete életet menthet.

Kérdések, feladatok

1. Keresd meg az otthonotokban található, melegítésre szolgáló elektromos eszközöket!
2. Miért melegszik fel az átfolyó áram hatására a vezető?
3. Egy vezetőben növeljük az áram erősségét. Milyen hatása van ennek
   a) az elektronok mozgási sebességére?
   b) a vezető hőmérséklet-növekedésére?
4. Mi a defibrillátor, és mi a pacemaker?
5. Milyen orvosi vizsgálatok alapulnak az emberi test elektromos vezetőképességén?

7. ÁLLANDÓ MÁGNESEK



Már az ókorban ismerték az emberek azt a mágneses vasércet (magnetit), amely a vasból készült tárgyakat magához vonzza. Mágnes szinte minden háztartásban található: a szekrények gyakran mágneszárral működnek, a szétszóródott gombostűket, kapcsokat mágnessel össze tudjuk szedni, és iránytűt is biztosan látott már mindenki! **Az ilyen mágneseket állandó vagy permanens mágneseknek nevezzük.**

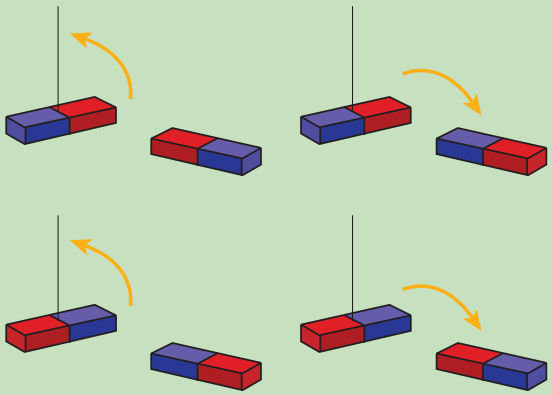




1. kísérlet

Vegyünk kézbe két mágnesrudat, és közelítsük őket egymáshoz különböző végeikkel!

Tapasztalat: A mágnesrúd bizonyos végei vonzzák, bizonyos végei pedig taszítják egymást.



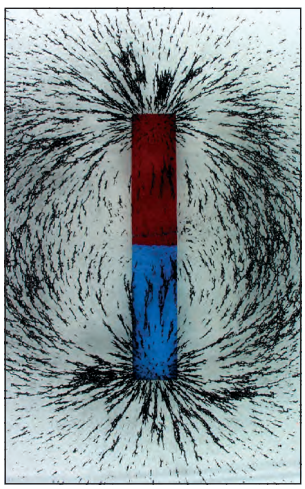
2. kísérlet

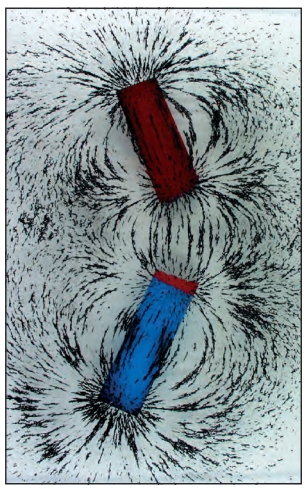
Helyezzünk az asztalra parafa dugót, műanyag kupakot, rézből készült kulcsot, alumíniumhengert, drótot, papírgalacsint, üveggolyót, gumikarikát, vasszöget, és ha van: ezüstláncot, dobókockát! Közelítsük mindegyikhez a mágnesrudat! Figyeljük meg, mit tapasztalunk!

Tapasztalat:

A mágnes egyedül a vasszöget vonzotta magához, a többi tárgyra nem hatott.







A mágneses hatás a mágnesrúd végein a legerősebb, a rúd közepe gyakorlatilag nem mágneses. A rúd végeit a mágnes pólusainak nevezzük. A mágnes pólusait szétválasztani nem lehet. Ha eltörnénk egy mágnest, akkor mind a két darabjának újra két pólusa lenne!

A mágnesrúd maga körül mágneses mezőt kelt, a kirajzolódó vonalakat mágneses erővonalaknak nevezzük.

Ezt a vasreszelék elrendezése megmutatja.

3. kísérlet

Vegyünk a tenyerünkbe mágnest, kezünk fejét pedig tartsuk szögek közelébe!

Tapasztalat:

A mágnes a szögeket a kezünkön keresztül is vonzza, mert a mágnes által keltett mágneses mező fejt ki hatást rájuk, és azt a kezünk nem „árnyékolja le".



Az iránytű egy tengelyen elforduló, kis méretű mágnes

Az iránytű akkor is jelez mágneses mezőt, ha nincs a közelében mágnesrúd, mivel a **Földnek is van mágneses mezője.**

A Föld pólusai az Északi- és a Déli-sark közelében vannak, de nem esnek egészen egybe azokkal. A pólusokat összekötő képzeletbeli tengely eltér a Föld forgástengelyétől. Az iránytű és minden mágnes északi pólusának azt a pólust nevezzük, amelyik az Északi-sark irányába mutat, tehát a Föld mágneses mezőjének itt van a déli pólusa.

Érdekesség

Az iránytűkön az északi irányt gyakorta az angol north szó kezdőbetűjével (N) jelölik, a déli irányt pedig az angol south kezdőbetűjével (S).



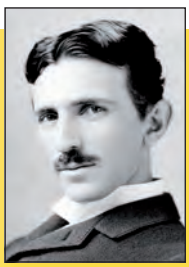
Érdekesség

A mágneses sarkok helyzete nem állandó, évente átlagosan körülbelül 15 km-nyit mozdulnak el véletlenszerűen. A két pólus egymástól függetlenül vándorol, és nem mindig a földgömb két, egymással ellentétes pontján található.

A Föld környezetének azt a részét, ahol a mágneses hatás érvényesül, magnetoszférának nevezzük.



Érdekesség



Nikola *Tesla* (1856–1943) horvát–szerb–amerikai fizikus, feltaláló, mérnök. A világ egyik legjelentősebb feltalálója volt. Tevékenységét elsősorban az elektromosság, mágnesség és gépészet terén fejtette ki. Életében 146 szabadalmat jegyeztek be a neve alatt. Róla nevezték el a mágneses mező erősségét jellemző fizikai mennyiség mértékegységét teslának. Napjainkban is elneveznek róla vállalatokat, autókat.

Az elektromágnes

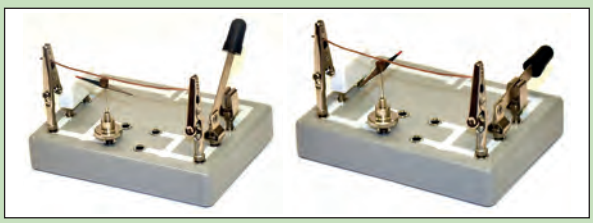
Ha az iránytűt nagy áramú vezeték közelében akarjuk használni, nem fogja a helyes irányt mutatni. Ezt kísérletileg is könnyű igazolni.

4. kísérlet

Közelítsünk iránytűvel alumíniumhuzalhoz! Figyeljük meg az iránytű helyzetét! Ezután vezessünk áramot a vezetékbe! Mi történik?

Tapasztalat:

Az alumíniumot a mágnes nem vonzza, ezért a vezeték nem fejt ki hatást az iránytűre. Ha azonban áramot vezetünk rajta keresztül, akkor az iránytűt kitéríti eredeti helyzetéből.



Az iránytű kimozdulását egy másik mágneses mező idézhette csak elő. A kísérlet tanúsága szerint az **áramjárta vezetéknek is van mágneses mezője.** Ez lehetőséget ad, hogy elektromos áram segítségével mágnest készítsünk.

5. kísérlet





1. Közelítsünk egy áramjárta tekerccsel a vasreszelékhez! Figyeljük meg, mi történik!

Tapasztalat:
A tekercs nem vonzza magához a vasreszeléket.

2. Helyezzünk a tekercsbe egy vasrudat, és így vezessünk áramot a tekercsbe, majd kapcsoljuk ki! Mit tapasztalunk?

Tapasztalat:
A tekercs most magához vonzza a vasreszeléket, de az áram kikapcsolásakor ez a vonzó hatás megszűnik.

A vasrudat szokás vasmagnak nevezni, ami azért erősíti a mágnes hatását, mert a benne levő parányi mágnesek itt is rendeződnek, és az egész vasmag mágnessé válik.

Egy lágyvas maggal ellátott tekercset elektromágnesnek nevezzük.

Az elektromágnes erőssége függ:

a) a tekercsben folyó áram erősségétől

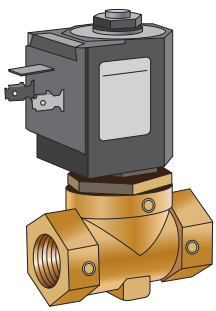
b) a tekercs menetszámától

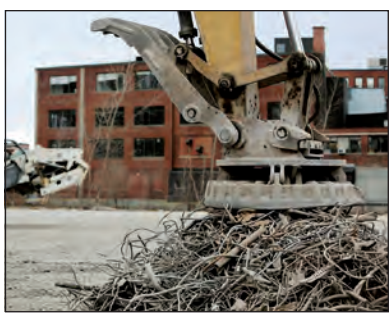
Az elektromágnes szerepe a mindennapi életünkben

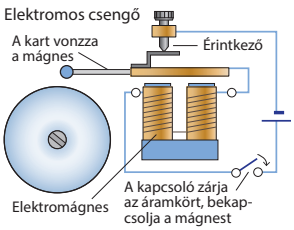
Számos olyan berendezés vesz körül bennünket, amelyek elektromágnest tartalmaznak. Ezek működésében az a közös, hogy az elektromágnes áramának be-, illetve kikapcsolásával a mágneses hatás is azonnal érvényesül, illetve megszűnik.







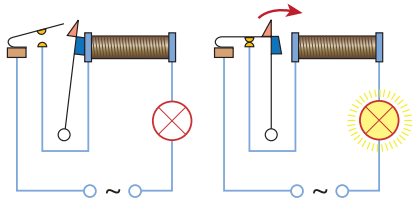






- Mágnesszelepet használnak az öntözőrendszerek vezérlésénél, fűtésszabályozásnál, egyes autók fékrendszerében. Többnyire ott, ahol a **folyadék vagy gáz áthaladását elektronikusan kell vezérelni.**
- A **teheremelő mágnest** vasanyagok és mágnesezhető anyagok felemelésére, szállítására használják.
- **Sínfék** biztosítja a gyors fékezést a vonatoknál, villamosoknál.
- A kenyérpirítóban a melegítés alatt egy elektromágnes tart bekapcsolt állapotban egy érintkezőt. A sütési idő leteltével az elektromágnes elengedi az érintkezőt, ami megszakítja a fűtőáramkört.
- A **maglevvonatoknak**, amelyeknek nincs kereke, nincs súrlódása sem. A vonaton és a pályatesten is erős mágnesek vannak, amelyek kölcsönösen taszítják egymást, és így lebegtetik a járművet. Jelenleg 500 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ csúcssebességet ért el Japánban ez a vonat.
- Az **automata biztosíték** elektromágnese a megengedettnél nagyobb áramerősség érzékelésekor az áramkört megszakítja.
- A hagyományos **elektromos csengőben** is egy elektromágnes rántja a haranghoz a kalapácsot.





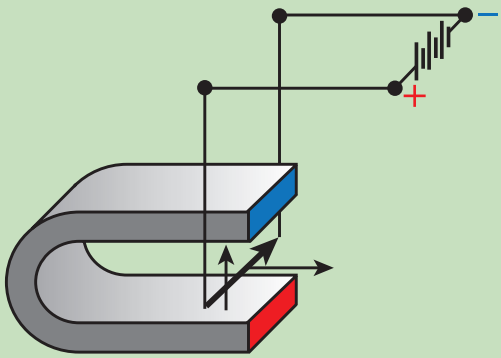
Ekektromos motor

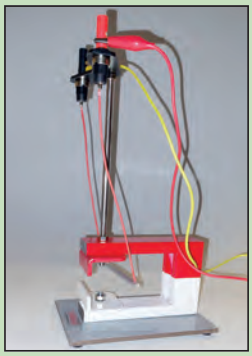
Eddig arra láttunk példákat, hogy az elektromos vezetők körül mágneses mező alakul ki. Helyezzünk most mágneses mezőbe olyan vezetőt, amelyben áram folyik! Mivel ennek a vezetőnek is van mágneses tere, ugyanazt tapasztaljuk, mintha két mágnest helyeznénk egymás közelébe, tehát a vezetőre – a rajta átfolyó áram irányától függően – vonzó, illetve taszító erő hathat. Erre láthatunk most kísérletet!

6. kísérlet

Patkómágnes pólusai közé helyezzünk alumíniumvezetőt úgy, hogy el tudjon mozdulni! Vezessünk áramot a vezetőn keresztül, majd változtassuk meg az áram irányát!

Tapasztalat:
Ha áramot vezetünk rajta keresztül, a vezető el fog mozdulni. Az elmozdulás iránya az áram irányától függ.





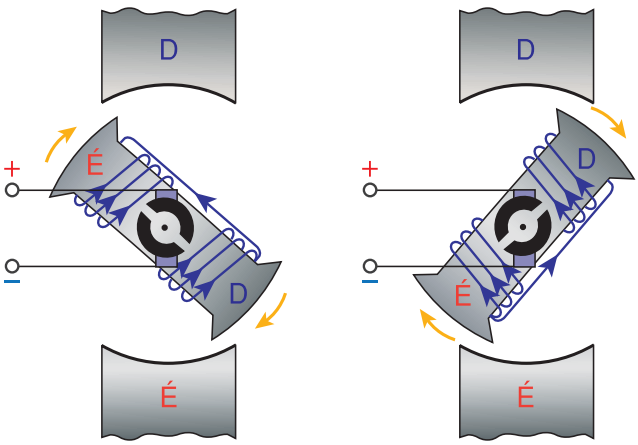
Ha a mágneses mezőbe tengellyel rögzített vasmagos tekercset helyezünk, és a tekercsbe áramot vezetünk, akkor a tekercs el fog fordulni. A jelenség felhasználásával egyenáramú villanymotort lehet készíteni.

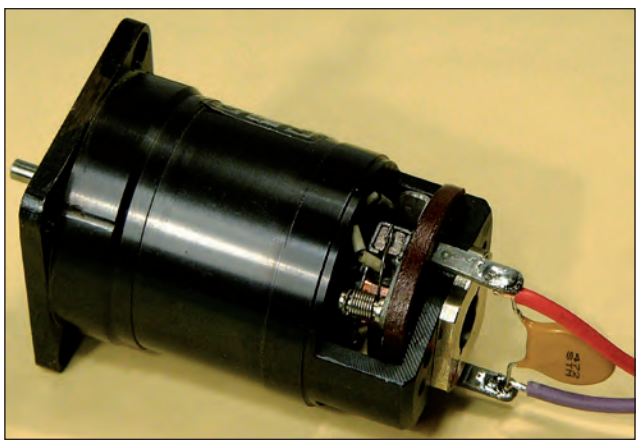
Az ábra szerinti helyzetben a forgó- és az állórész pólusai különbözők, így vonzzák egymást, ezért a forgórész elindul.

Érdekesség

Jedlik Ányos (1800–1895) győri bencés matematika, és fizikaszakos tanár. 1829-ben készítette el a villanymotor ősét, a „villanydelejes forgonyát”. Jedlik Ányos a magyar tudomány kimagasló egyénisége. Nevéhez fűződik többek között az első elektromotor megalkotása, az öngerjesztés elve, a dinamóelv első leírása. Fénytanban és hőtanban is kimagasló eredményeket ért el.







Összefoglalás

A természetben is található mágneses tulajdonsággal rendelkező vasérc.
A mágnesnek azokat a részeit, ahol a mágneses hatás a legerősebb, pólusoknak nevezzük.
A mágnesrúdnak két pólusa van, az egyiket északi, a másikat déli pólusnak hívjuk.
Az azonos pólusok taszítják, a különbözők vonzzák egymást.
A mágnes a vasat vonzza.
Az iránytű egy tengely körül elforduló mágnes.
A Földnek is van mágneses mezője.
A mágneseket mágneses mező veszi körül, amely nem látható, de egy iránytűvel kimutatható, mert mindig a mágneses mező erővonalainak az irányába áll be.
A vezetőben folyó elektromos áram maga körül mágneses mezőt hoz létre.
Egy lágyvas maggal ellátott tekercset elektromágnesnek nevezünk.
Az elektromágnes erőssége függ a tekercsben folyó áram erősségétől és a tekercs menetszámától.
Az elektromágnes gyakorlati alkalmazása: teheremelő mágnes, sínfék, automata biztosíték, elektromos csengő, kapcsoló.
Mágneses tér és elektromágnes segítségével folytonos forgómozgás állítható elő, ezen az elven működik a villanymotor.

Kérdések, feladatok

1. Sorolj fel példákat arra, hogy hol használunk mágnest a háztartásokban!
2. Vajon miért használnak a műszerészek mágneses végű csavarhúzót?
3. Nézz utána, hogy milyen anyagokból lehet még állandó mágnest készíteni, és melyik hány fokon veszíti el mágneses tulajdonságát!
4. Két teljesen egyforma vasrudat kapsz a kezedbe. Az egyik mágnes, a másik közönséges vasrúd. Hogyan állapíthatod meg, hogy melyik a mágnes, ha semmilyen más tárgyat nem használhatsz fel ennek az eldöntéséhez?
5. Mi a szerepe a vasmagnak az elektromágnes működésében? Miért lágyvasat használnak erre a célra acél helyett?
6. Járj utána, hogy a mindennapi életben hol alkalmaznak még elektromágnest!
7. Hol használnak a gépkocsikban egyenáramú villanymotort? Mekkora feszültséggel működnek ezek?



8. AZ ELEKTROMOS MUNKA ÉS TELJESÍTMÉNY

Elektromos munka



Az elektromos fogyasztó az áramforrásból energiát vesz fel. Ezt az energiát használja fel működése közben, vagyis amikor **munkát végez,** vagy hőt termel. Egy villanymotorral működő fúrógép az áramforrásából, az elektromos hálózatból felvett energiát használja, amikor fúráskor munkát végez.
Ha az áramkör egy hőt fejlesztő ellenállást működtet (például egy villanybojlert), akkor az áramforrásból felvett energia egyenlő az ellenálláson **felszabaduló hővel.** Ez a fogyasztó **elektromos munkája. Az elektromos munka jele:** W (az angol work szó alapján), **mértékegysége megegyezik az energia mértékegységével, tehát joule (J).**
A fogyasztó által végzett elektromos munka függ a feszültségtől, az áramerősségtől és az eltelt időtől.

Szavakkal	Jelekkel	Mértékegységekkel
Az áramforrásból felvett energia, vagyis az elektromos fogyasztó által végzett munka a feszültség, az áramerősség és az eltelt idő szorzata.	$W = U \cdot I \cdot t$	1 joule (J) = = 1 volt (V) · 1 amper (A) · 1 másodperc (s)

Elektromos teljesítmény

Az elektromos teljesítmény az elektromos munkavégzés sebessége. Mértékegysége a watt (W).

Kiszámítása: $P = \frac{W}{t} = \frac{U \cdot I \cdot t}{t} = U \cdot I$. Ezek szerint:

Szavakkal	Jelekkel	Mértékegységekkel
A fogyasztó elektromos teljesítménye a fogyasztó kivezetései között mérhető feszültség és a rajta folyó áram erősségének szorzata.	$P = U \cdot I$	1 watt (W) = 1 volt (V) · 1 amper (A)

Példa

Asztali lámpákban gyakran 60 W-os háztartási izzót használunk. Érdekes, hogy ugyanígy 60 W-os a gépkocsi fényszórójának izzója is, pedig csak 12 V feszültség táplálja. Hogy lehetséges ez? Számítsuk ki ezen izzók névleges áramerősségét!

Megoldás:

Az elektromos teljesítmény: $P = U \cdot I$, amiből $I = \frac{P}{U}$.

Hálózati izzó	Gépkocsiizzó
$U = 230$ V, $P = 60$ W	$U = 12$ V, $P = 60$ W
$I = \frac{P}{U} = \frac{60\text{ W}}{230\text{ V}} = \mathbf{0{,}26\text{ A}}$	$I = \frac{P}{U} = \frac{60\text{ W}}{12\text{ V}} = \mathbf{5\text{ A}}$

Érdekesség

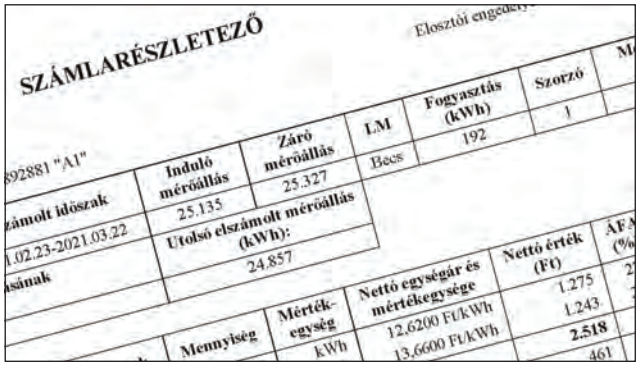
Az elektromos fogyasztók fontos jellemzője a teljesítmény. Például a hálózati izzókon fel is tüntetik, hogy 230 V-os áramforrásra kapcsolva 60 W vagy 100 W teljesítményt adnak le. Az elektromos fogyasztókat mindig valamilyen meghatározott feszültségre tervezik. Ha a fogyasztó ezen az úgynevezett **névleges feszültségen** üzemel, akkor adja le a **névleges teljesítményt**.

Ha ugyanarra a fogyasztóra a névlegesnél alacsonyabb feszültséget kapcsolunk, akkor a névlegesnél kisebb teljesítményt ad le. Ha a fogyasztót az előírtnál nagyobb feszültségű áramforrásra kapcsoljuk, akkor a megengedettnél nagyobb áram folyik át rajta; ez a készüléket tönkreteheti.
Néhány elektromos fogyasztó névleges teljesítménye:

digitális kvarcóra	0,001–0,005 mW	hűtőszekrény	60–100 W
zsebszámológép	1–50 mW	mikrohullámú sütő	600–2500 W
zsebizzó	1–2 W	porszívó	1000–1800 W
videókamera	3–10 W	mosógép	1500–2500 W
hálózati izzó	15–100 W	vasaló	1200–1800 W
kompakt fénycső	8–20 W	villanytűzhely	1500–4500 W
televízió	50–100 W	bojler	1200–3000 W
számítógép (laptop)	40–250 W	klímaberendezés	2000–3000 W

Az **elektromos munká**t, vagyis a hálózatból felvett energiát az elektromos eszközök teljesítményéből is meghatározhatjuk.
$W = U \cdot I \cdot t = P \cdot t$
A gyakolatban a villanyszámlán nem joule, hanem kWh mértékegységet találunk.
1 kWh = 1000 · 3600 Ws = 3 600 000 J.

Az elektromos eszközök működésük közben az elektromos hálózatból vesznek fel energiát. Ezt az energiát a villamos erőművek táplálják a hálózatba.


SZÁMLARÉSZLETEZŐ

Indulló mérőállás	Záró mérőállás	LM	Fogyasztás (kWh)	Szorzó
25.135	25.327	Becs	192	1

Utolsó elszámolt mérőállás (kWh): 24.857

Mennyiség	Mérték-egység	Nettó egységár és mértékegysége	Nettó érték (Ft)
	kWh	12,6200 Ft/kWh	1.275
		13,6600 Ft/kWh	1.243
			2.518
			461

Példa

Számítsuk ki, hogy egy négy órán át működő, 120 W-os számítógép és egy 1,8 kW-os, 120 literes villanybojler mekkora összeggel növeli a havi villanyszámlát! 1 kWh elektromos energia árát vegyük 38 Ft-nak.

Számítógép	Villanybojler
P = 120 W, t = 4 h	P = 1,8 kW, t = 4 h
A 4 óra alatt elhasznált elektromos energia: $W = P \cdot t$ = 120 W · 480 Wh = 0,48 kWh Ennek az ára: 38 Ft · 0,48 = 19,2 Ft	Ugyanígy a villanybojler esetében: $W = P \cdot t$ = 1,8 kW · 4 h = 7,2 kWh Ennek az ára: 38 Ft · 7,2 = 273,6 Ft

Energiatakarékosság

A háztartási fogyasztók teljesítménytáblázatából kiderül, hogy az áram hőhatását hasznosító eszközök felvett teljesítménye nagy. Elsősorban ezek okozhatják villanyszámláink magas összegét. A rövid ideig üzemelők (kenyérpirító, hajszárító stb.) fogyasztása nem jelentős. Az állandóan bekapcsolva tartott eszközök (hűtőszekrények, fagyasztók) fogyasztása már jelentősebb tétel; vásárlásukkor érdemes a fogyasztásukat is figyelembe venni. Legnagyobb fogyasztók az elektromos vízmelegítők (bojlerek), a villanykályhák és újabban a klímaberendezések.



Lehetőségek az energiatakarékosságra:

- a villanybojler megfelelő időközönkénti vízkőmentesítése;
- mosás, mosogatás alacsony hőmérsékleten (30 °C);
- zuhanyozással kevesebb meleg vizet használunk, mint kádban fürdéssel;
- az elektromos berendezéseket használaton kívül áramtalanítsuk;
- az izzólámpákat érdemes lecserélni kompakt fénycsövekre és LED-lámpákra.

Mi mindent tudhatunk meg egy villanykörte csomagolásából?

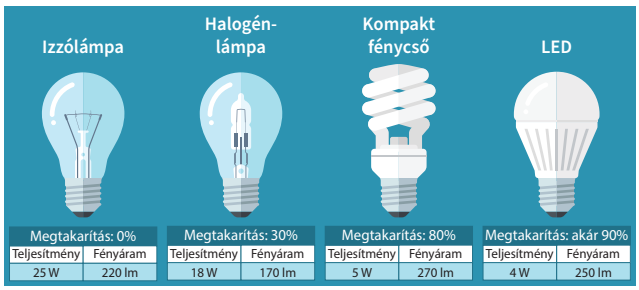
Amikor világítóeszközöket vásárolunk, érdemes a csomagolásról tájékozódnunk, hogy a számunkra megfelelőt válasszuk magunknak. A csomagoláson megtalálhatók a lámpa legfontosabb tulajdonságai.



- A világítótest típusa, amely lehet hagyományos izzó vagy halogénizzó, kompakt fénycső és LED-lámpa. Az egyes típusok a fény előállítási módjában és ezáltal az energiatakarékosságukban különböznek.
- A világítótest teljesítménye, mely a másodpercenként felhasznált elektromos energia mennyiségére utal, valamint a működtetéshez szükséges maximális feszültség, amely a legtöbb esetben 240 V, de léteznek kis feszültséggel működő fényforrások is.



- A világítótest fényerőssége, amelyet lumenben mérünk. A lámpák különböző hatásfokkal alakítják át a felhasznált elektromos energiát fényenergiává, így a fényerősséget a teljesítmény adata csak közvetve jellemzi. Figyeljük a csomagoláson a lámpa fényerősségét! Minél több lument jelölnek rajta, annál erősebben világít az adott lámpa.
- A világítótest fényének színe. A hagyományos izzók egységesen kissé sárgás színben (melegfehér) világítanak. Más típusú világítóeszközök a fény eltérő előállítása miatt különféle színárnyalatokban képesek világítani. Találkozunk még természetes fehér (mint a nappali fény színe) és hidegfehér (kékes árnyalatú) fényű lámpákkal. A fény színét a szakemberek kelvinben (K) megadott számadatokkal szokták kifejezni, amit színhőmérsékletnek neveznek.
- A kibocsátott fény térbeli eloszlása. A legtöbb villanykörte minden irányban közel egyenletesen szórja a fényét, vannak azonban olyan lámpák is, melyek a térnek csak egy adott tartományára világítanak erősen. Ezek az irányított fényű lámpák, más néven spotlámpák.
- Egyéb tulajdonságok. Például a várható élettartam, a fényerő szabályozhatósága, a várható felkapcsolások száma, a foglalat átmérője, típusa, a beüzemelés (felgyúlás) gyorsasága, ideális környezeti hőmérséklet, a villanykörte mérete, illetve a búrájának típusa (átlátszó, opál, színezett).



Energiatakarékos világítóeszközök

Hasonló fényerejű hagyományos izzót, kompakt fénycsövet és LED-lámpát hasonlítunk össze.

Kiszámítjuk, hogy a LED-izzó 20 ezer órás élettartama alatt mekkorák a beszerzési és üzemeltetési költségek. Ezalatt 1 darab LED-izzót vagy 2 darab kompakt fénycsövet vagy 20 darab hagyományos izzót használunk el. (20 ezer órát körülbelül 20 év alatt világítanak az izzók.) A kiszámított adatokat táblázatba foglaljuk, 38 Ft/kWh elektromosenergia-árral számolunk.

	Hagyományos izzó	Kompakt fénycső	LED-izzó
Teljesítmény	60 W	11 W	7 W
Várható élettartam	1000 óra	10 000 óra	20 000 óra
Átlagos ár	140 Ft	900 Ft	1100 Ft

	Beszerzési ár (Ft)	Fogyasztás (kWh)	Fogyasztás ára (Ft)	Összes költség (Ft)	Évenkénti költség (Ft)
Hagyományos izzó	20 · 140 Ft = 2800 Ft	20 000 h · 60 W = 1200 kWh	45 600 Ft	48 800 Ft	2420 Ft
Kompakt izzó	2 · 900 Ft = 1800 Ft	20 000 h · 11 W = 220 kWh	8360 Ft	10 160 Ft	508 Ft
LED	1100 Ft	20 000 h · 7 W = 140 kWh	5320 Ft	6420 Ft	321 Ft

A LED-izzók választása mellett két további szempont:
- sokkal jobban „tűrik” a sűrű ki-be kapcsolást, mint a kompakt izzók
- a kompakt izzók gyártása és elhasználódásuk utáni megsemmisítése komolyan környezetszennyező

Összefoglalás

Az elektromos fogyasztó által végzett munka a feszültség, az áramerősség és az eltelt idő szorzata.
Az elektromos munka mértékegysége a joule (J).
A háztartások elektromos fogyasztásának nagy részét az elektromos és a korszerűtlen fényforrások okozzák.

Kérdések, feladatok

1. Mit értünk az elektromos eszközök névleges teljesítményén?
2. Milyen energiatakarékossági lehetőségeket ismerünk?

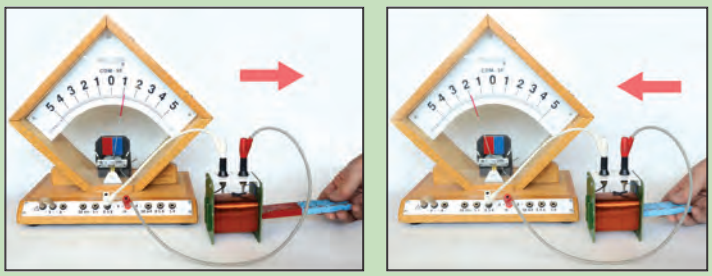
9. VÁLTAKOZÓ FESZÜLTSÉG, TRANSZFORMÁTOR

Az előzőekben láttuk, hogy az elektromos áramnak mágneses hatása van, vagyis egy áramjárta vezetőt mágneses mező vesz körül. Vizsgáljuk meg a fordítottját! Vajon mágnes segítségével létre tudunk hozni elektromos teret?

Mozgási indukció

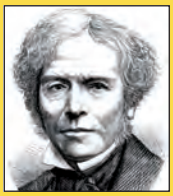
1. kísérlet

Tekercsre kapcsoljunk középállású feszültségmérő műszert, és mozgassunk egy mágnesrudat a tekercs belsejében be és ki, felváltva. Nézzük meg, hogy mit mutat a műszer!
Tapasztalat: A műszer hol az egyik, hol a másik irányba tér ki. Ha nem a mágnest mozgatjuk a tekercsben, hanem a tekercset a mágnes közelében, ugyanezt tapasztaljuk.



A műszer kitérése arra utal, hogy a mágnes mozgatása feszültséget hozott létre, idegen szóval indukált (indukál – latin eredetű szó, jelentése: előidéz, kelt).
Ha egy tekercset mágneses mezőben mozgatunk, akkor a két kivezetése között feszültség indukálódik. Egy zárt áramkör esetén az indukált feszültség indukált áramot hoz létre. A jelenséget elektromágneses indukciónak nevezzük. Megkülönböztetésül a később sorra kerülő indukció jelenségével, ezt mozgási indukciónak nevezzük. Az elnevezés magyarázata, hogy a mágneses tér és a tekercs egymáshoz képest mozog.

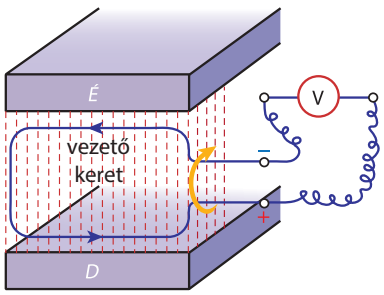
Érdekesség

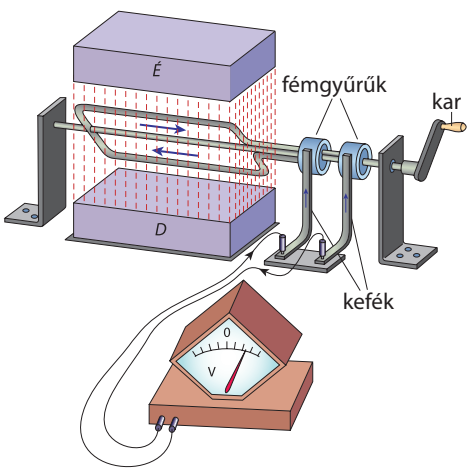


Michael *Faraday* (ejtsd: feredé, 1791–1867) angol fizikus és kémikus. 1831-ben határozta meg az elektromágneses indukció törvényeit. Néhány tudománytörténész úgy emlegeti őt, mint a természettudomány-történet legnagyobb kísérletezőjét. Ő vezette be az anód, katód, elektród és ion kifejezések használatát.

Váltakozó feszültség előállítása, a generátor

A mozgási indukció lényege, hogy a tekercs és a mágnes mozogjon egymáshoz képest.
A feszültség előállítása tehát úgy is lehetséges, ha egy álló mágnes pólusai között az ábrán látható módon egy vezető keretet forgatunk. Ha középállású feszültségmérő-műszert használunk, akkor az most is hol az egyik, hol a másik irányba fog kitérni, és természetesen közben lesz olyan pillanat is, amikor nulla feszültséget mutat.
Az ábrán látható esetben a keret síkja párhuzamos a mágneses mező erővonalaival, ekkor a műszer kitérése maximális. Ha ehhez képest a keret 180 fokkal elfordul, a műszer kitérése ugyancsak maximális, de ellentétes irányú lesz. Az indukált feszültség értéke azokban a pillanatokban nulla, amikor a keret síkja az erővonalakra merőleges.
Mágneses mezőben mozgó vezetőben csak akkor indukálódik feszültség, ha a vezető mozgása során keresztezi a mágneses erővonalakat. Az így előállított feszültség időben változik, ezért váltakozó feszültségnek nevezzük.





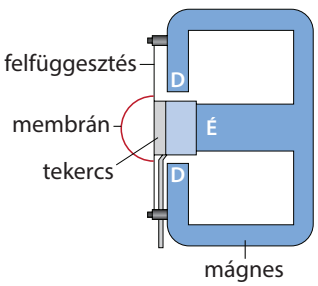
Az elektromágneses indukció elvén működő, váltakozó áramot létrehozó berendezést generátornak nevezzük.

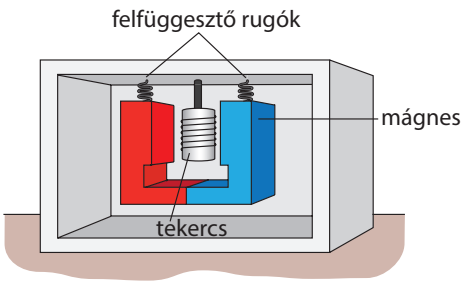
Kiegészítő anyag

Mivel a forgás következtében a kijövő vezetékek összetekeredne nének, a feszültséget fémgyűrűk segítségével szedjük le. A gyűrűk a gép tengelyére rögzítve, de egymástól elszigetelve forognak. A gyűrűk külső felületéhez szénből vagy puha fémszövetből készült, úgynevezett leszedőkefék nyomódnak. A tengely forgása közben a kefék – a gyűrűkkel súrlódva – folyamatosan biztosítják az elektromos kontaktust. A kefékhez kötjük a külső vezetéket. Az így előállított eszközt generátornak nevezzük. **A generátor váltakozó feszültséget szolgáltat.**

Indukció alkalmazása a gyakorlatban

- **Mikrofon:** amikor a hanghullámok megrezegtetik a membránt, az a tekerccsel együtt egy mágneses térben mozog, aminek hatására feszültség indukálódik.
- **Bankkártya:** a bankkártyákon a csip mellett egy mágnescsík is található. Ennek leolvasásakor a mágnescsík végighalad a leolvasófej előtt. A fejben lévő tekercsben indukálódó elektromos jeleket ez a mágnescsík határozza meg.
- **Szeizmográf:** a földrengések észlelésére szolgáló eszközben a tekercs a földkéreggel együtt mozog. A nyugalomban lévő állandó mágneshez képest elmozduló tekercs indukál elektromos jeleket.







Váltakozó áram

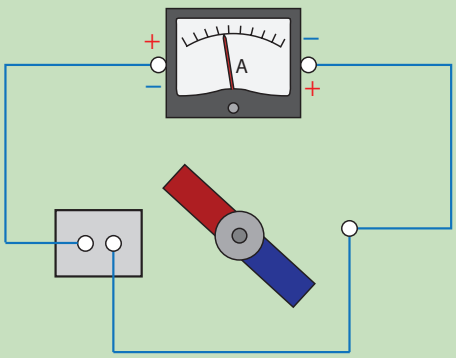
Vizsgáljuk meg az elektromágneses indukció útján előállított feszültség és áramerősség tulajdonságait!

2. kísérlet

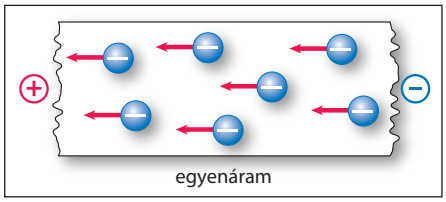
Állítsunk össze egy olyan áramkört, amelyben a mágnes egy tekercs előtt foroghat. Forgassuk egyenletesen a mágnesrudat a tengelye körül, és figyeljük meg, mit mutat az amperméről!

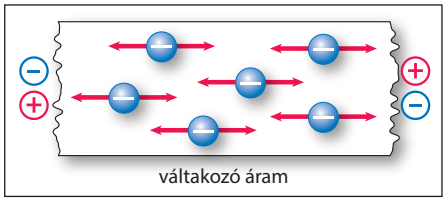
Tapasztalat:

Látható, hogy most is kitért a mutató, noha nem a tekercsben mozgattuk a mágnest. Az áram erőssége ilyen elrendezésben is folyamatosan változott, a mutató két szélsőérték között ide-oda mozgott. A mutató kitérésének az iránya akkor változott meg, amikor a mágnesrúd valamelyik pólusa elhaladt a tekercs vége előtt.



Az olyan áramot, amelynek erőssége és iránya is periodikusan változik, váltakozó áramnak nevezzük.
(A periodikus latin eredetű szó, jelentése: szabályosan, szakaszonként ismétlődő.) Ha egy vezetőben a töltések tartósan azonos irányba mozognak, akkor egyenáramot kapunk. A galvánelemek, akkumulátorok egyenáramot biztosító áramforrások.
Ha az elektromos vezetőben a töltések előre-hátra mozognak, és közben ugyanannyi töltés halad át a vezető keresztmetszetén az ide-oda mozgás során, váltakozó áram keletkezik. A generátorok váltakozó áramot előállító áramforrások.

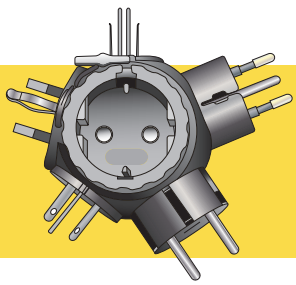




Magyarországon a hálózati váltakozó áram feszültsége 230 V, frekvenciája 50 Hz (hertz). Ez azt jelenti, hogy másodpercenként 50 teljes fordulatot tesz meg.

Érdekesség

Néhány országban nem 230 V a hálózati áramforrás feszültsége. Japánban 100 V, Kanadában 120 V. A konnektorok sem mindenhol olyan méretezésűek, mint nálunk. Így aki ezekbe az országokba utazik, jobb, ha visz magával univerzális konnektorátalakítót.



Az erőművekben a generátorok forgórészét különböző energiahordozókból nyert energia segítségével forgatják meg. A generátor a felhasznált energia ellenében elektromos energiát szolgáltat.
Az atomerőművekben a maghasadásból származó hővel előállított vízgőz forgatja a turbinát, és ez hajtja a generátor forgórészét.
Vízerőművekben a víz, szélerőművekben a szél közvetlenül forgatja a turbinát. Tehát az erőművekben a tüzelőanyagok kémiai energiája, az atomenergia, a víz és a szél mechanikai energiája alakul át elektromos energiává.

Figyeld meg!

A táblázat a váltakozó áram élettani hatását mutatja. Hasonlítsd össze a tankönyv 132. oldalán található táblázat alapján az egyenáram élettani hatásaival!

A váltakozó áramnak súlyosabb élettani hatása van, mint az egyenáramnak. Különösen veszélyes az 50 Hz körüli frekvenciájú hálózati áram, mert ez képes a szívritmus szabályozását végző, úgynevezett szinuszcsomót megzavarni, emiatt könnyen megállhat a normális szívműködés. A 0,1 A erősségű váltakozó áram, ha néhány másodpercnél tovább tart, a szívizom remegését váltja ki; ez gyors segítség nélkül halálos lehet.

Váltakozó áram (50 Hz) Áramerősség (mA)	Hatása az emberre
1–1,5	gyenge rázásérzet (érzetküszöb)
1,5	veszélyesség kezdete (fájdalmas izomgörcs)
2,5	légzőizmok görcse, erős fájdalom
80	kamrafibrilláció, halálveszély
100	szívbénulás, klinikai halál

Érdekesség

Elektromos kéziszerszámokon, háztartási gépeken látható ez a jel, amely azt jelenti, hogy kettős szigeteléssel vagy megerősített szigeteléssel ellátott a készülék annak érdekében, hogy a burkolat meghibásodása esetén se lépjen fel áramütés.



Ha az elektromágnesre váltakozó feszültséget kapcsolunk, akkor a tekercsben is folyamatosan váltakozó feszültség fog indukálódni.

3. kísérlet

Helyezzünk két különböző, de ismert menetszámú tekercset egy közös, U alakú vasmagra, majd tegyük rá a záróvasat. A zárt vasmag azt a célt szolgálja, hogy az indukáló hatás nagyobb legyen. Kapcsoljunk 24 V váltakozó feszültséget a nagyobb menetszámú oldalra, és kössünk váltakozó feszültségmérő-műszert a kisebb menetszámú tekercsek végei közé. Olvassuk le az indukált feszültséget! Ismételjük meg a kísérletet úgy, hogy a kisebb menetszámú tekercsbe vezetjük a váltakozó feszültséget. Olvassuk le most is az indukált feszültséget!

Tapasztalat:

A mért indukált feszültség mind a két esetben eltért az eredeti feszültségértéktől. Az első esetben kisebb lett, a második esetben nagyobb lett 24 V-nál.



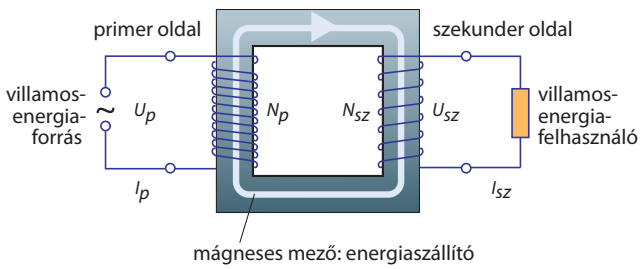
Transzformátor

Átalakítottuk a váltakozó feszültség nagyságát egy berendezéssel, amelynek a neve: transzformátor. (A transzformálás latin eredetű szó, jelentése: átalakítás.) A kísérletben a transzformátorunk egyik tekercsére váltakozó feszültséget kapcsoltunk, amitől a tekercsben váltakozó áram folyt, a tekercset változó mágneses mező vette körül. Ez a változó mágneses mező egy közeli másik tekercsben váltakozó feszültséget indukált. Vagyis váltakozó feszültség segítségével egy tekercsben váltakozó feszültséget tudtunk előállítani, ráadásul a kiindulási feszültség értékétől eltérő nagyságút.

A transzformátor indukció elvén működő, feszültség átalakítására szolgáló berendezés.

A transzformátor részeinek elnevezése:

- **primer tekercs: az a tekercs, amelyikbe a váltakozó áramot bevezetjük,**
- **primer menetszám: a primer tekercs meneteinek a száma, jele: N_p,**
- **primer feszültség: a primer tekercsre kapcsolt feszültség értéke, jele: U_p** (primer latin szó, jelentése: első, innen ered a príma, prímás, primadonna szó),
- **szekunder tekercs: az a tekercs, amelyikben a feszültség indukálódik,**
- **szekunder menetszám: a szekunder tekercs meneteinek a száma, jele: N_{sz},**
- **szekunder feszültség: a szekunder tekercsen mért feszültség értéke, jele: U_{sz}** (a secund latin szó, jelentése: második, innen ered a szekundáns kifejezés).



Milyen összefüggés van a tekercsek menetszáma és a tekercsek kivezetései között mérhető feszültségek között?

4. kísérlet

Végezzük el ismét az előző kísérletet, és foglaljuk táblázatba az adatainkat!

Használjunk 300, 600 és 1200 menetes tekercseket, amelyekre 24 V, illetve 12 V feszültséget kapcsolunk!

Tapasztalat:

Menetszámok			Feszültségek		
N_p	N_{sz}	arány	U_p	U_{sz}	arány
1200	600	2 : 1	24 V	12 V	2 : 1
1200	300	4 : 1	24 V	6 V	4 : 1
300	600	1 : 2	12 V	24 V	1 : 2
300	1200	1 : 4	12 V	48 V	1 : 4

Mérési eredményeinkből arra következtethetünk, hogy a tekercsek menetszámának aránya határozza meg a feszültségek arányát.

A szekunder feszültség annyiszorosa a primer feszültségnek, ahányszorosa a szekunder tekercs menetszáma a primer tekercs menetszámának.

A menetszámok aránya egyenlő a feszültségek arányával.

$$\frac{N_p}{N_{sz}} = \frac{U_p}{U_{sz}}$$

Ha a $N_{sz} > N_p$, akkor a feszültség „feltranszformálódik”. Ha a $N_{sz} < N_p$, akkor a feszültség „letranszformálódik”.

Érdekesség

A zárt vasmagú transzformátor megalkotói – *Déri* Miksa (1854–1938), *Bláthy* Ottó Titusz (1860–1939) és *Zipernowsky* Károly (1853–1942) – a Ganz-gyár mérnökei voltak. Szabadalmukat 1885-ben mutatták be.





Példa

A lakásokban a csengő 8 V feszültségről működik, ugyanakkor hálózati feszültségre van kötve. A feszültség átalakítását a csengőtranszformátor, vagy más néven csengőreduktor végzi. Mekkora legyen a primer tekercs menetszáma, ha a szekunder tekercs 130-as menetű?

$U_p = 230$ V
$U_{sz} = 8$ V
$N_{sz} = 130$
$N_p = ?$

$$\frac{N_p}{N_{sz}} = \frac{U_p}{U_{sz}} \rightarrow N_p = \frac{U_p}{U_{sz}} \cdot N_{sz} = \frac{230\text{ V}}{8\text{ V}} \cdot \mathbf{130} = \mathbf{3737{,}5}$$

Itt letranszformálás történik. A primer tekercs menetszáma a csengőreduktorban 3737,5.

Megoldhatjuk következtetéssel is!

$U_p = 230$ V $\xrightarrow{:\,28{,}75}$ $U_{sz} = 8$ V

$N_p = \quad \xrightarrow{:\,28{,}75}$ $N_{sz} = 130$

$N_p = 130 \cdot 28{,}75 = 3737{,}5$



Érdekesség

A feszültséget 42 V-ig törpefeszültségnek,
43–250 V-ig kisfeszültségnek,
250 V felett nagyfeszültségnek nevezzük.

A gyakorlatban nagyon sok készülékben alkalmaznak transzformátort.
Letranszformálják a hálózati 230 V feszültséget a rádióban, a számítógépben, az akkumulátortöltőben.
Biztonsági okokból az elektromos játékokban, fodrászati eszközökben, úszómedencék világításánál a törpefeszültség a megengedett.





Összefoglalás

Ha egy tekercset mágneses mezőben mozgatunk, akkor a kivezetései között feszültség indukálódik. Egy zárt áramkör esetén az indukált feszültség indukált áramot hoz létre. A jelenséget elektromágneses indukciónak nevezzük.
Váltakozó feszültséget generátorral állítunk elő, amely az indukció elvén működik.
Az olyan áramot, amelynek erőssége és iránya is periodikusan változik, váltakozó áramnak nevezzük.

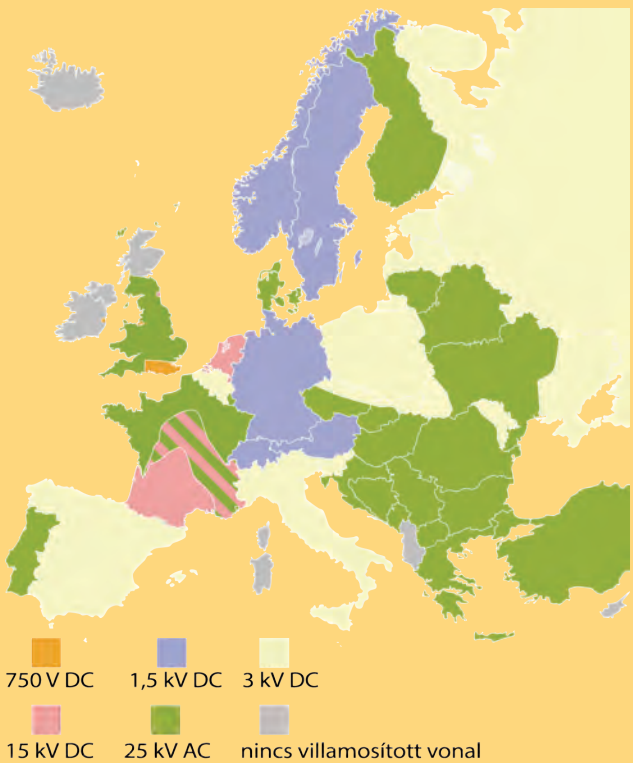
A váltakozó feszültség frekvenciájának értéke $f = 50 \frac{1}{s} = 50$ Hz.
A váltakozó áram hatásai:

- mágneses hatás,
- hőhatás,
- fényhatás,
- vegyi hatása általában nem hasznosítható,
- súlyosabb élettani hatása van, mint az egyenáramnak.

A transzformátor indukció elvén működő, feszültség átalakítására szolgáló berendezés.
A menetszámok aránya egyenlő a feszültségek arányával.

Kérdések, feladatok

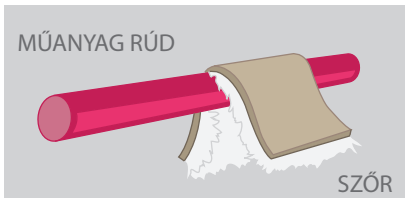
1. A transzformátorban a primer és szekunder tekercsek menetszámainak aránya 1:10.
   a) Hogyan változik a szekunder feszültség a primer feszültséghez képest?
   b) Mekkora lesz a szekunder feszültség, ha a primer feszültség értéke 6 V?
   c) Mekkora primer feszültség esetén lesz a szekunder feszültség 500 V?
2. Az autóhoz használt akkumulátortöltő a 230 V hálózati feszültséget 12 V-ra transzformálja és egyenirányítja. Mekkora a primer és szekunder tekercsek aránya a készülékben?
3. Fel lehet-e transzformálni a zsebtelep feszültségét?
4. A különböző vasúttársaságok vagy államok a vasúti közlekedés villamosítását eltérő módon fejlesztették ki. A térképen a főbb rendszereket látod. Járj utána, mit jelent az „AC”, „DC” jelölés!
   Hazánkban mekkora és milyen feszültségről működnek a villamosvonalak?
   Járj utána, hogy a nemzetközi vonalakon hogyan oldják meg az eltérő feszültség miatt adódó problémát!
5. Kösd össze vonallal az áramfajták nevét a nekik megfelelő munkákkal, eljárásokkal!



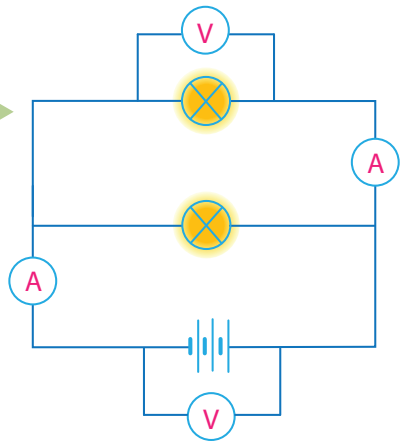
Egyen- és váltakozó árammal:	elektromos fűtés
	galvanizálás
	vasalás
Csak egyenárammal:	világítás
	vízbontás

10. ÖSSZEFOGLALÁS

Az elektromos állapotot töltések okozzák. Kétféle töltés van: pozitív és negatív. Az azonos előjelű töltések között taszítóerő, az ellentétes előjelű töltések között vonzóerő lép fel.



Az áramkör fő részei: az áramforrás, a fogyasztó, a vezetékek és a kapcsoló.



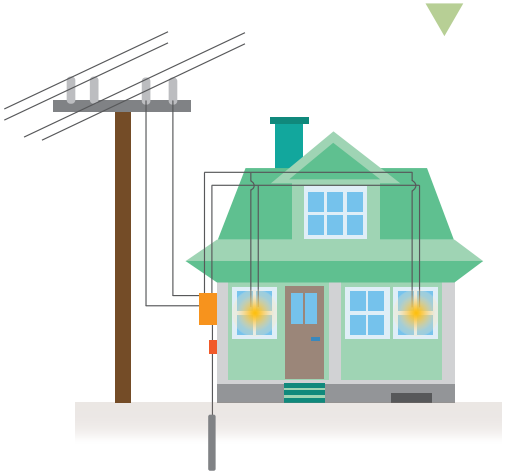
Az elektromos fogyasztó által végzett munka a feszültség, az áramerősség és az eltelt idő szorzata, mértékegysége a kWh.

Az áram oka a feszültség. Egy fogyasztó ellenállása a rákapcsolt feszültség és áram hányadosa.
Ohm törvénye: Egy vezető két pontja közti feszültség és a két pont között folyó áram erőssége egyenesen arányos.

$$R = \frac{U}{I}$$

A lakások elektromos hálózata 230 V-os feszültséggel működik.
Elemei:

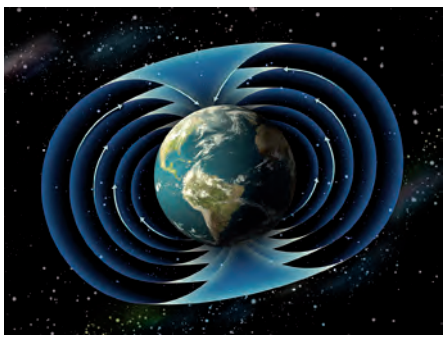
- villanyóra,
- vezetékek,
- biztosítékok,
- fogyasztók, melyek párhuzamosan vannak kapcsolva,
- kapcsolók.



Az iránytű is mágnes.



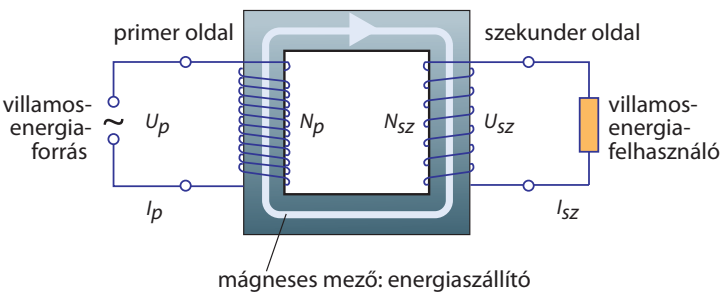
A mágnesek maguk körül mágneses mezőt hoznak létre, melynek az erővonalai vasreszelékkel láthatóvá tehetők.



Az elektromágnes egy vasmagos tekercs. Ekkor a mágneses mezőt a tekercsben folyó elektromos áram kelti. A Földnek is van mágneses ereje.

Minden mágnesnek két pólusa van, északi és déli. Az azonos pólusok taszítják, az ellentétes pólusok vonzzák egymást. A mágnes vonzza a vasat.

A transzformátor a gazdaságos energiaszállítás nélkülözhetetlen kelléke.



A villanymotor egy mágneses mezőben elhelyezett vasmagos tekercs. Ha a tekercsben áram folyik, akkor a mágneses mező megforgatja azt.



1. A FÉNY





A fény az élet nélkülözhetetlen feltétele. A fény, a színek, a sötétség és világosság az emberek, az állatok és a növények életében is fontos szerepet játszik.

Csecsemő megszületése után gyorsan reagál a fényre, de a fény ritmikus éves és napszakos váltakozását meg kell tanulnia. Hiszen a pihenést, a tevékenységet ez meghatározza. A növények fotoszintéziséhez nélkülözhetetlen a fény. Az állatok optimális helyének kiválasztásához is. Például a gólyafészket egész nyáron süti a nap, a fecskék fészke az eresz alatt árnyékban van. Hogy különféle halak milyen mélységben élnek, azt meghatározza, hogy a fény milyen mélységig jut le a tengerben. Éjszaka, hajnalban hűvösebb van, mint délben, amikor a napsugarak jobban melegítenek.

A fény sokféle hatása közül a legfontosabb számunkra az, hogy a közreműködésével látunk, tehát a segítsége által van hírünk a világról. Az, hogy a látásnak külső okozója van, már régóta ismert. Sokáig úgy gondolták, hogy a szemünkből indul ki valami, vagy a látott tárgyakból, ahogy Démokritosz is gondolta.

Démokritosz (Kr. e. V. század)
ókori görög atomista filozófus
Az érzékek működését is így magyarázza Démokritosz: a testektől elválnak atomok, s így származnak a dolgok képei, melyek az érzékekbe hatolnak. Ezek az érzéki észrevételek. Ma már tudjuk, hogy a látás folyamatában nem a szemünkből indul ki, hanem oda érkezik be a fénysugár.

Fényforrások

Ezt a mondatot azért tudod elolvasni, mert valami, például egy lámpa, megvilágítja a fizikakönyvedet. Ha a gyertyatartóban levő mécsest meggyújtod, akkor a mécses megvilágítja a gyertyatartót; ha a kezedben tartod, mindkettőről fény jut a szemedbe.
Az olyan testeket, amelyek fényt bocsátanak ki magukból, elsődleges fényforrásoknak nevezzük. Minden más test a ráeső fény hatására válik láthatóvá, ezért ezeket másodlagos fényforrásnak nevezzük. Ha a fényforrás mérete olyan kicsi, hogy a jelenség vizsgálata során elhanyagolható, akkor pontszerű fényforrásról beszélünk. A nem elhanyagolható méretű fényforrás a kiterjedt fényforrás.
A fényforrásokat látjuk, ha róluk fény jut a szemünkbe. Minden dolgot, tárgyat csak akkor látunk, ha azt valamilyen fényforrás megvilágítja, és így arról a tárgyról jut fény a szemünkbe.


A gyertya elsődleges, a megvilágított gyertyatartó másodlagos fényforrás.


A Napnak saját fénye van: elsődleges fényforrás.


A Hold másodlagos fényforrás, fényét a Naptól „kapja”.

A fény terjedése

Kísérlet

Egy üvegkádba szobafüstölővel előállított füstöt juttatunk, majd egy üveglappal lefedjük. A kád elé egy izzólámpát helyezünk, melynek fénye egy kartonlapon lévő nyíláson keresztül juthat be az üvegkádba.

Tapasztalat:

Ha a lámpát elég távolra helyezzük, akkor egyenessel ábrázolható fénysugárhoz jutunk.

Izzólámpa helyett lézermutatót is használhatunk.



A fénysugár megjelenítése

A fény a levegőben és minden homogén (egynemű) közegben egyenes vonalban terjed. A fény terjedési sebessége 300 000 km/s.

A vékony, párhuzamos fénynyalábot fénysugárnak nevezzük.

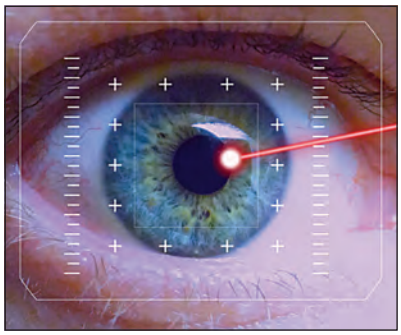
Érdekesség

Tejüvegen, zsírpapíron átjut a fény, mégsem lehet rajta rendesen átlátni. Az ilyen anyagokat áttetszőnek hívjuk.

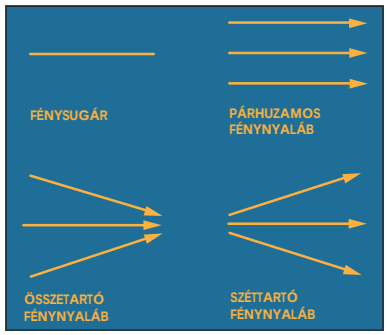




A lombok között besütő napsugár útját látjuk: a fény egyenes vonalban terjed.



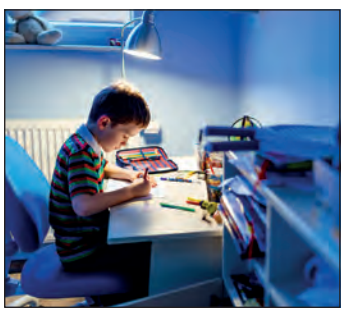
A keskeny lézerfény fénysugárnak tekinthető. (A kép lézeres szemműtétről készült.)



Ábrák készítésekor egyenesekkel jelképezzük a fénysugarakat.

Ezeket a fénysugarakat is csak azért látjuk, mert a levegőben levő pára- és porszemekről a szemünkbe jutnak. A fénysugarak helyzetét, találkozását gyakran az útjukba helyezett síklapon, az úgynevezett **ernyő**n vizsgáljuk.

A fény nem kerüli ki az előtte levő testeket. Az ablaküvegen, vékony vízrétegen egyszerűen átmegy. A nagyon vastag vízréteg (tengerek mélye) vagy a fémek elnyelik a rájuk eső fényt. A vékony fémréteg, mint például ezüsttükör, visszaveri a fényt.



Otthonainkban a fényforrások elektromos energiát fogyasztanak. (Lehet egy-két kivétel, amelyek elemmel vagy akkumulátorral működnek.) A lakás világításának megtervezésénél sokféle szempontot kell figyelembe venni. A felülről érkező fény bevilágítja az egész szobát. A dolgozó- vagy tanulószobába az asztal fölé külön kis lámpa szükséges. A fürdőszobába erős fényű lámpákat szereltessünk, hogy a tükör hű képet mutasson.





A legjobb választásokhoz a fényforrás teljesítményét és átszámítva a fényáramát is célszerű ismerni. Minél nagyobb szám szerepel a lumennél, annál erősebben világít a lámpa, a fényerősséget (fényáramot) lumenben mérjük.

Érdekesség

Orvosi műtét alatt a műtőasztalt nagy kiterjedésű fényforrással világítják meg. Így sosem lesz árnyékban a műtött rész.



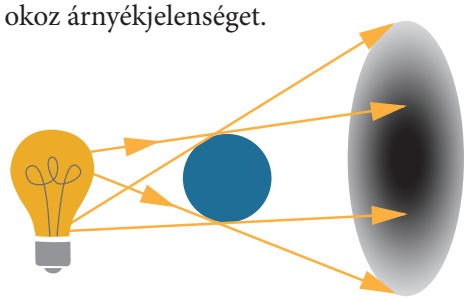
Árnyékjelenségek



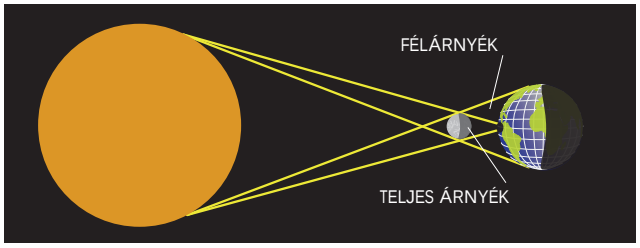
A fénysugár útjába helyezett, átlátszatlan tárgyak az ernyőn árnyékjelenségeket okoznak. Ez is a fény egyenes vonalú terjedésének a következménye.
Az átlátszó anyagokon a fény átmegy, nem okoz árnyékjelenséget.

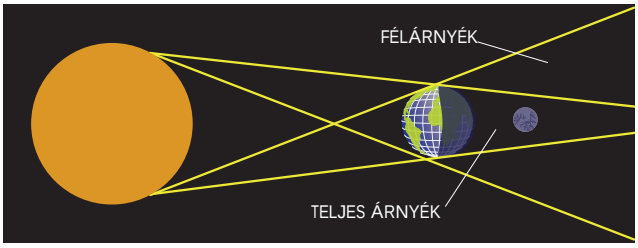
Az ernyőn háromféle terület van:
- a teljesen világos, ahová a fényforrás minden pontjából érkezik fény;
- a teljes árnyék, ahová a fényforrás egyetlen pontjából sem érkezik fény;
- a félárnyékos területre a fényforrásnak csak bizonyos pontjaiból érkezik fény.

Az átmenet fokozatos.



Árnyékjelenség a **napfogyatkozás** és a **holdfogyatkozás** is.





A Nap, a Föld és a Hold elhelyezkedése napfogyatkozáskor, illetve holdfogyatkozáskor. (Az ábrák nem méretarányosak.)

Összefoglalás

A világító testek elsődleges fényforrások, a megvilágítottak másodlagos fényforrások.
A fény egy adott anyagban egyenes vonalban terjed.
A fénysugár útjába helyezett, átlátszatlan tárgyak árnyékjelenségeket okoznak.

Kérdések, feladatok

1. Melyik irányból kapja a napfényt a Hold a holdas fényképen?
2. Melyik napszakban történhet napfogyatkozás, melyikben holdfogyatkozás?
3. Mi figyelhető meg a Hold felénk eső oldalán akkor, amikor a Földön
   a) napfogyatkozás
   b) holdfogyatkozás van?
4. A tengerészek még a földgolyó körbehajózása előtti időkben megfigyelték, hogy először a közeledő hajók magasan lévő pontjait (árbócát) pillantják meg. Mire következtettek ebből?



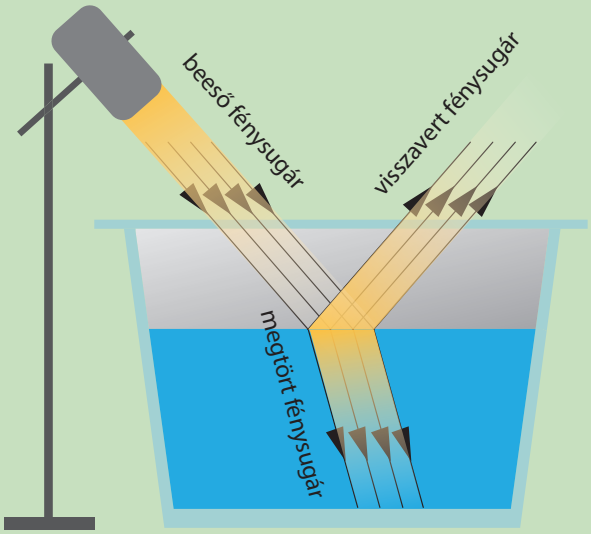
2. A FÉNY VISSZAVERŐDÉSE, SÍKTÜKÖR

A sima vízfelületen gyönyörűen tükröződik a híd.

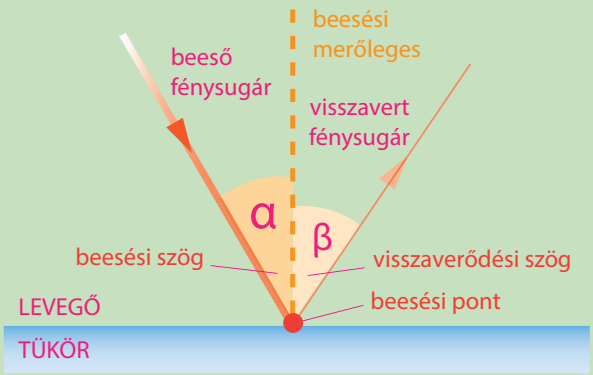


1. kísérlet

Ha a fénysugár a víz felszínéhez érkezik (levegőből), akkor egy része visszaverődik, egy másik része pedig behatol a vízbe. Két közeg határán, vagyis különböző anyagok határán a fénysugár hasonlóan viselkedik.

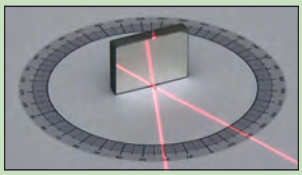


A fénysugár visszaverődésének tulajdonságai:



A **beeső fénysugár** a **beesési pontban** érinti a tükröt. A fénysugár itt irányt vált, és **visszavert fénysugár** lesz belőle. A tükörre a beesési pontban állított merőleges a **beesési merőleges.** A beeső fénysugár és a beesési merőleges által bezárt szög a **beesési szög** (α), a visszavert fénysugár és a beesési merőleges által bezárt szög a **visszaverődési szög** (β).

2. kísérlet



Síktükörre irányítsunk fénysugarat! Jegyezzük le a beesési szöget és a visszaverődési szöget is. Megváltoztatott beesési szögekkel is végezzük el a kísérletet!

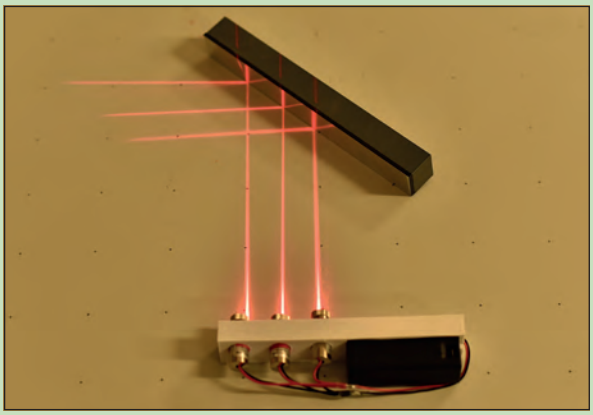
Tapasztalat:
Egy ilyen mérés adatait tartalmazza a táblázat.

Beesési szög (α)	30°	40°	60°	70°
Visszaverődési szög (β)	30°	40°	60°	70°

3. kísérlet

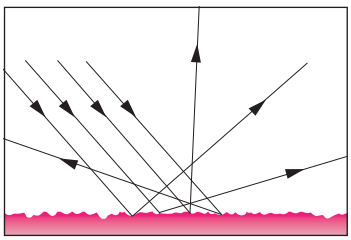
Bocsássunk a síktükörre több egymással párhuzamos fénysugarat!

Tapasztalat:
Párhuzamos fénysugarak beesési szögei egyenlőek, így az ezekhez kapcsolódó visszaverődési szögek is egyenlőek.



Ez alapján a visszaverődés törvénye:
A beesési szög és a visszaverődési szög egyenlő.
A beeső fénysugár, a visszavert fénysugár és a beesési merőleges egy síkban vannak.
A tükörre merőlegesen eső fénysugár esetében a beesési szög 90°, de ekkor a visszaverődési szög is 90°.
A merőlegesen beeső fénysugár önmagában verődik vissza.

A síktükörre párhuzamosan beeső fénysugarak a visszaverődés után is párhuzamosak.
A diavetítő fénye egy foltban jelenik meg a falon vagy a vetítővásznon, és azt minden irányból látjuk. Milyen irányban haladnak ekkor a visszavert fénysugarak? Szerencsére a fal nem tükörsima, így a visszavert fénysugarak mindenfelé haladnak.

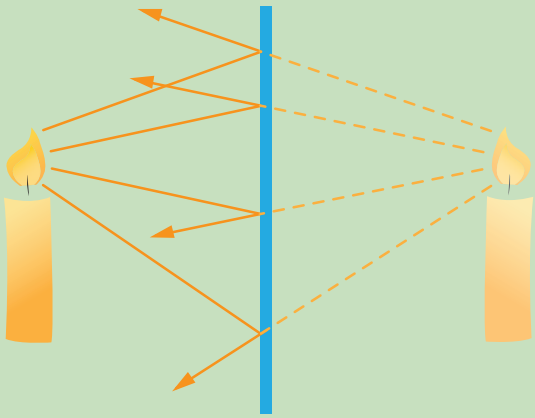


Érdes felületről a visszaverődés szabálytalan, szórt. A szórt visszaverődés miatt látjuk a (saját fénnyel nem rendelkező, de megvilágított) tárgyakat gyakorlatilag minden irányból.

Ezt a jelenséget **diffúz, szórt visszaverődésnek** nevezzük.

4. kísérlet

Figyeld meg egy tükör elé helyezett ceruzának és tükörképének a helyzetét! Változtasd a ceruza és a tükör távolságát! Mit tapasztalsz?
Tégy a síktükör elé egy világító gyertyát, és figyeld meg tükörképének helyét és nagyságát! Ebben a kísérletben a ceruzát, illetve a gyertyát tárgynak nevezzük, tükörképüket pedig képnek.



Tapasztalat:
Láthatjuk, hogy
• a kép mérete megegyezik a tárgy méretével;
• a kép ugyanolyan távolságra látszik a tükörtől, mint a tárgy.
Készítsünk ábrát! A gyertyalángtól kiinduló fénysugarakat húztunk a tükörig és az arról történő visszaverődés után (vastag, sárga vonalak).
A visszavert fénysugarakat meghosszabbítottuk a tükör mögött (vékony, szaggatott vonalak). Ezek metszéspontjában keletkezik a gyertyaláng képe.
A kép helyére a gyertyalángról valójában nem érkezik fény. Az ilyen módon keletkezett képet látszólagos képnek nevezzük.

Ezt a képet nem lehet vetítővásznon, falon, ernyőn felfogni, mert a visszavert fénysugarak nem találkoznak, csak a meghosszabbításuk. Az így látható képet látszólagos képnek nevezzük. Valódi kép keletkezésekor a fénysugarak valóságosan találkoznak, ez esetben a kép az ernyőn felfogható, például filmvetítéskor.

A síktükörrel előállított kép mindig látszólagos.
A síktükör által készített kép nagysága megegyezik a tárgy nagyságával.
A kép ugyanolyan messze van a tükörtől, mint a tárgy.
A kép a tárggyal megegyező állású.

Összefoglalás

A fénysugár új közeg határánál visszaverődik.
Síktükörről való visszaverődés esetén a beesési szög és a visszaverődési szög egyenlő.
Érdes felületről szórtan verődik vissza a fény.
A síktükörrel előállított kép azonos nagyságú a tárggyal, ugyanolyan messze van a tükörtől, mint a tárgy, és mindig látszólagos.

Kérdések, feladatok

1. Mekkora a beesési szög, ha a beesési fénysugár és a visszavert fénysugár merőleges egymásra?
2. Meg lehet-e fordítani a fénysugár irányát? Ha igen, milyen módon?
3. Nézz utána, hol, milyen esetben használnak periszkópot!

3. GÖMBTÜKÖR

A valóságban nemcsak síktükröt alkalmazunk kép megjelentetésére, hanem különböző gömbtükröket is. Ezek közül legegyszerűbb a homorú és a domború tükör.

Az előző leckében megismert tükrök tükröző felülete síklap, ezért nevezzük ezeket síktükörnek. Ha a tükröző bevonat egy gömb felületének egy részét borítja, akkor gömbtükörrel van dolgunk.
Ha a gömb külső felülete tükröz, akkor domború tükörről, ha a belső, akkor homorú tükörről beszélünk.



A KRESZ-tükör egy gömb szelete, amelynek domború oldala tükröző.

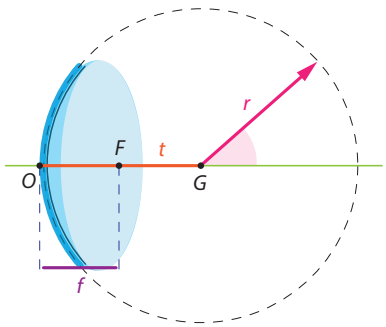


A karácsonyfadísz külső felülete tükröző: domború gömbtükör.



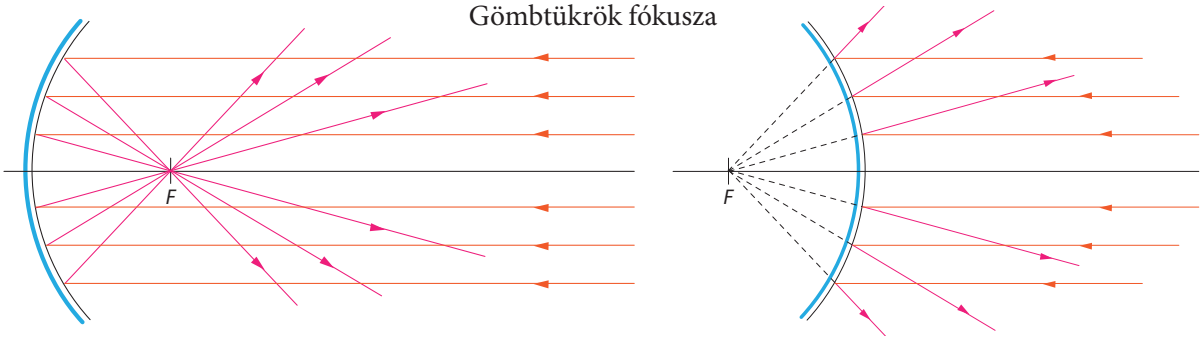
A kozmetikai tükör homorú.

A gömbtükörnél használatos elnevezések:
G: gömbi középpont.
O: optikai középpont.
t: optikai tengely, a gömbi és optikai tengelyeket összekötő egyenes.
F: fókuszpont, gyújtópont, O és G távolságát felezi meg.
f: fókusztávolság, O és G távolságának a fele.
r: görbületi sugár.



Fény visszaverődése gömbtükrökről

Gömbtükrök fókusza





A homorú gömbtükör felületére a szimmetriatengellyel párhuzamosan érkező fénysugarak, a tükörről történő visszaverődés után, összetartókká válnak, és áthaladnak egy ponton. Ezt a tükör fókuszpontjának nevezzük. A tükör egy pontba gyűjti, azaz fókuszálja a párhuzamos fénysugarakat. A fókuszpontot gyújtópontnak is nevezzük.
A domború gömbtükör felületére a szimmetriatengellyel párhuzamosan érkező fénysugarak, a tükörről történő visszaverődés után, széttartókká válnak. A tükrön túli meghosszabbításuk áthalad a tükör fókuszán.

Ennek az ismeretnek egyik legszebb alkalmazása az olimpiai láng meggyújtása.

Gömbtükrök képalkotása

Valódi kép keletkezése

Kísérlet

Egy égő gyertyát helyezünk egy homorú tükör fókuszpontján kívülre. Keressük meg a gyertya képét a megfelelően elhelyezett ernyőn!

Tapasztalat:

A megfelelő helyre állított ernyőn megjelenik a gyertyaláng **valódi képe,** amely a tükörnek a tárgy felőli oldalán keletkezik. Érdekes látványt nyújt a megfordult gyertyaláng. Erre azt mondjuk, hogy a kép fordított állású.



A jelenség megvalósulása



Látszólagos kép keletkezése

Ha a visszavert fénysugaraknak csak a tükör mögötti meghosszabbításai metszik egymást, akkor **látszólagos kép** keletkezik.

A homorú tükör a fókuszponton belülre helyezett látszólagos, nagyított, egyenes állású képet készít.



Domború tükör képalkotása

A KRESZ-tükrök domborúak; látszólagos, egyenes állású, kicsinyített képet állítanak elő.

Gömbtükrök a gyakorlatban és a hétköznapokban

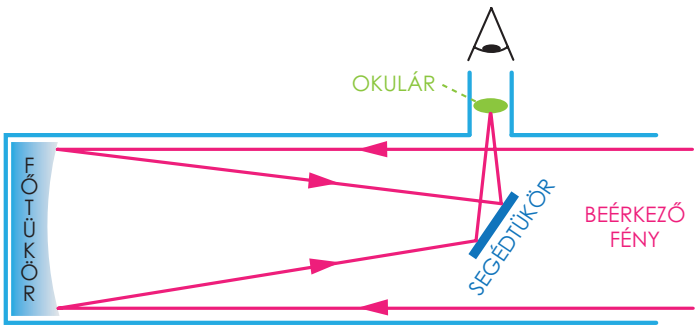


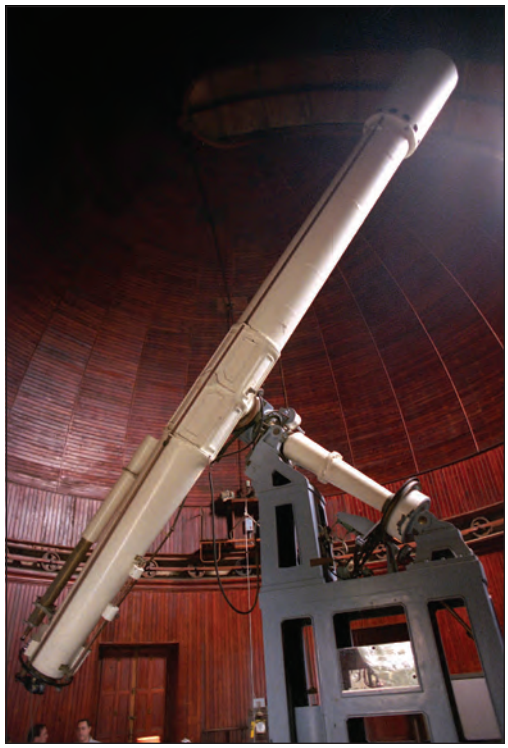
A fogorvosi tükör lehet sík- vagy homorú tükör. A homorú tükröt a fogorvos úgy helyezi el, hogy a vizsgált fog a tükör fókuszán belül legyen. A keletkezett kép egyenes állású, nagyított, látszólagos.

A gömb alakú, fényes karácsonyfadísz domború gömbtükör.

Csillagászati távcsövekben is alkalmaznak gömbtükröt.

A Newton-távcső a legkedveltebb amatőrcsillagászati műszer. Főtükre egy igen pontosan megmunkált, homorú tükör.

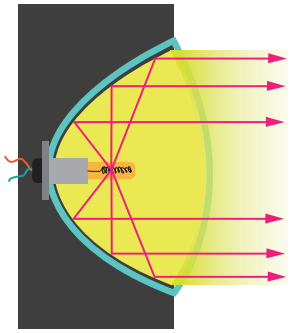




A járművek visszapillantó tükrei közül a belső síktükör, a külső általában domború, bár nem gömbtükör.



A járművek visszapillantó tükreinek segítségével a vezető anélkül figyelheti meg a mögötte haladó forgalmat, hogy hátra kellene fordulnia. Ezek a tükrök domború felületűek; a görbület megnöveli a látószöget, csökkenti a holtteret. A nehezen belátható kereszteződésekben és lehajtókon domború tükrök segítik az áttekintést. Formájuk lehetővé teszi, hogy nagy területet mutassanak meg.





Homorú tükröt találunk az autó reflektorában, bár ennek alakja a gömbformától eltér, mivel nem az a cél, hogy a fénysugarak párhuzamosan lépjenek ki, hanem minél nagyobb területet világítsanak be.

Az izzólámpa egy homorú tükör fókuszpontjában helyezkedik el. Az innen kiinduló fénysugarak párhuzamosan verődnek vissza a tükörről.
Az izzó által kibocsátott, sokféle irányú fénysugarak egy irányban hagyják el a reflektort. Ezért erős a kilépő fény.

Összefoglalás

Kétféle gömbtükör létezik: a homorú és a domború.
A kép tulajdonságai:
- valódi vagy látszólagos: valódi kép a tükör előtt, látszólagos a tükör mögött keletkezik,
- egyenes vagy fordított állású: az alul-felül irányt megtartó az egyenes állású, az alul-felül irányt megfordító a fordított állású,
- nagyított vagy kicsinyített.

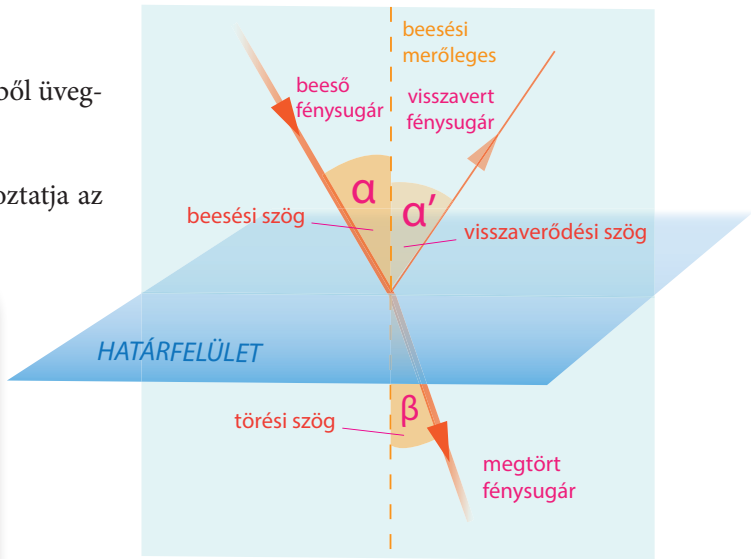
A homorú tükör valódi és látszólagos képet is előállíthat; a domború csak látszólagosat.

Kérdések, feladatok

1. Miért jó, ha homorú a kozmetikai tükör?
2. Járművek visszapillantó tükrei látszólagos, kicsinyített képet állítanak elő. Mi az előnye ennek, és mi a veszélye?
3. Rajzolj egy derékszöget! Ennek szárai jelentsenek két, egymásra merőleges elhelyezett síktükröt. Egy beeső fény először az egyik, majd a másik tükörről verődik vissza. Szerkeszd meg! Most egy más szögben beeső fény útját szerkeszd meg! Mit tapasztalsz?

4. FÉNYTÖRÉS

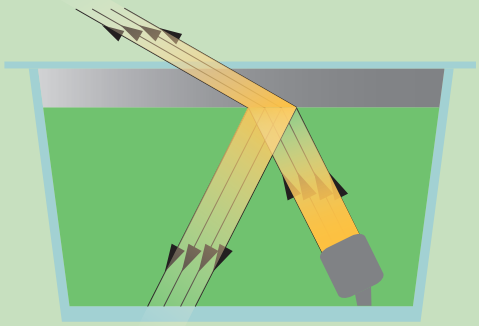
Ha a fény két átlátszó közeg határán halad át (pl. levegőből üvegbe, vízből levegőbe halad), akkor a fénysugár
- egy része az új közeg határán visszaverődik,
- másik része behatol a második közegbe, és megváltoztatja az irányát. Ezt a jelenséget nevezzük fénytörésnek.



1. kísérlet

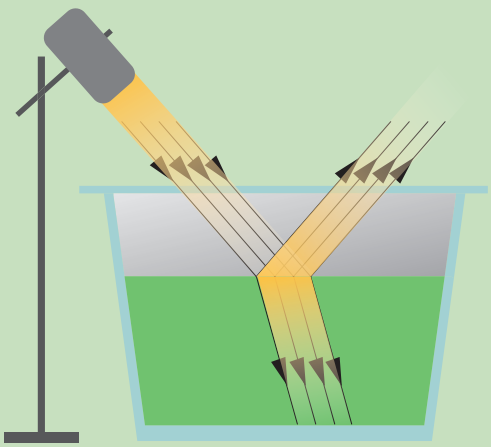
Az üvegkád vizébe kevert nyomjelző vegyülettel és a víz fölé juttatott füsttel tehetjük láthatóvá
- a beeső,
- a vízfelületről visszavert és
- a vízbe belépő fény útját.

Tapasztalat:
Ha a fénysugár nem merőlegesen érkezik a vízfelületre, akkor irányváltozással halad tovább, vagyis megtörik.



2. kísérlet

Az 1. kísérlet eszközét felhasználva a vízzel telt üvegkádból bocsássunk fénysugarat felfelé. Most is észleljük a fénytörést, és azt is láthatjuk, hogy a vízfelülethez érkező fénysugár egy része visszaverődik, a másik része a haladási irányát megváltoztatva, kijut a levegőbe.



Biztosan vannak hétköznapi tapasztalataink a fénytörésről, de a természetben is sokszor találkozunk vele.

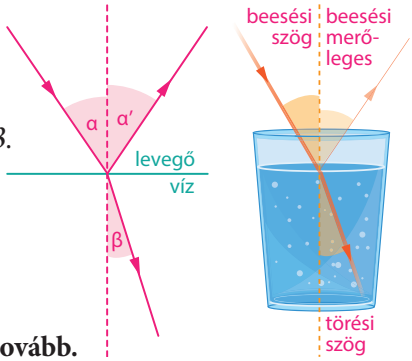


Csak a fénytan törvényeinek ismeretében jut táplálékhoz. Fénytörésből ötös.



A vizes pohárba mártott kanál töröttnek látszik. A jelenség oka a fénytörés.

Elnevezések

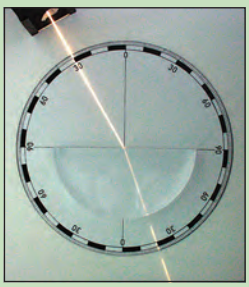


A beesési pontban a felületre állított merőleges a beesési merőleges.
A beesési merőlegesnek a beeső fénysugárral bezárt szöge a beesési szög: α.
A beesési merőlegesnek a megtört fénysugárral bezárt szöge a törési szög: β.
A beesési merőlegesnek a visszavert fénysugárral bezárt szöge a visszaverődési szög: α'.
A beesési szög egyenlő a visszaverődési szöggel: $\alpha = \alpha'$.
A törési szög a beesési szögnél lehet kisebb vagy nagyobb, a közegektől függően. Az ábrán látható esetben a törési szög a kisebb.
A határfelületre merőlegesen érkező fénysugár irányváltozás nélkül halad tovább.

A beesési szög és a törési szög kapcsolatának vizsgálata

3. kísérlet

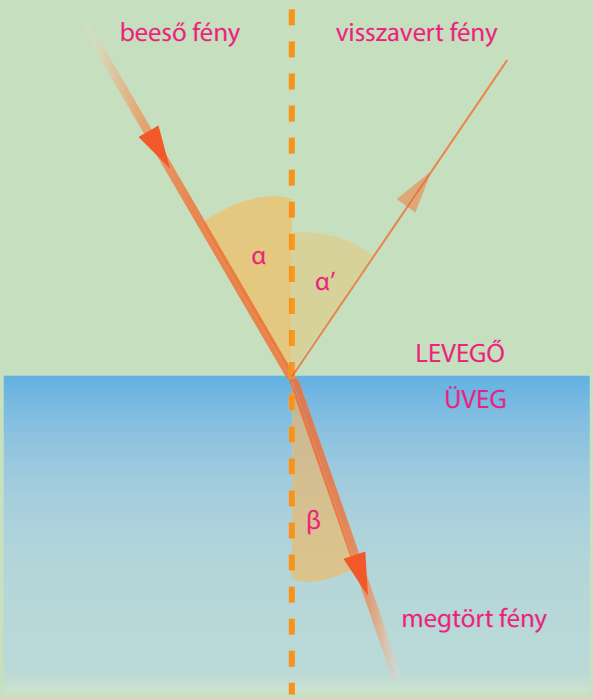
Az ábrán látható esetben a beesési szög és visszaverődési szög egyenlő: $\alpha = 30°$, a törési szög kisebb: $\beta = 20°$. A fényforrás mozgatásával változtathatjuk a beesési szöget.



A fény a levegőből az üvegbe lép át.

Tapasztalat:

- A beesési szög növelésével növekszik a törési szög.
- Amikor a fény levegőből üvegbe lép át, a törési szög mindig kisebb, mint a beesési szög.



A beesési és visszaverődési szög egyenlő: $\alpha = \alpha'$.
A törési szög kisebb a beesési szögnél: $\beta < \alpha$.

Érdekesség

Az az élőlény, amelyik ismeri a gravitációt és a fénytörést is, jutalmat érdemel; ez a jávai lövőhal. A jávai lövőhal víz felett élő rovarokkal táplálkozik. Vadászati módszere: szájába vizet szív fel, és spriccel a célpont felé. Az eltalált rovar beleesik a vízbe, és táplálékká válik. A rovar eltalálásához a lövőhalnak ismernie kell a fizika legalább két jelenségét:

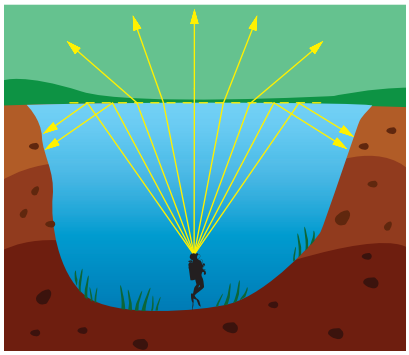
- a fénytörést, mert a rovar nem ott látszódik a víz alól nézve, ahol valójában van;
- a gravitációt, mivel a „lövedék” nyomvonala lefelé görbül.



Érdekesség



Egyes telefonkészülékek között fénykábelekkel létesítenek kapcsolatot. Ezek működése a teljes fényvisszaverődésen alapul. A fénykábel nagy előnye, hogy nagyon jó a hatásfoka, akár 500 km-re is lehet összeköttetést létesíteni közbenső erősítés nélkül. Amerika és Európa között 1988-ban fektették le az Atlanti-óceánban az első, 6700 km hosszú fénykábelt. A száloptikát a világításban is használjuk, elsősorban díszítés céljából.

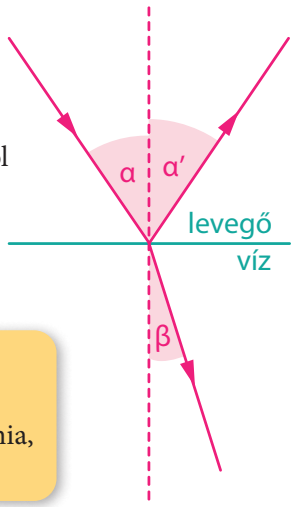


Teljes fényvisszaverődés

Vízből levegőbe haladó fénysugár törési szöge mindig nagyobb, mint a beesési szög. Ha a beesési szöget növeljük, egyszer csak a törési szög már eléri a 90°-ot. Ilyenkor már a két közeg határán haladna a fény, helyette viszont a fénynek ez a része is visszaverődik. Ezért a neve teljes visszaverődés. Ezt az ismeretet használják ki a búvárok, hogy megvilágítsák a tengerek, folyók élőlényeit.

Összefoglalás

Ha a fény két átlátszó közeget elválasztó felülethez érkezik, akkor a fény
– egy része az új közeg határán visszaverődik;
– másik része, irányát megváltoztatva, behatol a második közegbe, és megtörik.
A beesési szög egyenlő a visszaverődési szöggel: $\alpha = \alpha'$.
A β törési szög kisebb, ha a fény levegőből vízbe vagy üvegbe halad, és nagyobb, ha vízből vagy üvegből levegőbe lép át.
Növekvő beesési szöghöz növekvő törési szög tartozik.



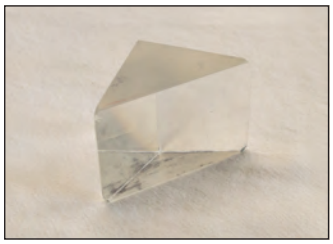
Kérdések, feladatok

1. Hogyan halad tovább a felületre merőlegesen érkező fénysugár?
2. A lövőhalnak a látott rovar alá vagy fölé kell céloznia, hogy az táplálékká váljék?
3. A gólyának a patakban látott béka helyzetéhez képest hova kell a csőrével céloznia, hogy a béka az ő ebédje legyen?

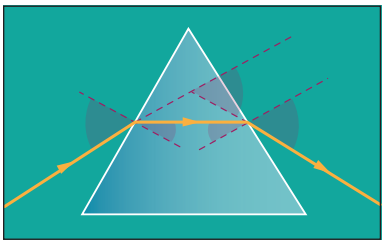
5. PRIZMÁK, LENCSÉK

Prizmák

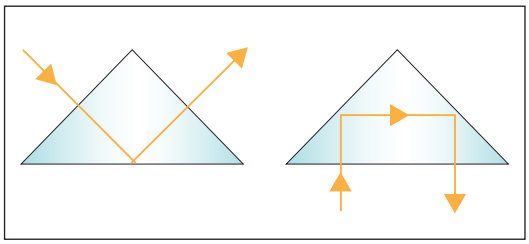
A prizmák átlátszó anyagból, üvegből, vagy műanyagból készülnek. Felületüket síklapok határolják.



Háromszögek és téglalapok határolják ezt az üvegprizmát.



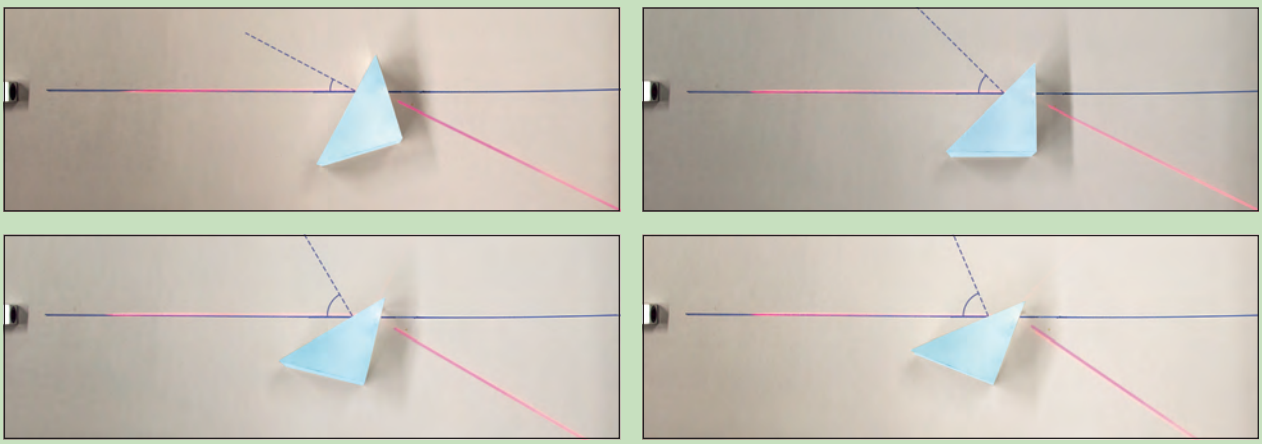
A prizmán áthaladó fénysugár kétszer törik meg: belépéskor és kilépéskor is.



A megfelelő irányból beeső fénysugár a prizmába belépés után a következő határfelületnél nem lép ki, hanem visszaverődik.

1. kísérlet

Az áthaladó fényt a prizma eltéríti. Az eltérítés mértéke változik a beesési szög függvényében.

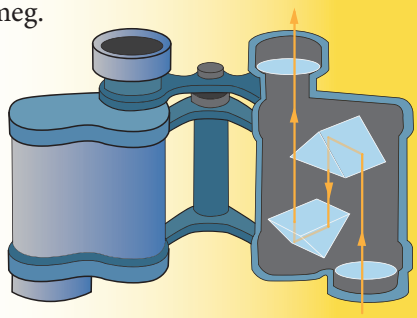


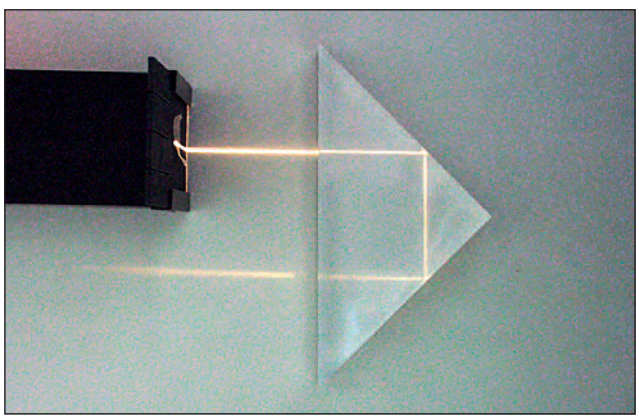
Tapasztalat:
A prizmához érkező fény egy része visszaverődik; a többi belépéskor és kilépéskor is megtörik.

A prizma a fényt mindig a vastagabb vége felé töri.

Érdekesség

Távcsövekben derékszögű prizmapárt alkalmaznak. Az egyik a bal-jobb irányt, a másik a lent-fent irányt fordítja meg.

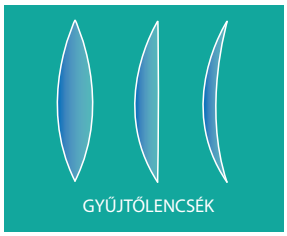


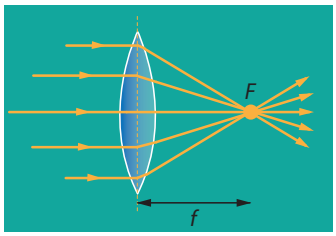


Derékszögű prizmával előállítható olyan helyzet is, mely során a fény két visszaverődés után a belépő fénysugárral párhuzamosan, de azzal ellentétes irányba lép ki.

Lencsék

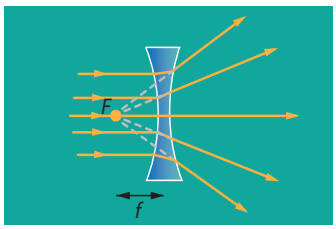
Az optikai lencsék átlátszó anyagból, üvegből vagy műanyagból készülnek. Alakjuk domború vagy homorú, felületük gyakran gömbfelület szelete.





A domború lencsét **gyűjtőlencsé**nek nevezzük, mert a lencse tengelyével párhuzamosan érkező fénysugarakat a lencse (túloldali) fókuszpontjában gyűjti össze. Minden lencsének két fókuszpontja van, melyek a lencse szimmetriatengelyén, a lencsétől egyenlő távolságban találhatók.





A homorú lencsét **szórólencsé**nek nevezzük, mert a beeső, párhuzamos fénysugarak a lencse másik oldalán széttartókká válnak.
Az optikai lencséket (pl. szemüveglencséket) jellemző adat a lencse dioptriája.
A dioptria jele *D*, a fókusztávolságé *f*.
A dioptria a méterben mért fókusztávolság reciproka:

$$D = \frac{1}{f}$$

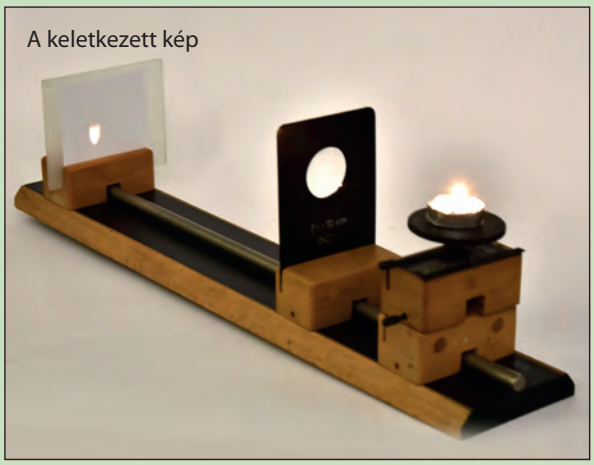
Például, a 8 cm méterben: 0,08 m. Az ilyen fókusztávolságú lencse $\frac{1}{0{,}08} = \mathbf{12{,}5}$

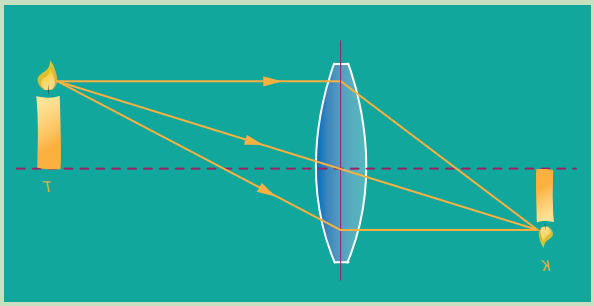
Gyűjtőlencsék képalkotása

2. kísérlet

Optikai padon helyezzünk el ismert fókusztávolságú gyűjtőlencsét! Világító gyertyáról készítünk képet a lencse segítségével. Az ernyő helyének változtatásával keressük meg a gyertya éles képét! Figyeljük meg a keletkezett kép helyét és nagyságát! A gyertyát a lencse fókuszán kívülre helyezzük el!

Tapasztalat:
A kép ernyőn megjelenik → valódi kép,
felcserélődött az alul-felül irány → fordított állású.
A felső ábrán látható esetben a kép kisebb, mint a tárgy, tehát kicsinyített kép keletkezett. Ha a lencsét közelítjük a tárgyhoz, találunk még egy olyan helyzetet, ahol éles kép keletkezik: nagyított, fordított állású kép. Ilyen helyzetet látunk a fényképen.





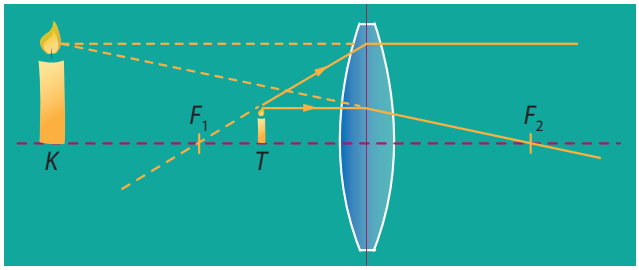






A gyűjtőlencsék pozitív dioptriájúak. A szórólencsék negatív dioptriájúak.

Mi történik, ha a fókuszpont és a lencse közé helyezzük a tárgyat?



Megrajzoltuk a tárgy egy pontjából kiinduló két fénysugarat a lencséig és azon túl. Láthatóan széttartók, nem metszik egymást. Szaggatott vonallal jelölt meghosszabbításuk azonban találkozik a tárggyal azonos oldalon. Itt keletkezik a látszólagos, nagyított, egyenes állású kép. Így „működik" a kézi nagyító.



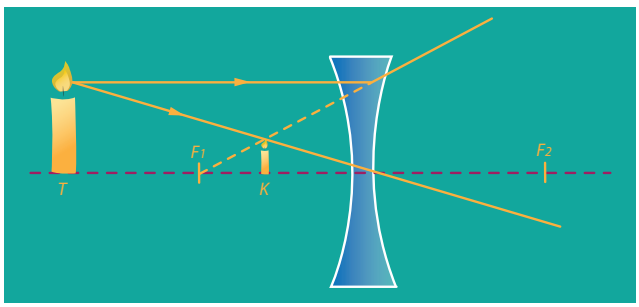
Kis méretű tárgyat helyeztünk a gyűjtőlencse közelébe. Az ernyőn nem jelenik meg az előállított kép; mi azonban, a tárgy helyett a tárgy nagyított képét látjuk. Az eszköz neve: kézi nagyító. Nagyítóként használt gyűjtőlencsét távcsövekben is találhatunk.

Szórólencsék képalkotása

3. kísérlet

Helyezzünk el optikai padon egy égő gyertyát és egy szórólencsét! Az ernyő helyének változtatásával próbáljuk megkeresni a gyertya éles képét!
Tapasztalat: Nem keletkezik az ernyőn felfogható kép.

A *T* tárgyról kiinduló, széttartó fénysugarak, miután a szórólencsén áthaladnak, még széttartóbbak lesznek; nem metszik egymást.
A meghosszabbításukban keletkező *K* kép látszólagos, kicsinyített, egyenes állású. Ez a lencsének a tárggyal ellentétes oldaláról nézve látható.
A szórólencse mindig látszólagos, egyenes állású, kicsinyített képet állít elő.



Összefoglalás

A prizmák átlátszó anyagól készülnek; felületüket síkfelületek határolják.
A prizmán áthaladó fénysugár kétszer törik meg, a prizma vastagabb vége felé térül el.
Az optikai lencsék átlátszó anyagból készülnek; felületüket gömbfelületdarabok határolják.
A gyűjtőlencsék középen vastagabbak; pozitív dioptriájúak.
A szórólencsék szélükön vastagabbak; negatív dioptriájúak.
A gyűjtőlencsék
- a fókuszukon kívülre helyezett tárgyakról valódi képet,
- a fókuszon belülre helyezett tárgyról látszólagos képet készítenek.

A szórólencsék kizárólag látszólagos képet állítanak elő.

Kérdések, feladatok

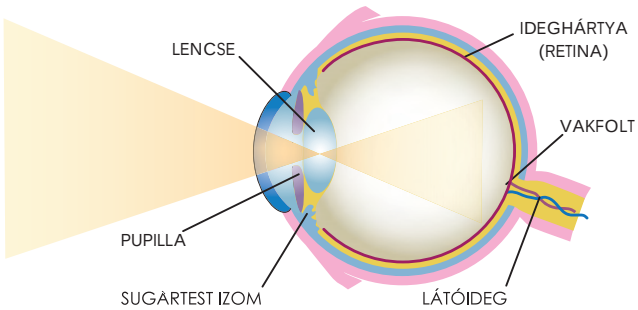
1. Hány dioptriás a 40 cm fókusztávolságú gyűjtőlencse?
2. 10 dioptriás gyűjtőlencse milyen képet állít elő a lencsétől
   a) 8 cm távolságra,
   b) 12 cm távolságra helyezett tárgyról?

6. A LÁTÁS

Az emberi szem

A fény a pupillán keresztül jut a szemünkbe.
A szemlencse domború optikai lencse. Anyaga rugalmas, alakját és fókusztávolságát (akaratunktól függetlenül) a sugártest izomzatával változtatjuk. Közeli tárgyakra nézve a lencse fókusztávolsága lecsökken, távoli tárgyakra nézve megnő. A szemlencse a szemgolyó hátsó falán lévő ideghártyán kicsinyített, fordított állású, valódi képet állít elő. Az agy feladata, hogy a fordított képet a talpára állítva lássuk.

A szem keresztmetszete és képalkotása



A vakfoltnál kapcsolódik a retina a látóideghez. Ezen a ponton nem látunk. Ez a hiány nem okoz gondot, mert az agyunk kiegészíti a körülötte lévő és a másik szem által látott képpel.
Az alábbi ábra a vakfolt kimutatására alkalmas.
Használata: Takard be a bal szemedet, és a jobb szemeddel nézd a kört! Ha lassan közelítesz az ábrához, egy bizonyos távolságnál eltűnik a háromszög, mert képe éppen a vakfoltra esik. Folyamatosan tovább közeledve az ábrához, a háromszög ismét megjelenik, később a négyzet tűnik el.



A pupilla a fény erősségétől függően szűkebbre húzódik, vagy tágabbra nyílik, és így kevesebb vagy több fényt enged a szembe. Amikor sötétség vesz körül, vagy behunyod a szemed: a pupillád kitágul. Ha ezután hirtelen erős fény éri, akkor jól látható módon összeszűkül. Tükör segítségével figyeld meg ezt az érdekes folyamatot!

Érdekesség

Az emberi szem dioptriája körülbelül 66. Ezt nem egyedül a szemlencse, hanem a szaruhártya, csarnokvíz és mindez együtt hozza létre. A kisgyermekkel együtt a szeme is növekszik. De a szem növekedése 7–8 éves korban megáll. Ekkor körülbelül 8 g tömegű és 2,5 cm átmérőjű. Az ember arca tovább is nő, az orra és a füle pedig egészen élete végéig. Ezért sokszor látunk egy kisgyereket gyönyörű, nagy szemmel, egy idős embernek pedig alig látjuk a szemét.



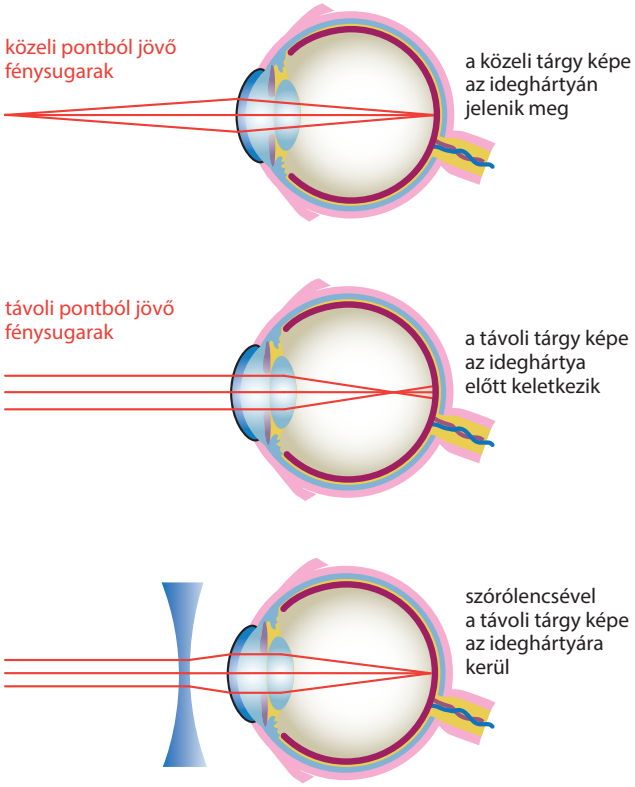


Látáshibák és javításuk

Az egészséges szem a képet az ideghártyára vetíti. A tárgy egyes pontjaiból kiinduló fénysugarak pontosan itt metszik egymást.
Látáshibát az okoz, ha a szembe jutó fénysugarak nem az ideghártyán, hanem előtte vagy mögötte metszik egymást. Ilyenkor az ideghártyán látott kép életlen.



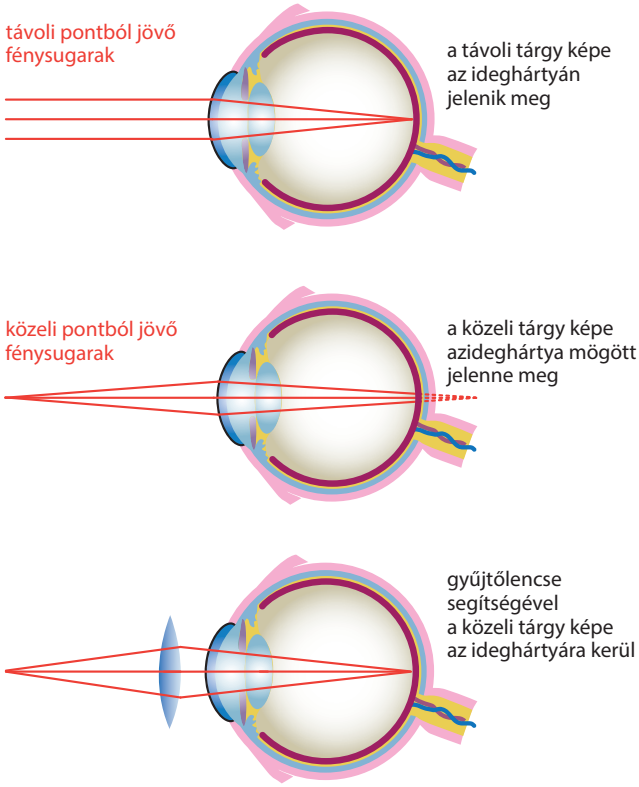
A rövidlátás és javítása



A rövidlátó ember messzire nem lát élesen. Látáshibáját az okozza, hogy a szemébe jutó fénysugarak nem az ideghártyán, hanem előtte metszik egymást, vagyis a fénysugarak túlságosan összetartók.

A rövidlátás javításakor a fénysugarak metszéspontját távolabbra, az ideghártyára helyezzük át. Ezt a célt szórólencsét tartalmazó szemüveg alkalmazásával érjük el. Az ilyen szemüveglencsék negatív dioptriájúak.

A távollátás és javítása

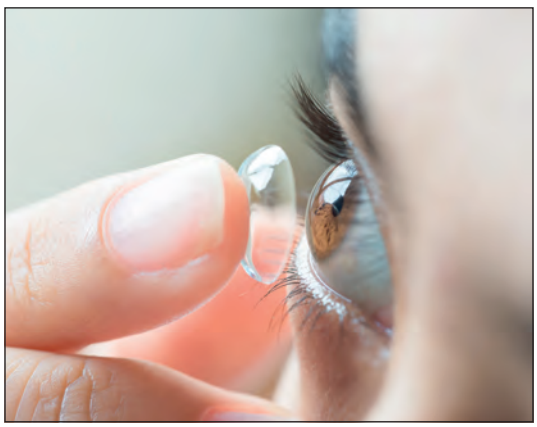


A távollátó ember közelre nem lát élesen. Látáshibáját az okozza, hogy a szembe érkező fénysugarak metszéspontja az ideghártya mögött lehetne, vagyis a fénysugarak nem elég összetartók.

A távollátás javításakor a fénysugarakat összetartóbbá tesszük: metszéspontjukat az ideghártyára helyezzük át. Ezt a célt gyűjtőlencsét tartalmazó szemüveg alkalmazásával érjük el. Az ilyen szemüveglencsék pozitív dioptriájúak.

Kontaktlencse

A kontaktlencsék apró lencsék, amelyeket a szemlencsére kell helyezni, ugyanúgy javítják a látáshibákat, mint a szemüvegek. A kontaktlencsék is megőrzik a szem egészségét. A kontaktlencse ötletét Leonardo da Vinci már 1508-ban megálmodta, de csak egy másik tudós, Thomas Young próbálta ki 1801-ben először. Ugyanis addig és még akkor sem találták ki a megfelelő rögzítőanyagot. Ma már a kontaktlencse viselése kényelmes, és hosszabb ideig viselhetők.



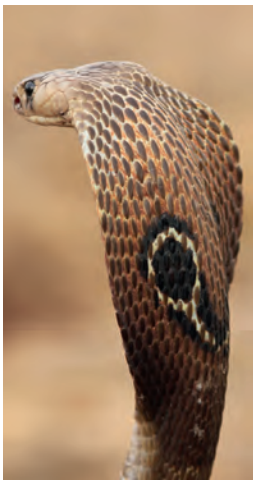
Lézeres beavatkozás

Rosszul látó felnőttek számára ma már lehetőség van lézeres szemműtéttel a látásuk javítására. Ekkor a nagy energiájú fénysugár segítségével a szaruhártya görbületét módosítják. Ennek következtében a szemüveg hordását ki lehet küszöbölni.

Különböző élőlények látószerve: anyaggyűjtés. Nézz utána!











Egyes állatoknak a pupillája keskeny, nyílás alakú, nem kör alakú. A kígyónak, pillangónak miért van a testén szemet imitáló folt, foltok? Egyes élőlényeknek hány szeme van?



Összefoglalás

A fény útja a szemünkben: pupillán keresztül bejutva a szemlencse az ideghártyán kicsinyített, fordított állású, valódi képet állít elő. A pupilla mérete szabályozza a szembe jutó fény mennyiségét. A szemlencse változtatható fókusztávolsága a szemlélt tárgyak távolságához igazodik.
A rövidlátást szórólencsét, a távollátást gyűjtőlencsét tartalmazó szemüveggel javítjuk.

Kérdések, feladatok

1. Mi a szerepe a látásban
   a) a pupilla méretváltozásának?
   b) a szemlencse dioptriaváltozásának?
2. Mi a vakfolt?

7. OPTIKAI ESZKÖZÖK

Egyszerű nagyító lupe

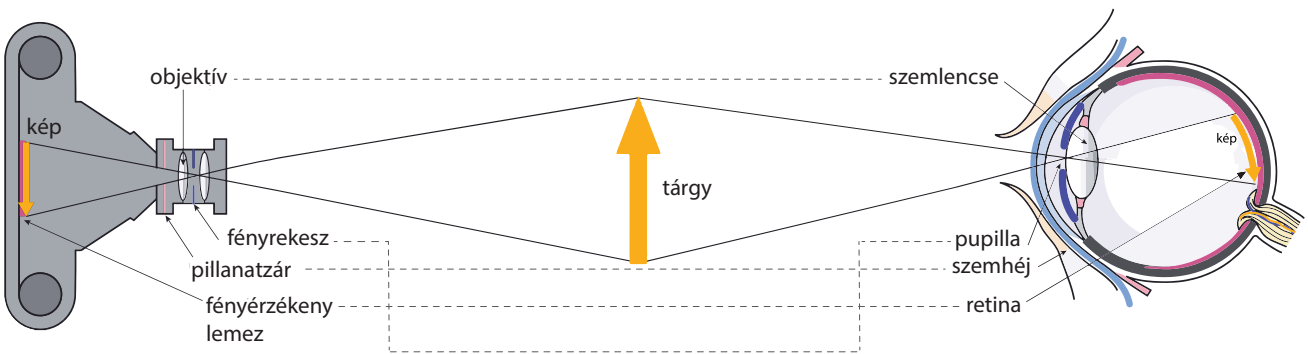


A lupe a valóságban egy domború lencse. Ha rajta keresztül nézünk kis méretű részleteket tartalmazó tárgyat. például bélyeget, vagy apró bogarakat, akkor nagyobbnak látszanak, és a részleteket is látjuk. Vannak emberek, akiknek az apró betűk olvasásához segítséget nyújt a nagyító.



A fényképezőgépek

Az ábrán egy egyszerű szerkezetű fényképezőgép és az emberi szem állít elő képet, ugyanarról a tárgyról. Érdemes megfigyelni a megfelelő „alkatrészeket". Egy korszerű fényképezőgép szerkezete az ábrán láthatónál lényegesen bonyolultabb.



A **digitális fényképezőgépek** alapvető alkatrészei megegyeznek a hagyományos kamerák tartozékaival.
A lényeges különbség az, hogy a film helyén fényt érzékelő félvezető eszközöket tartalmazó képrögzítő eszköz (ún. CCD) található. A képeket a gép kivehető memóriakártyákon tárolja.



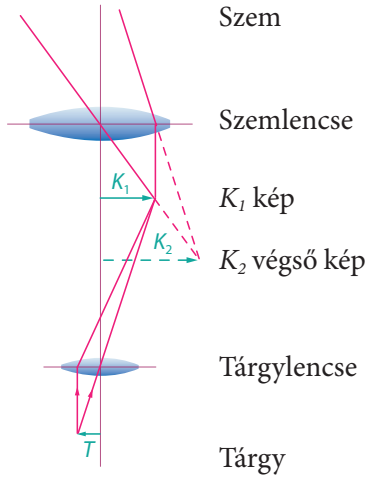
A mikroszkóp

Közeli, szabad szemmel nem látható, apró tárgyak vizsgálatára használjuk. Már a kezdetleges, XVII. században készült mikroszkópok, amelyek két nagyítólencséből álltak, meglepően tiszta képet állítottak elő.



A tárgylencse a megvilágított T tárgyról valódi, nagyított, fordított állású képet állít elő a szemlencse fókuszán belül. (K_1 kép)

Ezt a képet szemléljük a szemlencsével mint egyszerű nagyítóval. (K_2 végső kép)



A végső kép az eredeti tárgyhoz képest fordított állású, látszólagos, nagyított. A fordított állású képet a távcsöveknél megismert módon, prizmákkal meg lehet fordítani.

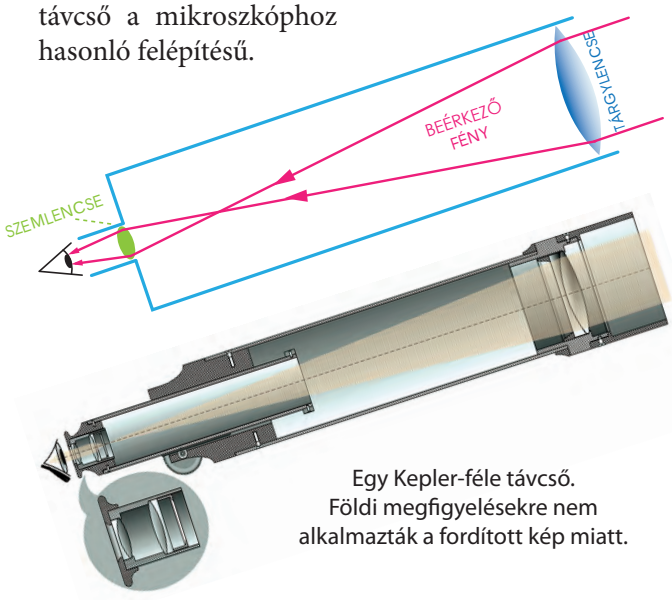
Manapság több lencséből felépülő, összetett mikroszkópok szolgálják a tudományt sok területen, főleg a biológiában és a geológiában. A mikroszkópokban fénytörő lencséket alkalmaznak, amelyek leggyakrabban üvegből, néha műanyagból készülnek. A fénymikroszkóppal elérhető legnagyobb nagyítás körülbelül 2000-szeres.

A távcső

A távcső a távoli tárgyak látószögét nagyítja. Ezt az eszközt nevezik teleszkópnak és messzelátónak is. A távcsövekben lencséket, tükröket, esetenként prizmákat is alkalmaznak. Nélkülözhetetlen az élet sok területén, különösen a csillagászatban, de alkalmazzák katonai, sport- és hobbicélokra is.

A Kepler-féle csillagászati távcső a mikroszkóphoz hasonló felépítésű.

A távcső felépítése



Egy Kepler-féle távcső. Földi megfigyelésekre nem alkalmazták a fordított kép miatt.

A Kepler-féle csillagászati távcső két gyűjtőlencsét tartalmaz, amelyek belső fókuszpontja közös.

Érdekesség

A lencsék nagyító hatását már a régi arab tudósok is ismerték. Azt azonban, hogy a lencséket távcsőként is fel lehet használni, csak jóval később ismerte fel Roger Bacon (békn, 1214–1294) angol szerzetes, természettudós. Az első távcsövet pedig Hans Lippershey (lipersej, 1587–1619) holland optikus készítette 1608-ban a németalföldi kormány számára. Ezt a távcsövet Galileo Galilei (1564–1642) itáliai tudós továbbfejlesztette, és az ég felé fordította. Megfigyeléseket és kísérleteket végzett a segítségével.
A képen látható a csillagvizsgáló forgatható, nyitható kupolája is.

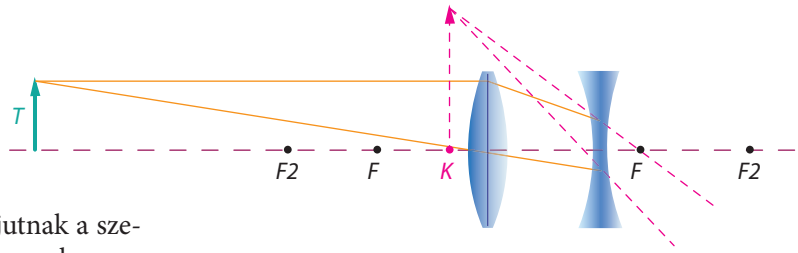






A tárgylencse a távoli tárgyról valódi, fordított állású, kicsinyített képet állít elő a közös fókuszpontban. A szemlencse (nagyítóként) erről állít elő az eredetihez képest fordított állású, látszólagos képet.

A Galilei-féle csillagászati távcső egy gyűjtő, és egy szórólencséből áll. A tárgylencse (gyűjtőlencse) a távoli tárgyról érkező fénysugarakat úgy töri meg, hogy azok összetartókká válnak. E sugarak útjában egy szórólencse van, amely ezeket a sugarakat széttartókká teszi, s e sugarak jutnak a szemünkbe. A tárgy képét ott látjuk, ahol e sugarak meghosszabbításai metszik egymást. Az ilyen fajta távcsővel a tárggyal megegyező állású, látszólagos, nagyított képet kapunk. Ezt színházi távcsőnek is szokás nevezni.





Optikai vagy fénykábel

Átlátszó anyagból készült hajlékony kábel. Az egyik végét megvilágító fénysugár eljut a másik végéig. A fény nem jut ki a kábelből, mert a kábel palástján a teljes visszaverődés miatt nem lép ki.

Összefoglalás

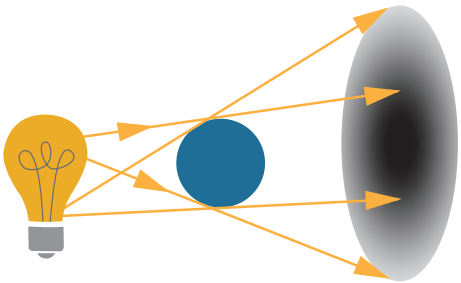
Optikai eszközeink a lencse, a tükör, a nagyító, a szemüveg, a fényképezőgép, a mikroszkóp és a távcső.

Kérdések, feladatok

1. Melyek a fő szerkezeti elemei a távcsőnek?
2. Melyek a fő szerkezeti elemei a mikroszkópnak?
3. Interneten nézz utána legalább 3 csillagvizsgálónak! Hol építették fel, és milyen magasan van?

8. ÖSSZEFOGLALÁS

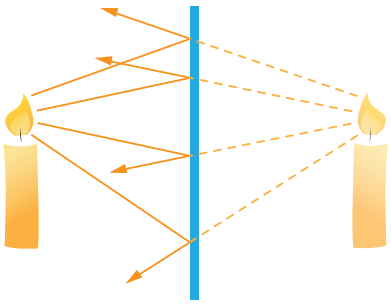
A világító testek elsődleges fényforrások, a megvilágítottak másodlagos fényforrások.
A fény egy adott anyagban egyenes vonalban terjed.



A fény légüres térben 300 000 $\frac{\text{km}}{\text{s}}$ sebességgel terjed.

A fénysugár útjába helyezett, átlátszatlan tárgyak árnyékjelenségeket okoznak.
Érdes felületről szórtan verődik vissza a fény.

A fény visszaverődik tükröző felületekről. A beesési szög egyenlő a visszaverődési szöggel.



Kép ott keletkezik, ahol a tárgyról kiinduló fénysugarak ismét metszik egymást. Ha a fénysugarak ténylegesen metszik egymást, akkor valódi kép keletkezik, ha csak a meghosszabbításaik, akkor látszólagos kép keletkezik.

Kétféle gömbtükör létezik: a homorú és a domború.

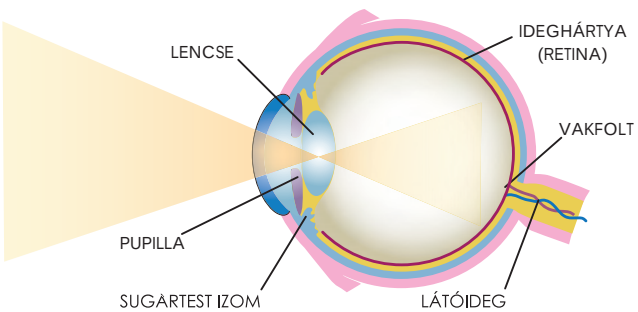
Ha a fény két átlátszó közeget elválasztó felülethez érkezik, akkor a fény irányát megváltoztatva behatol a második közegbe, és megtörik. A törési szög a beesési szögnél lehet kisebb vagy nagyobb, a közegektől függően.



Az optikai lencsék átlátszó anyagból készülnek; felületüket gömbfelületdarabok határolják.
A gyűjtőlencsék középen vastagabbak; pozitív dioptriájúak.
A szórólencsék szélükön vastagabbak; negatív dioptriájúak.
A dioptria a méterben mért fókusztávolság reciproka:
$D = \frac{1}{f}$

A prizmák átlátszó anyagól készülnek; felületüket síkfelületek határolják.
A prizmán áthaladó fénysugár kétszer törik meg, a prizma vastagabb vége felé térül el.

A szemlencse domború optikai lencse.
A fény útja a szemünkben: a pupillán keresztül bejutva a szemlencse az ideghártyán kicsinyített, fordított állású, valódi képet állít elő.



Optikai eszközeink a lencse, a tükör, a nagyító, a szemüveg, a fényképezőgép, a mikroszkóp és a távcső.

1. HULLÁMOK A TERMÉSZETBEN

A természetben sokféle hullámzást lehet megfigyelni. Hullámzik például a víz felszíne, a zászló a szélben. De miért mondják a közepes tanulóra, hogy hullámzó a teljesítménye, és miről kapta a nevét a hullámpapír?

1. kísérlet

Önts vizet egy nagyobb tálba, majd csöpögtess vízcseppeket a víz felszínére! A víz felületén hullámok alakulnak ki. Vizsgáld meg a kialakuló hullámokat!

Tapasztalat:

Megfigyelheted, hogy a hullámok a tál széle felé terjednek. A hullámok a csöppentés helyén kör alakban keletkeznek, közben néhol a vízszint megemelkedik, néhol lesüllyed. Egy hullám terjedését végigkövetve azt is megfigyelheted, ahogy idővel a hullám ellaposodik, elhal.

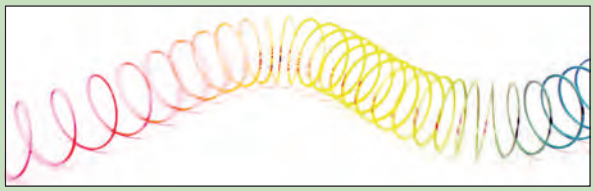


2. kísérlet

Húzz ki az asztalon egy lépcsőjáró rugót, majd rezgesd ide-oda az egyik végét!

Tapasztalat:

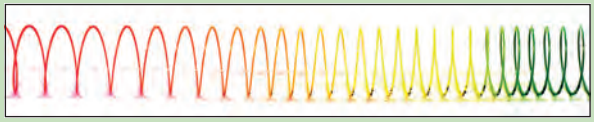
A rugón hullámok fognak terjedni: a rugó egyik vége a hullámforrás, innen indulnak a hullámhegyek és a hullámvölgyek.



Most mozgasd úgy a kezedet, hogy rezgése a rugót húzza-nyomja!

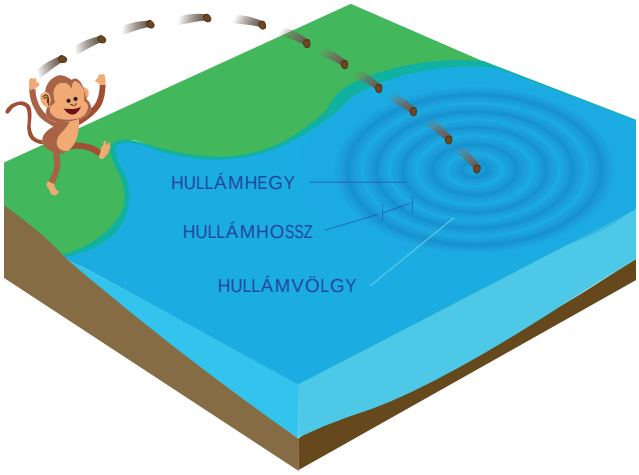
Tapasztalat:

A rugón ekkor is láthatunk terjedést, de itt a rugó sűrűsödése távolodik a hullámforrástól, és nem alakulnak ki hullámhegyek és -völgyek.





A folyadékok felszínén rezgetéssel hullám hozható létre. **Hullámforrás**nak nevezzük azt a helyet, ahol a rezgetés történik. Az 1. kísérletben a csöpögtetés helye a hullámforrás. A hullámforrásból indul ki a hullám minden irányba a folyadék felszínén. A rezgetés hatására olyan vízhullámok alakulnak ki, melyek hol kidomborodnak, hol bemélyednek. Ezeket az alakokat nevezzük **hullámhegy**nek és **hullámvölgy**nek. A hullámok terjedését a hullámhegyek és a hullámvölgyek mozgásából, pontosabban a hullámforrástól való távolodásukból vesszük észre.

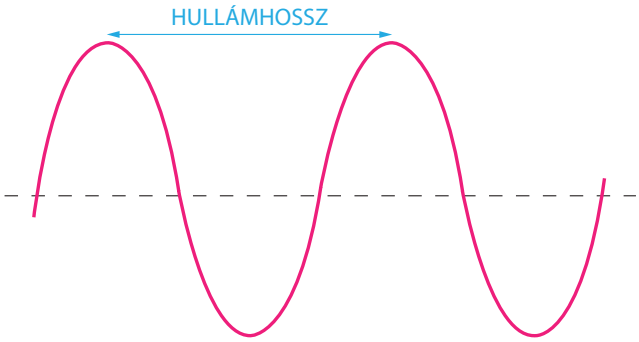


Érdekesség

A víz felületéhez hasonlít egy ugróasztal vagy egy dob hártyájának a felülete. Ha az ugróasztal közepét megütnénk, akkor a kifeszített gumiasztalon hasonló hullámok keletkeznének, mint a víz felszínén. A különbség csak az, hogy a gumiasztalon sokkal laposabb hullámhegyek és -völgyek alakulnának ki, és sokkal gyorsabban terjednének az asztal széle felé. A dob hártyáján szemmel nem látható hullámhegyek keletkeznének.

A hullámhossz

A kísérletekből is látszik, hogy a hullámok alakja a hullámhegyek vagy a sűrűsödések ismétlődő sormintaját adja. Ennek a mintázatnak az egysége a **hullámhossz.** Két szomszédos hullámhegy, illetve sűrűsödés közötti távolságot hullámhossznak nevezzük. Gondold végig! Amíg a hullámforrás egy teljes rezgést végez, addig a hullám pontosan egy hullámhossznyi távolságot halad.



Érdekesség

A természetben létrejövő hullámoknak csak egy kis része olyan, ami hullámhegyek és -völgyek terjedéséből áll. Mégis, mivel látványos jelenségről van szó, a hasonló alakú dolgokat is hullámosnak mondjuk. A hullámpapír belsejében lévő redős papír, a hullámos (göndör) hajú lány hajfürtjei, a hullámcsat, mind-mind a hullám alakjára emlékeztet.





Nemcsak a folyadékok és szilárd anyagok felszínén, hanem azok belsejében is terjedhetnek hullámok. Földrengés alkalmával a Föld belsejében lévő hullámforrásból indulhatnak ki hullámhegyek és -völgyek, de sűrűsödések és ritkulások is. Sőt, a levegőben is terjedhetnek hullámok, mégpedig levegősűrűsödések és -ritkulások formájában. A **hang is hullám,** fülünk a levegő sűrűsödéseit és ritkulásait érzékeli.

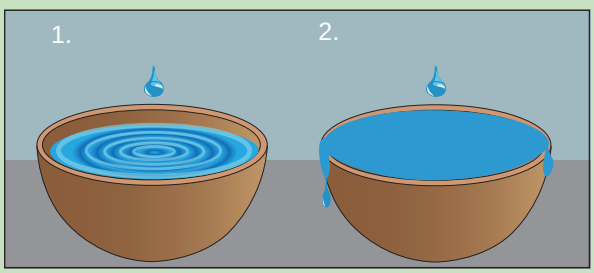
A hullám tulajdonságai

3. kísérlet

Csöpögtetéssel hozz létre hullámokat a vízzel teli tál felszínén! Figyeld meg, mi történik a vízhullámmal, ha a tál falához ér!

Tapasztalat:

A hullámok a falról visszaverődnek. Ismételd meg a kísérletet úgy, hogy a tál színültig van vízzel! Ebben az esetben a hullámhegy a falhoz érve nem verődik vissza, hanem átbukik a fal fölött, és kilöttyen egy kevés víz.



Érdekesség

Az úszómedencében az úszókat zavarná az általuk keltett hullámok visszaverődése a medence faláról, ezért a medencék szélén túlfolyót alakítanak ki. Ha a medence vizének felszínén keletkező hullám eléri a medence szélét, akkor a hullámhegy túlcsordul, a hullám nem verődik vissza, a víz felszíne sima marad. Ez a feszített víztükrű medence működésének magyarázata.



Az anyagban terjedő hullámok előbb-utóbb elérik az anyag határát. A határ felületén a hullámmal két dolog történhet. A **hullám a határfelületről visszaverődhet,** és **átléphet egy új anyagba,** abban haladva tovább. A visszaverődés jelenségét érzékeljük a visszhang esetében vagy a fürdőkádban vízhullámokat keltve. A másik jelenséget a víz alatt búvárkodva érzékeljük, amikor az úszómester a medence széléről fütyül, és ez a hang a levegőben terjedve átlép a medence vizébe, majd a vízben folytatja útját a fülünkig. **Amikor a hullám az új anyagba lép, megváltozik a sebessége és a hullámhossza.**

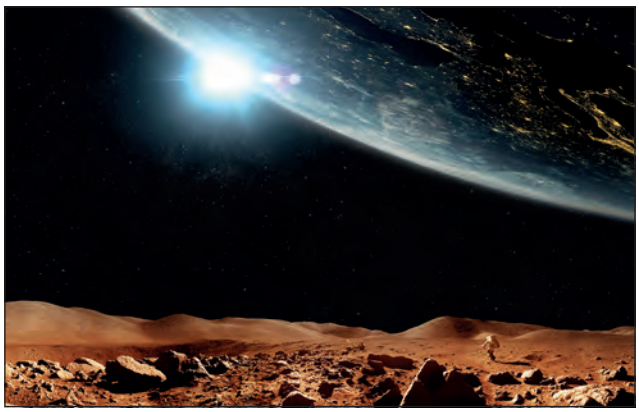
Összefoglalás

Hullám bármely halmazállapotú anyagban létrejöhet.
A hullámforrás rezgetéssel kelti a hullámokat.
A hullám hullámhegyek és -völgyek vagy sűrűsödések és ritkulások terjedésével távolodik a hullámforrástól.
A hang is egy hullám.
A hullám az anyag határáról visszaverődhet, és át is léphet egy új anyagba. Ekkor megváltozik a terjedés sebessége és a hullámhossza.

Kérdések, feladatok

1. Hogyan verődnek vissza a hullámok, ha egy kerek tál vagy bögre közepén csöpögtetéssel hullámokat keltünk?
2. Van-e visszhang a Holdon, a Vénuszon vagy a Marson?
3. Ha szöget ütünk a fába, gyakran magas hang is keletkezik. A kalapács ütése miatt a szögben vajon láthatatlan, apró hullámhegyek és -völgyek, vagy sűrűsödések és ritkulások jönnek létre?
4. A sportstadionokban a közönség, saját szórakoztatására, néha hullámozni szokott. Miért lehet a mozgásukat hullámzásnak nevezni? Szerinted ebben az esetben mi a hullámforrás? Hogyan alakul ki egy hullámhegy? Hogyan tudná a közönség bemutatni a hullám visszaverődését?









2. A HANGKELTÉS

A nagymama azt mondja az óvodás Petinek, egyen sok répát, mert attól tud majd fütyülni. Persze nem a répától fogunk jól fütyülni, a fütty a száj és a nyelv megfelelő alakításától szól. Vajon a fütyüléshez használjuk a hangszálainkat? Ha nem, akkor miért szól a fütty?

Hangforrás



Környezetedben folyamatosan hallhatsz hangokat: társaid beszédjét, kiabálását, a leeső ceruza koppanását, madárcsicsergést, a busz berregését vagy például a tévé zeneműsorát. Ezeknek a hangoknak könnyen megtaláljuk az eredetét, a **hangforrást,** amely a hallott hangokat kelti.

A hangforrások rezgéssel keltik a hangokat. Rövid időtartamú hangkeltés például a koppanás vagy a taps, hosszú időtartamú például az énekhang vagy a mentő szirénája.

Nézz utána!

Azt mondják, hogy ha egy tengerpartról származó kagylóhéjat a fülünkhöz tartunk, akkor hallani fogjuk a tenger zúgását. És valóban, egy kagylóhéjba belehallgatva zúgó hangot lehet hallani. Mi lehet a zúgó hang forrása?



Hangszerek

Az énekhangot, valamint a beszédhangot (kivéve a zöngétlen mássalhangzókat) a torkunkban lévő hangszálak rezgése kelti. Más eszközökkel is lehet utánozni ezeket a hangokat. Az emberek már ősidők óta használnak **hangszereket** hangkeltés céljából. A hangszereket a hangkeltés módja szerint csoportosíthatjuk. Vannak húros hangszerek, ezen belül is vonós, illetve pengetős hangszerek, aztán fa- és rézfúvós hangszerek és ütős hangszerek.

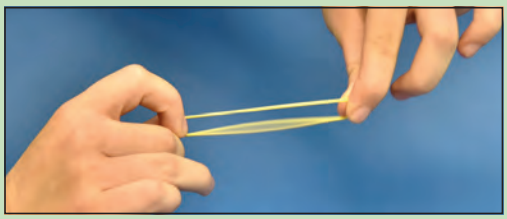




A **húros hangszerek** a kifeszített húr rezgetésével keltenek hangot. A húr feszességétől, vastagságától és a hosszától függően más és más hangot lehet hallani. Vannak olyan húros hangszerek, amelyek annyi húrt tartalmaznak, ahány eltérő hangot meg akarnak szólaltatni. Ilyen hangszer a zongora, a hárfa vagy a cimbalom. Más húros hangszerek kevés húrt tartalmaznak, ezeknél a hangszereknél a húr lefogásával le tudjuk rövidíteni a húrt, amely ezáltal más hangot ad ki. Jó példa erre a gitár, a citera vagy a hegedű.

1. kísérlet

Feszíts ki két ujjad közé egy befőttesgumit, majd pendítsd meg!
Tapasztalat:
A pendítés hatására a gumi középső része nagyon gyors ide-oda mozgást végez, rezeg. Hallhatod, hogy ez a rezgés nem hangos, sőt, ha jobban megfeszíted a gumit, akkor más hangot fog adni.



Érdekesség



A különböző hosszúságú húrok által keltett hangokat először *Püthagorasz* görög tudós vizsgálta a Kr. e. VI. században. Ő használta először az oktáv, a kvint és a kvart kifejezéseket. A húrok hangkeltését, különböző feszítettség mellett, az itáliai Galileo *Galilei* édesapjával együtt vizsgálta a XVI. század végén. Mindkét tudós nevével fogsz még találkozni tanulmányaid során.

A húrok rezgését kifeszített gumikötéllel modellezhetjük. A kötél egyik végét rögzítjük, a másik végét a kezünkkel rezgésbe hozzuk. Ha a rezgés üteme megfelelő, akkor a gumikötélen olyan hullámzás alakul ki, amelyben nem látszik a hullám terjedése, hanem a kötélen ide-oda mozgó és egy helyben álló helyek váltakoznak. Ezt a kialakuló képet a gumikötél egy állóhullámának nevezzük. A kötél azon helyei, amelyek nem mozognak, a csomópontok. Két szomszédos csomópont között a kötél részei ide-oda mozognak. Próbáljunk meg különféle **állóhullám**ot kialakítani! Ha változtatunk a rezgetés ütemén, más állóhullámokat is ki tudunk alakítani. Ezek az állóhullámok a csomópontok számában különböznek.

Egy gitár rezgő húrjában egyszerre több állóhullám is jelen van. A leghangsúlyosabb az az állóhullám, amelynek csak két csomópontja van a húr két végén. Ez adja a húr alaphangját. A többi állóhullám, melyeknek kettőnél több csomópontja van, sokkal kisebb hangerősséggel adódnak az alaphanghoz, az együttes hangzás adja a gitárhúr jellegzetes hangját, a **hangszín**ét.



Nézz utána!

Komolyzenei koncert előtt a zenészek hangolnak; a hegedűsök például a húrok feszességét állítják megfelelőre. Vajon miért változhat meg az otthon beállított hegedűhúr hangja?



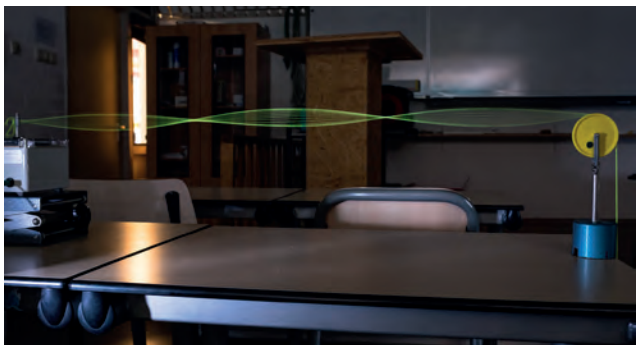
2. kísérlet

Fújj egy üres üdítős üveg szájára úgy, hogy a benne lévő levegő hangot adjon (úgy kell megfújni, ahogy a fuvolát szokták megszólaltatni)! Tölts egy kevés vizet az üvegbe, majd újból szólaltasd meg! Próbáld ki a hangkeltést különböző mennyiségű vízzel!

Tapasztalat:

Az egyre kisebb hosszúságú levegőoszlop egyre magasabb hangokat kelt.









A **fúvós hangszerek**ben a hangszer testében lévő levegő rezgése adja a hangot. A cső alakú hangszerekbe zárt levegő hossza befolyásolja a kiadott hangot. Például a harsona csövét ezért húzza ki-be a zenész. A rezgő levegő hosszát billentyűkkel vagy a lyukak befogásával is szabályozni lehet, például a furulya vagy a trombita esetében. Vannak olyan fúvós hangszerek, amelyekben minden hanghoz külön síp tartozik, és minden síp különböző hosszúságú. Ilyen hangszer az orgona vagy a pánsíp.

Érdekesség

A hangszereket a megszólaltatásuk módja szerint csoportosítottuk fúvós, vonós, pengetős, billentyűs vagy ütős csoportba. A hangkeltés természete szerint a hangszereket másképp csoportosítjuk. A kordofon hangszerekben húr rezeg. A membrafon hangszerekben kifeszített hártya (membrán) rezeg. Ilyen például a köcsögduda vagy az üstdob. Az aerofon hangszerekben a levegő rezgése kelti a hangot, mint például az orgonában vagy a furulyában. Az utolsó csoport az idiofon hangszerek, amelyek hangszertestük saját rezgésével adnak ki hangot. Jó példa erre a kereplő vagy a gong.

Összefoglalás

A hangokat a hangforrás rezgése hozza létre.
A kifeszített húr hangját a húr hossza, vastagsága és feszessége befolyásolja.
A megpendített húron állóhullámok jönnek létre.
A sípok hangját a síp hosszának megváltoztatásával módosíthatjuk.
A hangszóróban lévő membrán rezgetése hangot kelt.



Az **ütős hangszerek**et ütő segítségével szólaltatjuk meg. A hangszert vagy annak egy részét megütve az rezgésbe jön, így ad hangot. Ütős hangszerekre jó példa a harang, a cintányér vagy a dob. A dob testére kifeszített hártyát megütve hangot hozhatunk létre. Ilyenkor a kifeszített hártya rezeg. A hangszórók is hasonló módon keltik a hangot. A hangszóróban található vékony lemezt, az úgynevezett membránt kell megfelelő ritmusban rezgetni elektromos úton, hogy ezáltal a megfelelő hangot hozza létre.

Kérdések, feladatok

1. A lecke elején szó van a fütyülésről. Ajkunk csücsörítésével és a nyelvünk segítségével akkora sebességgel fújjuk ki a levegőt, hogy a szánkon kijőve hang keletkezik, a hangszálunkat nem használjuk hozzá. Keress még olyan hangkeltést, ami a szánkon keresztül kijőve hallható, de mégsem használjuk hozzá a hangszálakat!
2. Ha talpas üvegpohárba (borospohár) kevés vizet töltünk, majd nedves ujjunkkal körbe-körbe simítjuk a pohár karimáját, akkor az üveg szép hangot hallat. Próbáld ki! Pontosan mi kelti a hangot? Mi rezeg? Hogyan lehet más hangot kelteni ugyanazzal a pohárral?
3. A hárfa és a zongora teste is háromszög alakú. Vajon mi ennek az oka?
4. A harang egy öblös hangú hangforrás. A hangszerek melyik csoportjába tartozik? Mi kelti a hangot? Mi rezeg?
5. A közmondás úgy tartja: nem zörög a haraszt, ha nem fújja a szél. Nézz utána, mit jelentett régen a haraszt, és miért zörgött, ha szél fújta! Vajon ebben az esetben mi kelti a hangot, mi rezeg?





3. HALLÁS, A FÜL

Ha valaki nem hallja meg, amit mondanak neki, azt kérdezzük: „A füleden ülsz?” A hangok érzékelésére a fülünket használjuk. Ha bedugjuk a fülünket, a hangokat csak nagyon halkan észleljük, vagy szinte semmit sem hallunk.



Figyeld meg!

A nagyothalló emberek régen tölcsér alakú készülékkel próbálták észlelni a beszélő hangját. Az orvosok a tüdő vizsgálatához tölcsér alakban végződő sztetoszkópot használnak. Ha nem értjük a másik ember hangját, vagy a sugdolódzókat próbáljuk kihallgatni, akkor „kagylózunk”, azaz a kezünket tölcsér alakúvá formálva próbáljuk a hangot a fülünkbe terelni.

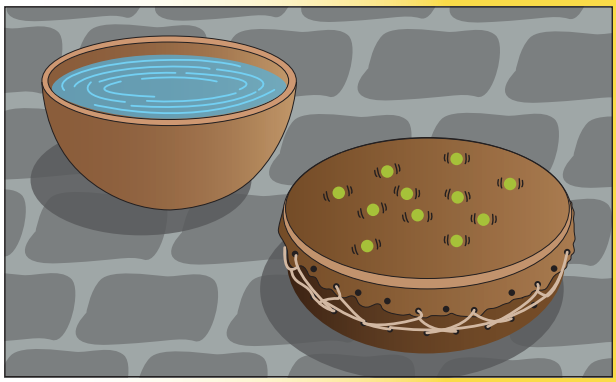


Hallás

A hangok észleléséhez és érzékeléséhez a fülünket használjuk. A fül több részből áll, minden résznek fontos feladata van. A fül legkülső része a **fülkagyló.** Ennek feladata, hogy a hangot összegyűjtse, és a fül belseje felé terelje. A fülkagyló és annak folytatása, a **hallójárat** tölcsér alakú, és ez az alak biztosítja, hogy a hang a megfelelő irányba haladjon.

Érdekesség

Gárdonyi Géza *Egri csillagok* című regényében a várat védő vitézek a vár pincéjében vizes tálakat és dobokon borsószemeket raknak ki, hogy megtudják, vajon a törökök ásnak-e aknát a vár alatt. A munkálatok hangját, a talaj rezgéseit a földön lévő tál és a dob felfogta, majd továbbította, ezért fodrozódott a víz felszíne, a borsószemek pedig a dob hártyájának rezgése miatt pattogni kezdtek. Így a talaj rezgése „láthatóvá vált”.



A hallójárat végén, a fülben található a **dobhártya,** mely a hang hatására jön rezgésbe. A dobhártya rezgéseit apró csontocskák továbbítják a fül belső részébe, ahol nagyon **érzékeny szőrsejtek** találhatók. Ezek a sejtek érzékelik a rezgést, és továbbítják az információt az agy számára.

Hangerősség

A fül képes érzékelni a hang egy fontos tulajdonságát, a **hangerősség**et. A hangerősség a hullámok egyik jellemzőjével, az **amplitúdóval** kapcsolatos. Amplitúdónak nevezik a hullámhegyek magasságát vagy a sűrűsödések és ritkulások mértékét. A halk hangokat nehezebben érzékeli a fül, ezért kérhet meg a tanárod, hogy feleléskor beszélj hangosabban. A túl hangos hangok pedig zavaró, néha fájó érzést is kelthetnek, úgy is mondjuk, hogy bántja a fülünket. A hangerősséget műszerek segítségével mérni is lehet. A mérési eredményt **decibel** egységben adják meg. A decibel jele dB. A leghalkabb hang, amit éppen meghallunk: 0 dB. Ezt az értéket nevezzük **hallásküszöb**nek. Egy csendes lakásban 40 dB, egy forgalmas utcában 70 dB értéket mérhetünk, egy diszkóban 100 dB a hangerősség, ez megközelíti a **fájdalomküszöb** értékét, ami 130 dB.

Nézz utána!

Az előírások szerint, ha tartósan 80 dB-nél hangosabb hang ér bennünket, akkor a halláskárosodás megelőzése érdekében fülünket védenünk kell. Hogyan, milyen módszerekkel lehet védekezni a túl hangos hangok ellen?



A túl hangos berendezéseket **hangtompító eszközzel** látják el azért, hogy a hang erősségét csökkentsék. A gépjárművek kipufogórendszerében és bizonyos fegyverek csövén is találhatunk hangtompítót. A zajvédő falak igazából nem tompítják, csak visszaverik a hangot, ezáltal lesz csendesebb a fal túloldalán.



A régi gramofon tölcsér alakú hangszórója, a régi hangosbeszélő (szócső) igazából nem erősíti, csak egy irányba tereli a hangokat, ezáltal abban az irányban jobban meghalljuk azokat. Hasonlóan működtek az ókori görögök tölcsér alakú nézőterei is. A színészek hangját a nézőtér kialakítása a közönség felé terelte. A hangszerek teste, azok öblös kialakítása is a hang felerősítését szolgálja.





Összefoglalás

A fül érzékeli a hangokat.
A fülkagyló a dobhártyára tereli a hangot, amelyet megrezegtet.
A hangerősséget decibelben (dB) mérjük.
A hallásküszöb 0 dB, a fájdalomküszöb 130 dB.

Kérdések, feladatok

1. Gabi szeretné kihallgatni a szomszéd szobában beszélgető barátait, ezért a falhoz szorít egy bögrét, majd fülét a bögrére tapasztja. Hogyan tegye a bögrét a falhoz? A bögre alja vagy a szája legyen a fülénél? Válaszod indokold!
2. A reptereken a repülők parkolását terelőmunkások segítik. A fejükön fülhallgatónak látszó tárgy van, ami valójában nem fülhallgató. Vajon milyen célt szolgál?
3. Nézz utána, mit jelent a zajártalom kifejezés! Gyűjts a környezetedben olyan jelenségeket, amelyek zaja feleslegesen terheli a füledet! Hogyan tudnál védekezni ezek ellen?
4. A trombitának, tubának és kürtnek is tölcsér alakú a vége. Vajon miért?

4. A HANG TERJEDÉSE

Nyári zivatar idején gyakran láthatsz szemet kápráztató villámokat. Ilyenkor azt is megfigyelheted, hogy a villámlást csak később követi a villám keltette dörgés. Vajon mi lehet ennek az oka?

A hang terjedése

A hang a hangforrásból, valamilyen **közvetítő anyag**on keresztül, leggyakrabban a **levegő**ben jut el a fülünkig. Ha nincs közvetítő anyag, akkor nem tud miben kialakulni a hang, így nem halljuk meg a hangforrás rezgéseit. Például a világűrben lévő űreszközöknek azért nincs hangjuk, mert légüres térben vannak. A hang terjedéséhez valamilyen anyagra van szükség. A hang nem terjed vákuumban, így a világűrben sem.

A hang sebessége

A hangnak a közvetítő anyagban kell eljutnia a hangforrástól a fülig. Ha csettintünk vagy tapsolunk egyet, akkor azt azonnal meghalljuk, tehát a hangok gyorsan terjednek. A villámlás megfigyelésekor azonban kiderül, hogy míg a villanás fénye szinte azonnal a szemünkhöz jut, addig a dörgés a több kilométeres távolságot csak néhány másodperc alatt tudja megtenni.

A hangsebesség levegőben körülbelül 340 $\frac{\mathbf{m}}{\mathbf{s}}$.

Ez azt jelenti, hogy a hang a levegőben másodpercenként mintegy 340 m távolságra jut.

A hang és egyéb hullámok terjedését jobban érzékeljük, ha nem folyamatosan keltünk hullámokat, hanem csak egy hirtelen, rövid ideig tartó zavart okozunk a hangforrásnál. Az ilyen hullámot lökéshullámnak nevezzük. Lökéshullám például a csettintés, a taps vagy egy robbanás vagy mennydörgés után érzékelhető hatás. **Lökéshullám**ok segítségével könnyebb meghatározni egy hullám terjedési sebességét.

Érdekesség

A villámok távolságát magad is könnyen megállapíthatod. Amikor megpillantasz egy villámot, lassan kezdj el számolni (körülbelül másodpercenként), majd hagyd abba a számolást, amikor meghallod a dörgést! A kapott számot oszd el hárommal! Mivel a hang másodpercenként közel $\frac{1}{3}$ km utat tesz meg, ezért az eredmény a villám keletkezésének távolságát adja meg km-ben.



A hangsebességet módosíthatja a közvetítető anyag **hőmérséklet**e is, igaz, kismértékben. A melegebb levegőben a hang egy kicsit nagyobb sebességgel terjed, míg a hangsebesség hideg levegőben kicsit kevesebb mint 340 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$, ami 15 °C -os levegőre, átlagos körülményekre vonatkozik. Például a hang sebessége 0 °C-on 332 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$, 20 °C-on 344 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$, 30 °C-on 350 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

A hang sebességét több dolog is befolyásolhatja, módosíthatja. **A hang sebessége függ a közvetítő anyagtól, amiben terjed.** Légnemű anyagokban lassabban, folyadékokban gyorsabban, szilárd anyagokban még gyorsabban terjed a hang. Ez az érték a vízben például 1500 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$, acélban 6000 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$.



Amikor a hang a közvetítő anyagban terjed, amplitúdója és így hangerőssége egyre csökken, a hang folyamatosan halkul. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a sebessége is megváltozna. A hang levegőben való terjedését egyes tárgyak elnyelhetik, mások visszaverik. **Hangelnyelő** szivacsokkal burkolják a rádióstúdiók falait, hogy a visszhangokat elkerüljék. A hangversenytermek falait viszont olyan anyaggal borítják, és felületét úgy formálják, hogy a legszebb hangzást biztosítsák.

Nézz utána!

Ha egy lakásban hangosan hallgatnak zenét, akkor azt még a szomszédok is hallják. A fal ugyanis csak enyhíteni tudja a hangerősséget, a hangot teljesen elszigetelni nem képes. Viszont a szomszédok nem a zene egészét hallják, csak a mély, dübörgő hangokat. A magas hangok mintha eltűntek volna a zenéből. Mi lehet ennek az oka?

Érdekesség

A hang sebessége levegőben körülbelül 340 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$, ez 1224 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességnek felel meg. Ilyen sebességgel a vadászgépek képesek haladni. A szuperszonikus repülőgépek képesek **átlépni a hangsebesség értékét.** Az átlépés pillanatában létrejövő durranó hangot hangrobbanásnak hívjuk.

Nézz utána!

Vannak olyanok, akik a mulatság kedvéért a héliumos lufiból héliumgázt lélegeznek be, majd elkezdenek beszélni. Ilyenkor a beszélő hangja megváltozik.
Miért lesz más tónusú a hangja?



Összefoglalás

A hangsebesség levegőben körülbelül 340 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

A hang terjedéséhez közvetítő anyagra van szükség.

A hang sebességét befolyásolja a közvetítő anyag fajtája és a hőmérséklete is.

Kérdések, feladatok

1. Egy fotós villámcsapásról készített egy képet. A dörgést csak a fotó készítése után, 14 másodperc múlva hallotta. Milyen messze történt tőle a villámcsapás?
2. Az indián egyik fülét a sínre tapasztja, és hallgatózik. A tőle 600 m-re lévő vonat csikorogva fékez. Az indián két csikorgást is hall. Mennyi idő múlva hallja meg a sínben, és mennyi idő múlva a levegőben terjedő hangot?
3. A tudósok azt állítják, hogy kissé eltérő hangsebességet mérnénk a Fehér-, a Fekete- és a Vörös-tenger partján. Keresd meg a térképen, hol találhatók ezek a tengerek! Magyarázd meg, miért lehet igazuk! Szerinted, nagy valószínűség szerint, melyik parton mérnénk a legnagyobb hangsebességet?
4. Ha szuperszonikus vonatok közlekednének, akkor mennyi idő alatt lehetne megállás nélkül eljutni Sopronból az attól 450 km-re lévő Debrecenbe?

5. A MAGAS ÉS MÉLY HANGOK

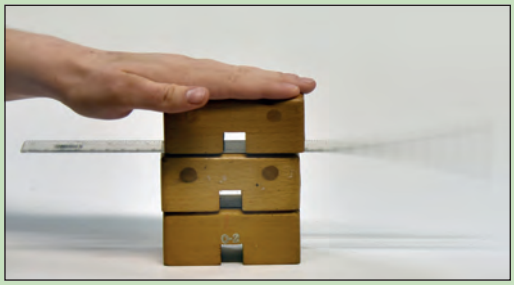
Énekórán az énekeket szolmizálva is elénekelhetjük. Minden hangnak megvan a saját neve aszerint, hogy milyen mély vagy magas a hang. A nevek azonban egy idő után ismétlődnek. Hogyan lehet egy szolmizációs hangsorban egy mély és egy magas hangnak is dó a neve? Miért éppen azokat a hangokat hívjuk dónak?

1. kísérlet

Egy hosszú, műanyag vonalzó egyik végét szorítsd az asztal szélére, másik végét pendítsd meg! A vonalzó zizegő hangot ad. Ismételd meg a kísérletet úgy, hogy a pengetés után a vonalzót mindvégig az asztalhoz szorítva csökkentsd az asztalról lelógó rész hosszát!

Tapasztalat:

Hallható, hogy egyre magasabb hangon zizeg a vonalzó.







A hangmagasság

A hangok egyik tulajdonsága a **hangmagasság.** A hang magasságát a hangot keltő hangforrás rezgése határozza meg. Egy hárfának annyi hangja van, ahány húrja. Minél hosszabb a hárfa egy húrja, annál mélyebb hangot ad. Hasonlóan, minél nagyobb az orgona egy sípja, annál mélyebb a hangja. Az előbbi kísérletben is azt tapasztalhattad: minél hosszabb a rezgő vonalzó, annál mélyebb hangot hallat. A vonalzónál azt is megfigyelhetted, hogy minél rövidebb a vonalzó rezgő része, annál gyorsabb ütemben rezeg. Tehát: **a hangmagasság a hangforrás rezgésének ütemétől függ.**

A frekvencia

A hangrezgés ütemét **frekvenciá**nak nevezzük, jele *f*. A frekvencia számértéke megadja a másodpercenkénti rezgések számát. A frekvencia mértékegységét Heinrich *Hertz* német fizikus tiszteletére **hertz**nek nevezzük, és Hz-vel jelöljük. A zenetanárok hangvillájára 440 Hz van írva. Ez azt jelenti, hogy a hangvillát megpendítve az másodpercenként 440-et rezdül. Ez a normál zenei *A* hang frekvenciája. A hárfa húrja, mely ezt a hangot szólaltatja meg, 440 Hz frekvencián rezeg. A fele ilyen hosszúságú húr magasabb hangot ad, pontosan 880 Hz frekvenciájút. Az orgona sípja kétszer akkora frekvenciájú (tehát magasabb) hangot ad, mint a kétszer olyan hosszú sípja. A húr, illetve a síp hossza fordítottan arányos a frekvenciával, azaz a hangmagassággal.

Azonos hangmagasságú és hangerősségű hangot hallunk egy hárfából és egy orgonából, mégis tökéletesen meg tudjuk különböztetni a két hangot. Minden hangforrásnak sajátos, másoktól megkülönböztethető **hangszín**e van. Ez abból adódik, hogy egy hang az alaphang és annak halkabb felhangjainak összhangzásából áll. Miután a tudósok megfejtették, hogy a hangszerek hangja mely felhangok összhangzásából tevődik össze, már mesterségesen is elő tudták állítani a hangszerek hangjait. Így képes a szintetizátor gitár- és fuvolahangon megszólalni.

Érdekesség

Egy hang és a nála kétszer nagyobb frekvenciájú hang együtt nagyon kellemesnek hallatszik. Ezt a harmóniát először az ókori görög tudós, *Püthagorasz* kutatta. A magasabb hangot a mélyebb oktávjának nevezzük, ezért hívják például a dó hang oktávját is dónak.

Példa

Egy hárfa leghosszabb húrja 110 Hz frekvenciájú, hossza 150 cm. Milyen hosszú a 440 Hz frekvenciájú *A* húrja? Mekkora a hárfa legkisebb, 7 cm-es húrjának frekvenciája?

Megoldás:

A húr hossza és frekvenciája fordítottan arányos.

A 440 Hz a 110 Hz-nek négyszerese, így a húr hossza a 150 cm negyede, azaz 37,5 cm.

A 7 cm a 150 cm-ben körülbelül 21,5-szer van meg, így 21,5-szer magasabb a hangja, mint a 110 Hz-esnek, azaz $21{,}5 \cdot 110\ \text{Hz} = 2365\ \text{Hz}$.

A legkisebb húr frekvenciája körülbelül 2365 Hz.

Érdekesség

Ahogy öregszik az ember, a hallása folyamatosan romlik. Ez a romlás azonban azt jelenti, hogy először a legmagasabb hangokat nem érzékeljük, azaz a hallható hangterjedelem 20 000 Hz-es felső határa tolódik a kisebb frekvenciák felé. A dédit még zavarja az autók és a buszok berregése, de már kevésbé hallja meg a csengőt vagy a madarak csivitelését.

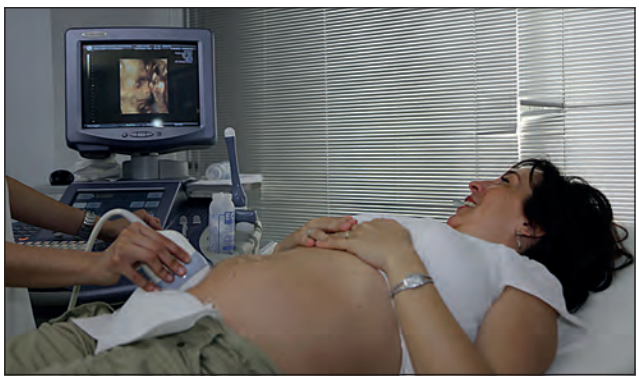
Az emberi fül által **hallható legmélyebb hang** 20 Hz körüli, míg a **legmagasabb hallható hang** nem éri el a 20 000 Hz-et. Az emberi fül nem egyforma érzékenységgel fogja fel a különböző magasságú hangokat. Fülünk a 300–3000 Hz tartományban a legérzékenyebb. Ehhez a tartományhoz közel esnek a beszéd- és az énekhangok, valamint a zenei hangok is. A legmélyebb férfihang frekvenciája 50 Hz körüli, míg a legmagasabb női hang frekvenciája elérheti a 2600 Hz-et. A beszédhang férfiaknál 100–180 Hz közötti, a nőknél 150–240 Hz között van.

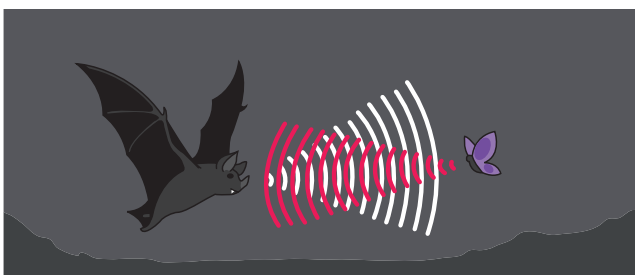
Hangon innen és túl

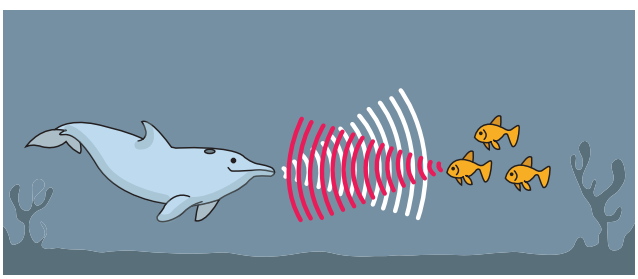
Az emberi fül számára már nem hallható, 20 Hz-nél kisebb frekvenciájú hangot **infrahang**nak nevezzük. Az infrahang kimutatható műszerekkel. Az állatok közül a bálna, az elefánt és az orrszarvú használ infrahangot a távoli kommunikálásra.



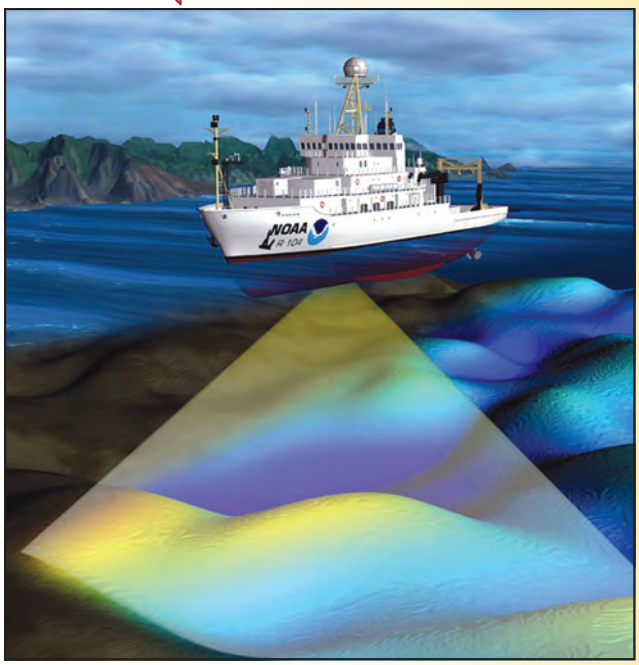
Az általunk nem hallható, 20 000 Hz-nél nagyobb frekvenciájú hang az **ultrahang.** A kutyák meghallják az ultrahangot, a denevérek és a delfinek használják is a kommunikáció és a tájékozódás során. Ultrahangos vizsgálat során figyelik meg az édesanya hasában a magzatot, vagy találják meg a vesekövet a vesében. Az orvosi vizsgálatok során a készülékből ultrahangot küldenek a vizsgálandó terület felé. A lágy részek (vagy üregek) és a keményebb részek határáról az ultrahang visszaverődik. A visszhang érzékeléséből rajzolja meg a számítógép a vizsgált terület képét.





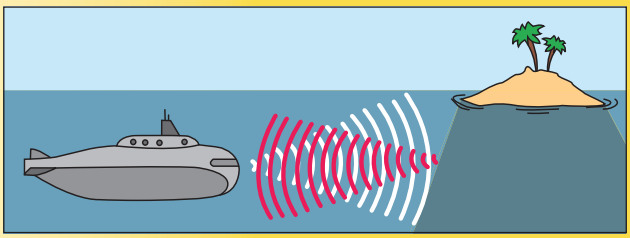


Érdekesség



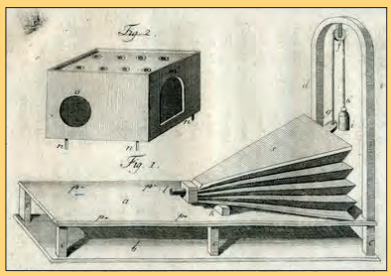


A denevérek tájékozódását másolva a hajók, tengeralattjárók is ultrahang segítségével derítik fel környezetüket. Nemcsak a tengerfenék irányába, hanem oldalirányba és felfelé is tájékozódnak navigálás és más tárgyak felismerése céljából. A tengeralattjárók hanglokátort, más néven szonárt használnak. Például a szonár ultrahangjelet bocsát ki a tengerfenék felé. A kibocsátott jel a tengerfenékről visszaverődve a szonár érzékelőjébe jut. A kibocsátás és az érzékelés között eltelt időből és a hangsebességből meghatározható, hogy milyen mélyen van a tengerfenék.



Nézz utána!

Kutakodj *Kempelen* Farkas, a híres magyar tudós és feltaláló hangokkal kapcsolatos felfedezése után! Mi volt ez a találmány? Miben különleges?



Összefoglalás

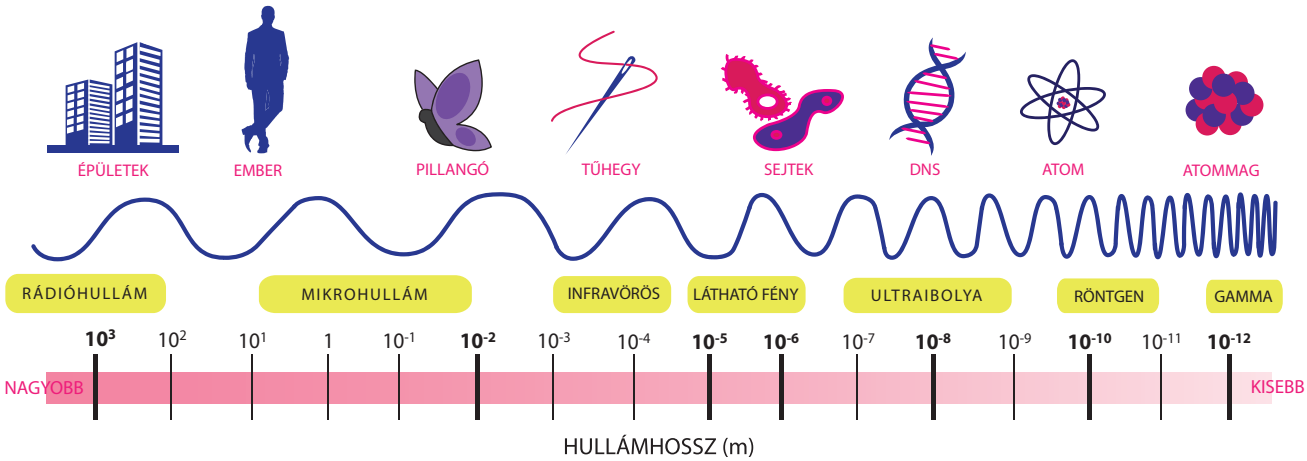
A hangmagasság a hang frekvenciájától függ.
Minél hosszabb a húr, annál mélyebb hangot kelt.
Az emberi fül 20–20 000 Hz közötti tartományban hallja a hangokat.
A 20 Hz alatti hangok az infrahangok, a 20 000 Hz feletti hangok az ultrahangok.
A zenei és beszédhangok egyediségét a hangszín határozza meg.

Kérdések, feladatok



1. Az orgona 200 Hz-es sípja éppen 85 cm hosszú. Vajon milyen hosszú lehet a legmélyebb és a legmagasabb hangú síp hossza, ha az orgona az ember által hallható hangmagasságokat képes megszólaltatni?
2. Torokgyulladáskor a hangunk mélyül, nátha esetén viszont megváltozik a hangszíne. Mi lehet a változások oka?
3. Egy nagy fadarab úszik a víz felszínén. A fadarab felett bizonyos távolságban elrepülő denevér ultrahanggal érzékeli a farönköt. A fadarab alatt ugyanolyan távolságból ugyanolyan ultrahanggal egy tengeralattjáró is érzékeli a farönköt. Érzékelésük mégsem azonos ideig tartott, a denevér által kibocsátott hangjelzés és a visszhang észlelése között több idő telt el, mint a tengeralattjáró esetében. Vajon miért?
4. Az előző feladatban szereplő tengeralattjáró a farönk felé kibocsátott ultrahangjelet 0,1 másodperc múlva érzékeli. Milyen távol van a farönktől? (A hang sebessége tengervízben kb. 1500 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$.)

6. FÉNYHULLÁMOK



A fény az úgynevezett elektromágneses hullámok közé tartozik. Az elektromágneses hullámok, a hanghullámokkal ellentétben, vákuumban is terjednek. Elektromágneses hullámmal az élet számos területén találkozunk. Az elektromágneses hullám:

- továbbítja a rádió- és a tévéadást, a mobiltelefonos és a műholdas kommunikációt, a wifit,
- működteti a GPS-rendszert,
- melegíti az ételt a mikrohullámú sütőben,
- a távirányító által kibocsátott infravörös fény,
- szemünk által érzékelt fajtája a látható fény,
- a bőr barnulását és a leégését okozó ultraibolya (UV-) fény,
- átvilágítja a testünket a röntgenvizsgálatok során

Az elektromágneses hullámok eltérő tulajdonságait különböző hullámhosszuk okozza.

Az elektromágneses hullámok terjedési sebessége



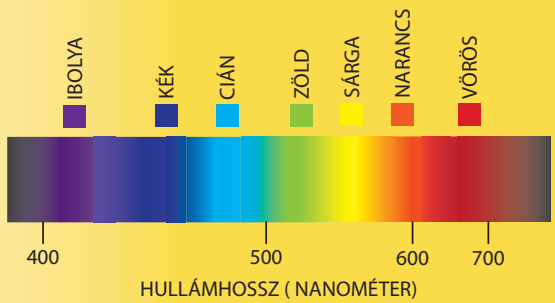
A mennydörgés és a villámlás egyszerre születő jelenségek. A villám fényét mégis sokkal hamarabb észleljük, mint a mennydörgés hangját. Nyilván ismered ennek az okát: a hang terjedéséhez idő kell. De idő kell a fény terjedéséhez is, csak sokkal kevesebb, mert a fény terjedési sebessége igen nagy. **Légüres térben és a levegőben a fény és a többi elektromágneses hullám körülbelül 300 000 km-t tesz meg másodpercenként.**
A 40 000 km kerületű Föld bolygót egyetlen másodperc alatt hét és félszer kerülné meg. **Semmilyen hatás nem terjedhet ennél gyorsabban.** Különféle átlátszó anyagokban eltérő – az előzőnél kisebb – sebességgel halad a fény.

A fény terjedési sebessége néhány anyagban:
vízben: 225 000 $\frac{\text{km}}{\text{s}}$, üvegben: 200 000 $\frac{\text{km}}{\text{s}}$, alkoholban: 220 000 $\frac{\text{km}}{\text{s}}$, gyémántban: 125 000 $\frac{\text{km}}{\text{s}}$.

Érdekesség

A színek és a fény hullámhossza

A fizikusok számára a XIX. században tisztázódott, hogy a fény hullámtulajdonságokkal is rendelkezik, tehát hullámhossza is van. Ha két fény hullámhossza különbözik, akkor szemünk ezeket különböző színűeknek érzékeli. A vörös fényé a legnagyobb, az ibolyáé a legkisebb hullámhossz. A fény hullámhosszát nanométerben szoktuk megadni. A nanométer jele: nm. A látható fény hullámhossztartománya 390–760 nm.



1 nm = $\frac{1}{1\,000\,000\,000}$ méter = 0,000000001 méter, vagyis a milliméter 1 milliomod része.

A szivárvány keletkezése



Ha egy fényforrás fényét egy átlátszó anyaggal színeire bontjuk, akkor a fényforrás színképét kapjuk. A Nap **színképe** a szivárvány színeiből áll. A szivárvány színei: vörös, narancs, sárga, zöld, kék, ibolya.
Eső után, amikor a nap újra kisüt, az égbolt nappal ellentétes oldalán gyakran látunk szivárványt. Ez akkor alakul ki, ha a levegőben lévő vízcseppeket a napfény alacsony szögből éri; elsősorban a délutáni, illetve kora esti órákban. Gyakran látható szivárvány vízesés vagy szökőkút mellett is, de mesterségesen is előállíthatjuk, ha napos időben porlasztott vízcseppekkel öntözünk.

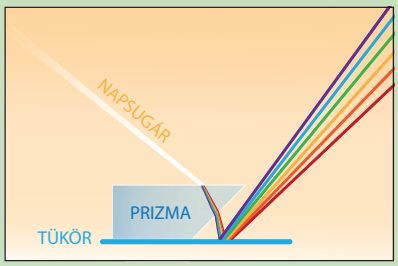
Kiegészítő anyag

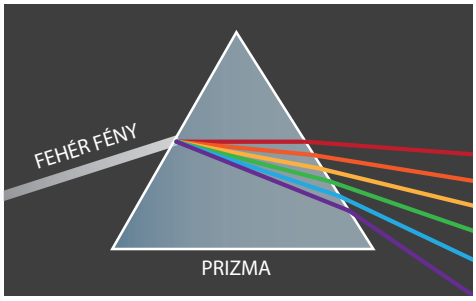
Színkép előállítása prizmával

1. kísérlet



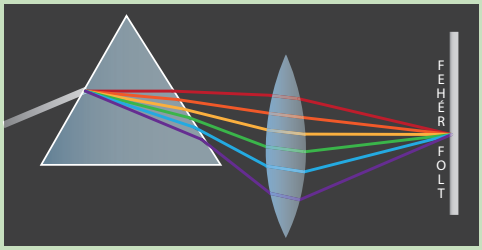
Bocsássunk a prizmára résen keresztül erős, fehér színű, párhuzamos fénynyalábot!
Tapasztalat: A fénynyaláb belépéskor és kilépéskor is megtörik. A kilépő fényt viszonylag nagy távolságban elhelyezett ernyőn érdemes vizsgálni. A várt fehér helyett szivárványszínű sávot látunk. A kísérletnél napfényt használunk. A napfény fehér fény. A prizma alatt elhelyezett síktükör lehetővé teszi, hogy a nagy távolságban lévő falfelületen tanulmányozzuk a jelenséget.





A jelenség magyarázata: Fénytöréskor a különböző színű fénysugarak különböző szögben törnek meg: legnagyobb mértékben az ibolya, legkevésbé a vörös. A több szín keverékéből álló fénynyaláb fénytöréskor színeire bomlik.
A fehér fény összetett fény, a szivárvány összes színének keveréke. A különböző színek a prizmán belül és abból kilépve külön útvonalat futnak be; az ernyő más-más helyére érkeznek.
Bocsássuk egy lézer fényét a prizmára! A fénynyaláb megtörés után is együtt marad, vagyis a lézer fényét nem lehet prizmával megbontani. Az ilyen fényt egyszínűnek, idegen szóval monokromatikusnak nevezzük. A Nap színképének színei külön-külön szintén tovább nem bontható (monokromatikus) színek.

2. kísérlet



Egyesítsük a felbontott fehér fény színeit! Helyezzünk gyűjtőlencsét a prizma és az ernyő közé!
Tapasztalat:
Az ernyőn a színkép színeinek együttese, vagyis fehér fény jelenik meg. Eszerint: vörös + narancs + sárga + zöld + kék + + ibolya = fehér.

Az átlátszó és átlátszatlan testek színe

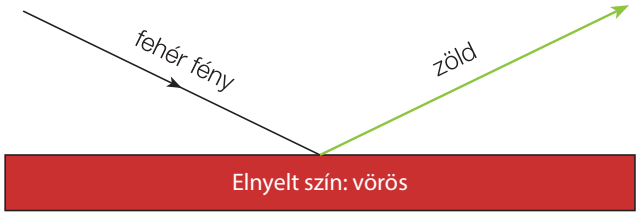
Az átlátszó, de színes testek a rájuk eső fény színeiből bizonyosakat elnyelnek, a többit átengedik. Az átlátszatlan testek a rájuk eső fény színeiből bizonyosakat elnyelnek, a többit visszaverik.

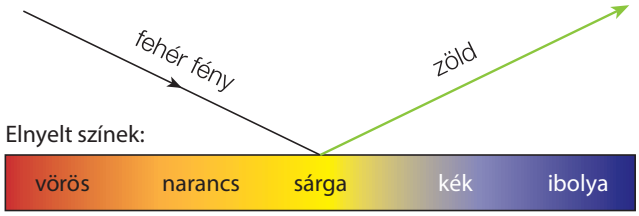
Gondold végig a következő kísérletet! Ha fehér fényt, például napfényt színeire bontunk, majd a színkép színei közül egynek az útját elrekesztjük, és a többit egyesítjük, meglepő eredményre jutunk: ha például a vörös színt kivonjuk, akkor a többi szín egyesítése zöldet ad ki.

A kísérlet bármelyik színnel megismételhető. A tapasztalatokat a következő táblázat tartalmazza.

A fehérből eltávolított szín	vörös	narancs	sárga	zöld	kék	ibolya
A többi szín keveréke	zöld	ibolya	kék	vörös	sárga	narancs

Az egymás alatt szereplő színeket kiegészítő vagy komplementer színeknek nevezzük.





Ha egy nem átlátszó test a rá eső fehér fényből valamelyik színt elnyeli, a többit pedig visszaveri, akkor ezt a testet olyan színűnek látjuk, mint az elnyelt szín komplementer színe.

Ha a fehér fényből csak a vöröset nyeli el, akkor zöld színűnek látjuk.

Ezért zöldek a növények. A tengerek és a folyók viszont éppen azért kékek, mert a kéket verik vissza, a többi színt elnyelik.

Sokféle színvariáció adódik abból, hogy a testek egyszerre többféle színt is elnyelhetnek, illetve visszaverhetnek, ráadásul ezek aránya általában különböző.

Egy test azonban úgyis lehet zöld színű, ha a fehér fényből csak a zöldet veri vissza, a többit pedig elnyeli.

Ha egy test minden színt visszaver, akkor fehérnek, ha minden színt elnyel, akkor feketének látjuk. Ezért fehérek a bárányfelhők.

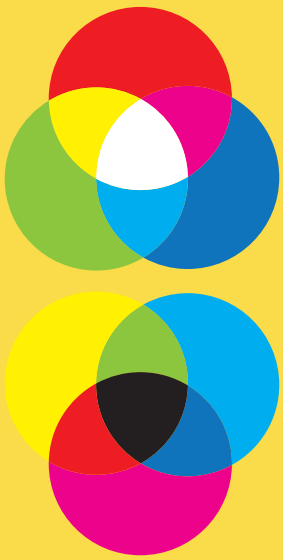
Érdekesség

Színek előállítása színkeveréssel

Képek színeit több szín keverésével állítják elő. Kétféle színkeverési módszer létezik: az összegző és a kivonó.

Összegző színkeverés akkor történik, ha különböző színű fényforrások egyidejűleg világítanak meg egy felületet. A különböző színek a három alapszín más és más arányú összekeverésével állíthatók elő. A három alapszín az összegző módszernél a vörös, a zöld és a kék. Ezek egyidejű jelenléte fehér színt állít elő. A vörös és a zöld szín együtt, a kék nélkül, sárga színt alkot. A színes tévék, a monitorok, a mobiltelefonok például az összegző színkeverés módszerével működnek.

A **kivonó színkeverés** módszere: a fehér fényből festékanyagok segítségével kivonnak bizonyos színeket. A festékanyag szemcséi a fehér fényből egyeseket visszavernek, másokat elnyelnek, vagyis kivonnak az eredeti fényből, s így keletkezik új, a visszavertekből egyesült, kevert szín. A kivonó színkeverés alapszínei a bíbor, a sárga és a cián. Ezt a módszert alkalmazza a festészet, a hagyományos színes fényképezés és a nyomtatás.



Az ég kék és a lemenő nap vörös színe



Az égboltra tekintve mindenhol a napfény szórt kék színét látjuk.

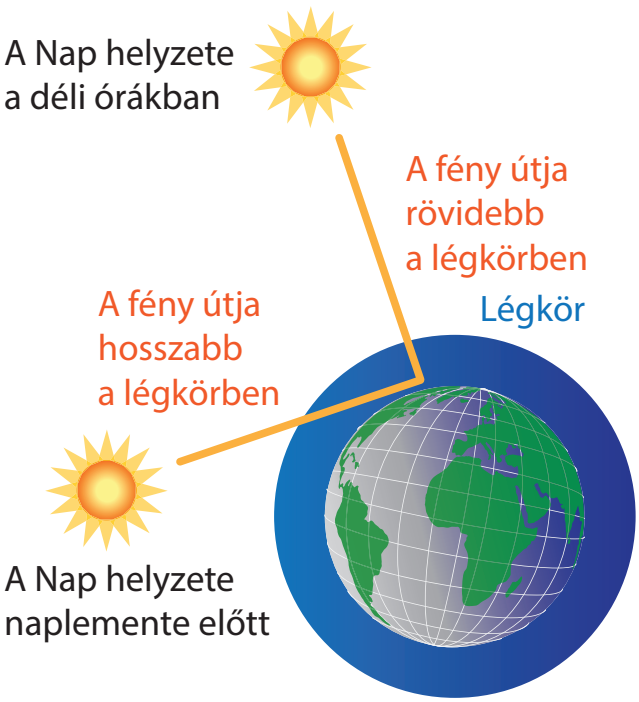


A látóhatár felé közeledő Nap színe egyre vörösebb.



A Nap sugarai a légrétegén áthaladva jutnak el a Föld felszínére. Az ábrán megfigyelhető, hogy a naplemente előtti percekben a fénynek a levegőben megtett útja sokkal hosszabb, mint a déli órákban. Ilyenkor erősebb a fény szóródása; legjobban a kék szóródik, tehát több vörös marad. A nagyon vörös naplemente sok por és vízpára jelenlétére utal a tőlünk nyugatra levő tájakon.

A Napból érkező fénysugarak parányi akadályokba ütköznek. Ezekről a fény minden irányba visszaverődik és szétszóródik. A színkép különböző színű összetevői nem egyformán szóródnak: a kék sokkal jobban szóródik, mint a vörös színű fény. Ezért látjuk az égbolt azon részét, ahol nincs a napkorong, kéknek. Ha nem lenne légkör, nem lenne szóródás sem, fekete lenne az égbolt.



Összefoglalás

A fény elektromágneses hullám. Terjedési sebessége légüres térben és levegőben 300 000 km másodpercenként.
A fehér fény összetett fény, amely vörös, narancs, sárga, zöld, kék, ibolya színekből áll.
Különböző színű fények hullámhossza eltérő. A vörös fényé a legnagyobb, az ibolyáé a legkisebb hullámhossz.
A fehér fényből egy színt kivonva a többi szín keveréke a kivont szín kiegészítő vagy komplementer színe lesz.
A környező tájat és tárgyakat olyan színűnek látjuk, amilyen a róluk visszaverődő színek keverékszíne.

Kérdések, feladatok

1. Sorold fel a szivárvány színeit!
2. Sorold fel a kiegészítő színpárokat!
3. Milyen fénytani jelenségnek köszönhető a szivárvány?
4. Hogyan magyarázzuk az ég kék és a lemenő nap vörös színét?

7. ÖSSZEFOGLALÁS

Hullám bármely halmazállapotú anyagban létrejöhet. A hullámforrás rezgéssel kelti a hullámokat. A hullám hullámhegyek és -völgyek terjedésével távolodik a hullámforrástól.

A hang is egy hullám.



A hosszabb húr mélyebb hangot kelt. A kifeszített húr hangját a húr hossza, vastagsága és feszessége befolyásolja.



A hangokat a hangforrás rezgése hozza létre.



A fül érzékeli a hangokat. A fülkagyló a dobhártyára tereli a hangot, amelyet megrezegtet.

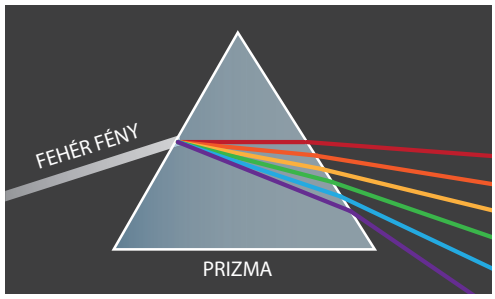
A hangerősséget decibelben mérjük. A hallásküszöb 0 dB, a fájdalomküszöb 130 dB.

A hangsebesség levegőben körülbelül 340 m/s.

A hang terjedéséhez közvetítő anyagra van szükség. A hang sebességét befolyásolja a közvetítő anyag fajtája és a hőmérséklete is.

A hangmagasság a hang frekvenciájától függ. Az emberi fül 20–20 000 Hz közötti tartományban hallja a hangokat. A zenei és beszédhangok egyediségét a hangszín határozza meg.

A fény az úgynevezett elektromágneses hullámok közé tartozik, melyek a hanghullámokkal ellentétben vákuumban is terjednek. A fény terjedési sebessége légüres térben és levegőben 300 000 km/s.



A fehér fény összetett fény, amely vörös, narancs, sárga, zöld, kék, ibolya színekből áll. A vörös fényé a legnagyobb, az ibolyáé a legkisebb hullámhossz.

A fény hullámhosszát nanométerben szoktuk megadni. A nanométer jele: nm. A látható fény hullámhossztartománya 390–760 nm.

1. AMI ÉLTET ÉS VÉD – A FÖLD LÉGKÖRE

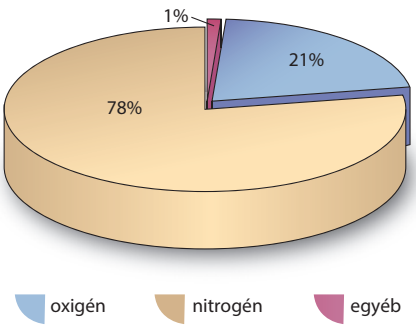
Nagyon hamar megtanuljuk, hogy a levegő nélkülözhetetlen az élethez. Jó azonban azt is tudnunk, hogy ez a gázburok nemcsak a légzésünkhöz szükséges oxigént biztosítja, hanem sok más tulajdonsága is kihat a mindennapjainkra.



Miből van a levegő?

A légkör a Földet körülvevő gáztömeg, amely a Földdel együtt mozogva kering a Nap körül. A légkör különböző gázok keveréke, de található benne cseppfolyós és szilárd részecske is.

A légköri gázok mennyisége térben és időben változhat.



Állandó arányban jelen lévő gázok	mennyiségük hosszú időn át változatlan	N_2, O_2 és a nemesgázok
Változó arányban jelen lévő gázok	mennyiségük rövidebb időn belül (néhány év, pár évtized) változik	CO_2, CH_4, H_2, N_2O, O_3, CFC
Erősen változó arányban jelen lévő gázok	mennyiségük néhány nap, hét alatt kis területen belül jelentősen megváltozhat	vízgőz, CO, NO_2, NH_3, SO_2, H_2S, $(CH_3)_2S$

Nézz utána!

Az Országos Meteorológiai Szolgálat az ország több pontján méri a levegőben lévő egyes anyagok mennyiségét. A mért értékeket honlapjukon teszik közzé. A táblázat a budapesti Teleki téren mért értékeket mutatja egy tavaszi napon.
Melyik csoportba tartoznak a mért gázok?
Értelmezd az egyes értékeket!

Teleki tér	NO_2	SO_2	O_3	PM_{10}
Aktuális érték (PM_{10} előző napi átlag) µg/m^3	18,1	15,7	104,4	35
Egészségügyi határérték %-ban	18	6	38	70
Tájékoztatási küszöbérték %-ban	5	4	58	30
Riasztási küszöbérték %-ban	5	3	43	23

Érdekesség

Több mint 50 éve segíti a meteorológusok munkáját a Földtől 200–40000 km távolságban keringő meteorológia műholdak serege. A műholdak mérései számos előnnyel rendelkeznek a felszíni mérésekkel szemben. Segítségükkel nyomon lehet követni a légkörben lezajló gyors időjárás-változásokat, és a holdak adatai alapján a szakemberek meghatározhatják a felszín hőmérsékletét, következtethetnek a légoszlop vízgőz-, ózon- vagy szennyezőanyag-tartalmára is.



A PM_{10} a levegőben lévő 10 mikrométernél (µm) kisebb átmérőjű szilárd vagy folyékony részecskék elnevezésére szolgál, amelyek belélegzéskor a tüdőnkbe jutnak.

Miért fontos a levegő összetételére figyelni?

Már az ókorban is törvény mondta ki: „Aerem corrumpere non licet”, azaz „A levegőt szennyezni nem szabad”. A levegő szennyezése az elmúlt 2000 évben azonban nem csökkent, hanem a technikai fejlődéssel fokozódott, ami egyre több katasztrófát okozott.

Az emberiség történetének kezdete óta egyre fokozódó mértékben juttatunk a levegőbe szennyező anyagokat. Az ipari és a mezőgazdasági termelés, a közlekedés, a hulladékgazdálkodás és a háztartások is bocsátanak ki különböző szennyező anyagokat, amelyek akadálytalanul feljutnak a légkör magasabb rétegeibe, és országhatárokon át akár más kontinensre is eljutnak. **A légszennyezés az emberiséget és a Föld egész területét érintő, globális környezeti probléma.**

Érdekesség



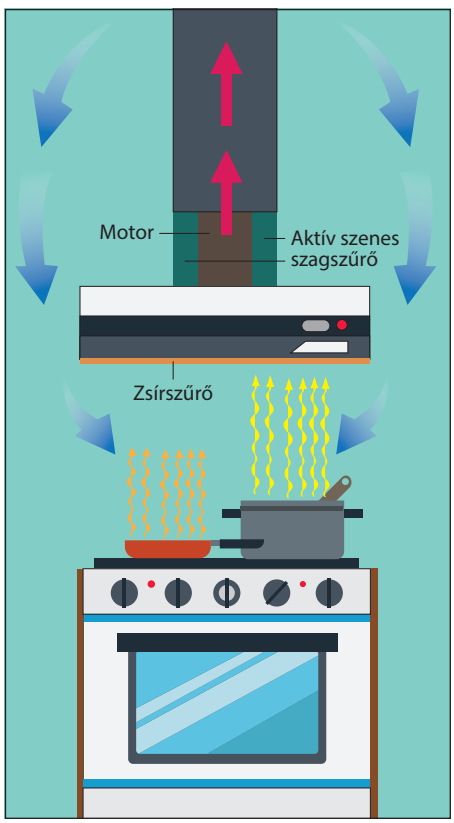
„1952. december 5-én Londonban szmogkatasztrófa vette kezdetét, amely 1953 tavaszáig 12 ezer ember életét követelte. […] Londont napokon át köd borította, és az ott uralkodó szélcsend következtében a szmogréteg napról napra vastagabb lett. A megrekedt füst miatt nappal is sötétség honolt a brit fővárosban, az utcára kimerészkedő emberek gyakran eltévedtek a szmogködben, és lehetetlenség volt az autóvezetés is.”

Védekezés a légszennyezés ellen



A levegő szennyezésére alkalmas melléktermékek keletkezése sajnos kikerülhetetlen. Annak érdekében, hogy ezek mégse szennyezzék a levegőt, szigorú szabályozásra van szükség, ami főleg a nagyipari szereplőket érinti. Ugyanakkor a mindnyájunktól elvárható felelősségteljes emberi viselkedés nélkül kevésbé lehetünk eredményesek: például gumit, műanyagot, festéket tilos bárhol égetni! A légszennyező anyagok eltávolítására, szűrésére többféle eljárás ismert:

1. A por jellegű légszennyező anyagokat egy szűrőrendszeren átvezetve szabad csak a levegőbe juttatni. Ahogy egy porszívóból egy szűrőn keresztül jöhet csak ki a beszívott levegő, így kell ezt ipari méretekben is elképzelni, ahol a szűrés több lépésből is állhat. A szűrők jellemzője, hogy mekkora méretű szennyeződést engedhetnek át.
2. A környezetszennyező gázok szűrése fizikai és kémiai úton is történhet, mindegyikre számos megoldás ismert. A kémiatermekben használt elszívó vagy a konyhai elszívók is a gázok kémiai megkötése útján tisztítják a levegőt.
3. Egy épület bontásakor, nagy felületek csiszolásakor nem tudjuk megakadályozni a légszennyezést. Ilyenkor a munkában részt vevőket kell közvetlenül védeni az egészségkárosodástól. Erre valók a maszkok.

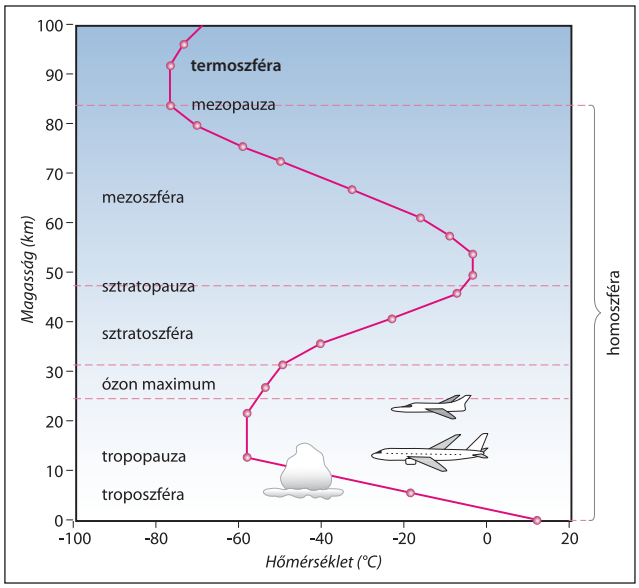




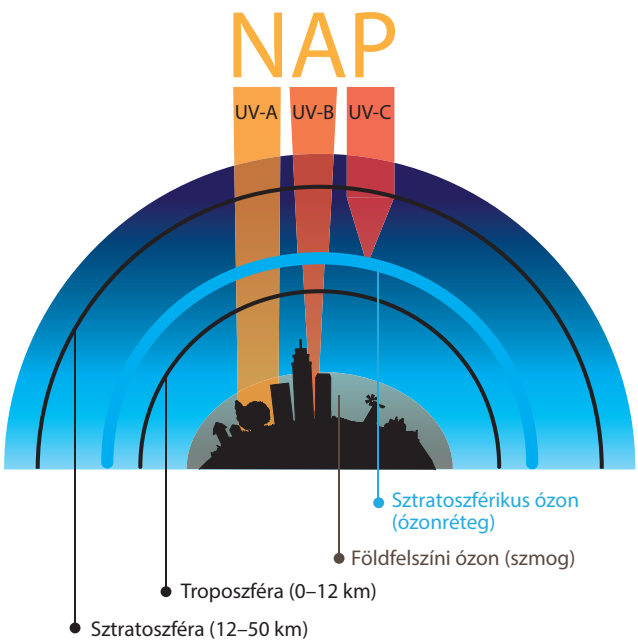
A légkör szerkezete, hőmérséklete

A légkör vastagsága több tízezer km. Nincs éles határa, felfelé ritkul, és fokozatosan megy át a bolygóközi tér rendkívül ritka anyagába. A Földünket körülvevő légkör nem homogén, hanem réteges elrendeződésű.
Az egyes rétegekben más-más összetétel, hőmérséklet és sűrűség tapasztalható. A légkörfizika e tulajdonságok alapján osztja fel és jellemzi az egyes rétegeket.

Ha a légkört hőmérséklet alapján osztjuk szintekre, a határok ott lesznek, ahol a hőmérséklet-változás ellentétes irányúra fordul.
A troposzférában az átlagos hőmérséklet 100 méterenként 0,65 °C-al csökken a mérsékelt övben.



Az ózonréteg elvékonyodása



A Földtől 10–50 km távolságban, amelyet sztratoszférának hívunk, található egy ózonban dús légréteg. Ez az ózon nem egyenletesen oszlik el, az Egyenlítő fölött kicsit kevesebb, a sarkok fölött valamivel több van belőle. A sztratoszférában található ózon véd meg bennünket a Napból érkező UV-sugárzás jelentős hányadától.
A légkörkutatók az 1980-as években vették észre a Déli-sark felett az ózonréteg elvékonyodását, amelyet elég félrevezetően ózonlyukként emlegetnek. Lyuk nincs, de ettől még minden olyan emberi tevékenységet fel kell számolni, amely az ózonréteget veszélyezteti, mert az egyben az emberi egészséget is veszélyezteti. Az ózonréteget romboló gázok helyett ma már döntően mást használ az ipar, így van esélyünk az ózonlyuk regenerálódására.

Érdekesség

A troposzférában – ahol élünk – a levegő felmelegedése alulról történik, ami azt jelenti, hogy a felszín melegíti fel a levegőt. A napsugárzás csak kismértékben képes közvetlenül a levegő hőmérsékletét emelni. Tehát a beeső sugárzás felmelegíti a felszínt, és a felszín melegíti fel a közeli levegőréteget. Felfelé haladva a melegedés főként függőleges, felfelé irányuló légáramlásokkal történik, a felfelé szálló melegebb levegő melegíti a hidegebb légrétegeket, miközben maga is lehűl.

Érdekesség

Az UV-sugárzás ellen mi is védekezhetünk, ha nyáron a déli órákban nem tartózkodunk napon, UV-védő krémmel kenjük bőrünket, megfelelő ruházatot és napszemüveget használunk. És figyeljük az időjárásjelentés UV-sugárzásra vonatkozó figyelmeztetéseit!



Érdekesség

A légkör összetételére nemcsak az emberi tevékenységnek van hatása, hanem a Földünkön tapasztalható kisebb-nagyobb vulkánikitöréseknek is. Az elmúlt 30 év legnagyobb kitörése 2022. január 15-én, a csendes-óceáni Hunga Tonga–Hunga Ha'apai-vulkánkitörés volt. A vulkánkitörés során nagy mennyiségű SO_2 került a levegőbe. Több mint 20 km magasra jutott a hamu, ami a közeli szigeteket rövidesen teljesen befedte. A kitöréskor keletkező hangrobbanás több ezer km-re is hallható volt.



Összefoglalás

A légkör a Földet körülvevő gáztömeg, amely a Földdel együtt mozogva kering a Nap körül.
A légszennyezés az emberiség egészét érintő globális probléma, amelynek a megoldása mindnyájunk érdeke és feladata.
A légkör réteges elrendezésű. Az egyes rétegekben más-más összetétel, hőmérséklet, nyomás és sűrűség tapasztalható.
Az ózonrétegnek jelentős szerepe van az ultraibolya sugárzás káros összetevőinek megkötésében. Az UV-sugárzás elleni egyéni védekezés része az egészségünk védelmének.

Kérdések, feladatok

1. A háztartások milyen káros anyagokkal szennyezik a levegőt? Mit tehetünk ezek csökkentése érdekében?
2. A porszívóba a port gyűjthetjük papír porzsákba, amely ha megtelt, kidobjuk, és gyűjthetjük textil porzsákba is, amelyet ki kell porolni, ha tisztítani akarjuk. És lehet kapni olyan porszívót is, amelybe egyáltalán nem kell porzsák, hanem a gép tartályából kell az összegyűlt port kitakarítani. Szerinted melyik ezek közül környezetbarát? Válaszodat indokold!
3. Nézd meg az Országos Meteorológiai Szolgálat honlapján, hogy a mai napon mekkora volt az UV-sugárzás a lakhelyeden, és a munkafüzet táblázata alapján írd le, hogy ennek alapján mire kell ma ügyelned!
4. Amióta 1957-ben fellőtték az első mesterséges holdat, a Föld felszínéhez közeli űr legújabb jelensége az űrszemét megjelenése. Nézz utána, mit takar ez a kifejezés! Milyen problémát jelent az űrszemét léte?





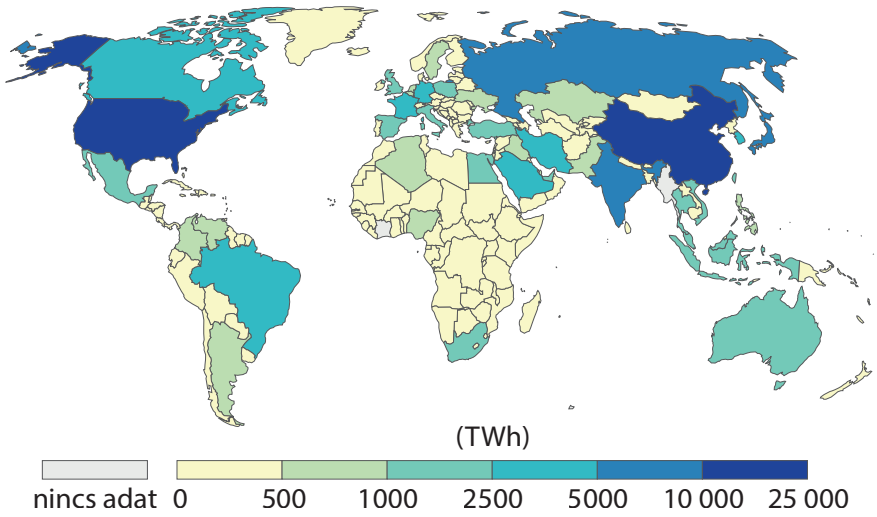
2. MEDDIG BÍRJUK ENERGIÁVAL?

A világ energiafogyasztása

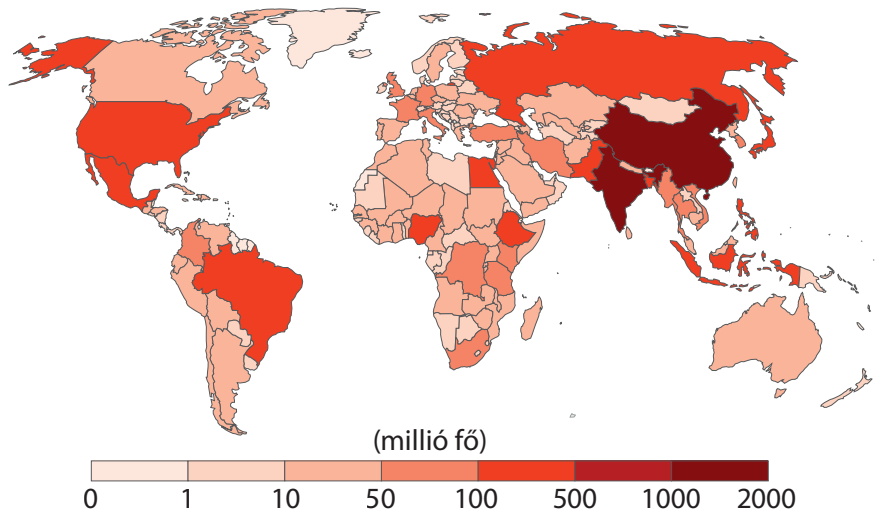
Az emberi léthez, egy társadalom működéséhez energiára van szükség. A térképeken az egyes országok éves energiafogyasztását, lakosságának a számát, valamint nemzeti jövedelmének a nagyságát láthatod.

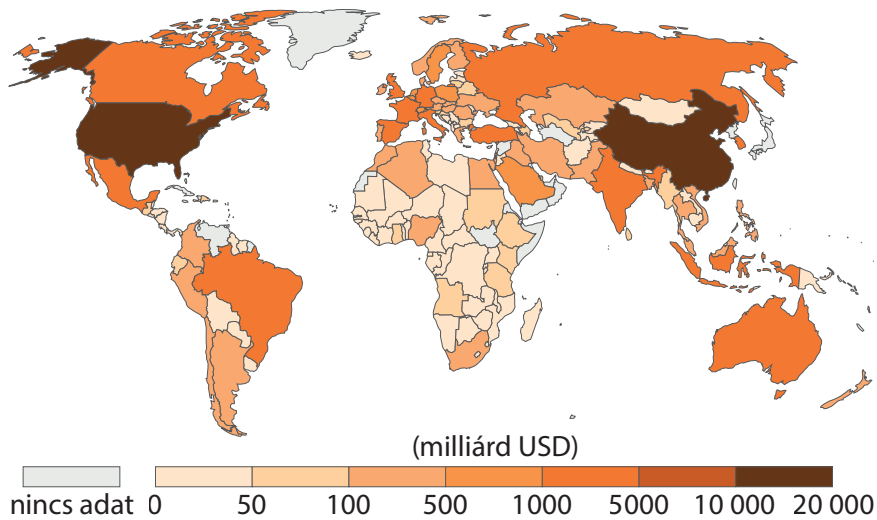
A térképek színezése között nagy hasonlóság figyelhető meg, ami arra utal, hogy a nemzeti jövedelem nagysága, a népesség jobb életminősége összefüggésben van egy ország energiafelhasználásával. De az is fontos kérdés, hogy a jólét párosul-e takarékossággal, az energiát gazdaságosan, okosan használják-e fel, vagy pazarlóan, amire sajnos számos példa van.
A térképeken az is szembeötlő, hogy az egyik legnagyobb nemzeti jövedelemmel rendelkező USA mellett az 1,3 milliárdnál több lakossal rendelkező Indiának és Kínának is hatalmas az energiaéhsége. Ennek csak az egyik oka a hatalmas népesség, a másik az utóbbi két évtizedben bekövetkező szédületes mértékű gazdasági fejlődés. Ugyanakkor azt nem tudjuk megállapítani ennyi információból, hogy a felhasznált energia milyen arányban oszlik meg a lakosság és az ipar között, milyen iparágak indultak fejlődésnek, és milyen az energiafelhasználásuk hatékonysága.
Lehet egy több tíz milliós ország kicsi energiaigényű, mert szegény, kicsi a gazdasága. És lehet egy kis országnak is nagy az energiafelhasználása, ha az energiát olcsón, maga termeli, és energiaigényes ipari termelésre fordítja, aminek nagy gazdasági haszna van.

Egy ország energiafogyasztását befolyásolja: a gazdasági fejlettség, az ipari termelés, a népesség száma, a népesség életminőségének fenntartásához szükséges energia mennyisége, a környezeti feltételek.



(1 TWh: 1 terawattóra = 10^{12} Wh = $3{,}6 \cdot 10^{15}$ J)





Milyen energiahordozókból állíthatunk elő energiát?



Az energiahordozókat többféleképpen szokás csoportosítani. Az egyik lehetséges csoportosítás azt veszi figyelembe, hogy a **felhasználható mennyiség bizonyos időn belül elfogy, ezeket kimeríthető vagy nem megújuló energiaforrásoknak nevezzük.** Ilyen a szén, a földgáz és a kőolaj, amelyeket fosszilis energiahordozóknak is nevezünk. Ezek növényi és állati maradványokból keletkező, levegőtől elzárt bomlás során, évmilliók alatt jöttek létre. Az atomerőművek működéséhez szükséges uránkészlet is véges, tehát kimeríthető energiaforrás.

A **megújuló energiaforrások gyakorlatilag kimeríthetetlen** mennyiségben rendelkezésre állnak, illetve újratermelődnek. Ezek a források is végesek (mert például a Nap is kihűl egyszer), illetve az újratermelődésüket a természet erői biztosítják (emberi beavatkozás nélkül) addig, amíg az ehhez szükséges folyamatok a természetben zajlanak. Az energiaellátás szempontjából viszont problémát jelent, hogy a nap- és a szélenergiát hasznosító létesítmények nem tudnak folyamatosan üzemelni. A napenergiát, bioenergiát (biomassza), vízenergiát, szélenergiát – közvetlenül vagy közvetve – a Nap sugárzása hozza létre, ezért tartjuk megújulónak. A geotermikus energia forrása a Föld belsejében termelődő és tárolódó hő.





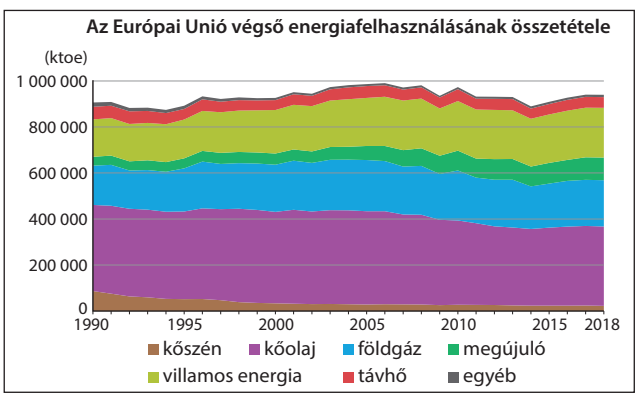






Egy országban az energiaforrások kiválasztása során elsődleges szempont, hogy a területén milyen energiaforrások állnak rendelkezésre. Fejlesztés, bővítés, energiabehozatal esetén figyelembe kell venni minden felmerülő költséget, földrajzi adottságot, a lehetséges környezeti hatásokat. Az iparnak, a lakosságnak arra van szüksége, hogy folyamatosan, megbízhatóan és elérhető áron jusson energiához.

Jelenleg az Európai Unió országai az energiaigényük több mint 60%-át fosszilis energiahordozóból fedezik, amit a legtöbb ország importál, vagyis más országtól vásárol meg.



(1 toe: 1 tonna kőolaj fűtőértéke = 42 GJ)

Az energiafelhasználás következménye

Kísérlet

Tegyünk 1-1 üvegkád aljára azonos mennyiségű földet, majd fektessünk mind a két kádba 1-1 hőmérőt! Az egyik kádat takarjuk le üveglappal! Ezután tegyük ki a napra 5 percre, vagy melegítsük felülről hősugárzóval azonos mértékben mind a két üvegkádat! 5 perc elteltével olvassuk le a hőmérőket!

Tapasztalat:

A letakart üvegkádban lévő hőmérő magasabb értéket mutat.



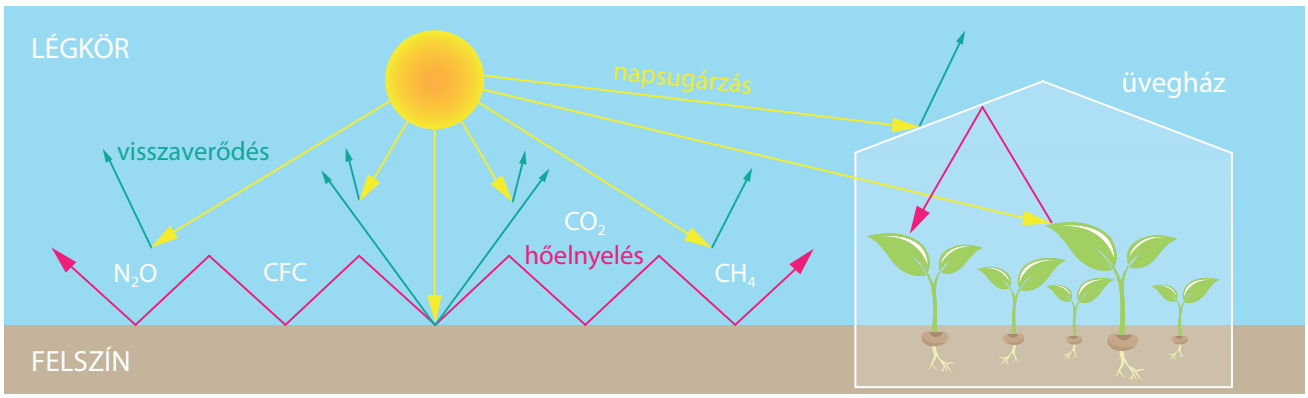
Az energia átalakításának és az energia felhasználásának is következményei vannak. Bármilyen nagy mennyiségben találhatók a föld mélyében jelenleg fosszilis energiahordozók, a mennyiségük véges, ezenkívül a felhasználásuk, az elégetésük során elkerülhetetlenül égéstermékek is keletkeznek, amelyeknek káros környezeti hatása van.

A kísérletben, a lefedett üvegkádban a hőmérő azért mutatott többet, mert a föld által elnyelt, majd újra kisugárzott hősugarak egy részét az üveglap nem engedte át, így az üvegkádban magasabb lett a hőmérséklet.

A természetben is találkozhatunk ezzel a jelenséggel. A természetben egyes légköri gázok viselkednek úgy, mint a kísérletben az üveglap.

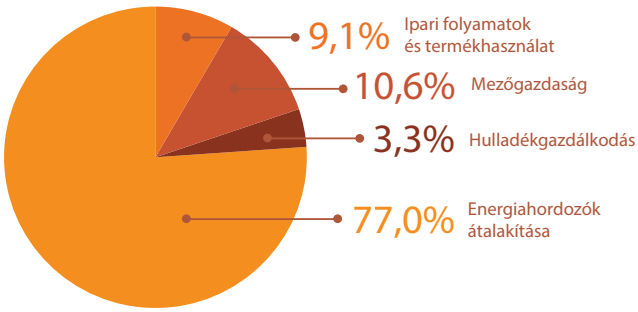
A talaj az elnyelt napsugárzás egy részét hősugárzás formájában kisugározza, melyet a légkörben található gázok közül némelyek – **a szén-dioxid, vízgőz, metán, ózon, amelyeket gyűjtőnéven üvegházhatású gázok**nak (rövidítve: ÜHG) nevezünk – **elnyelnek.**

A jelenséget üvegházhatásnak nevezzük. Az üvegházhatás a légkör hőmegtartó képessége, nélküle a Föld átlaghőmérséklete körülbelül 30 °C-kal alacsonyabb lenne.



Honnan kerülhetnek üvegházhatású gázok a levegőbe?

ÜVEGHÁZHATÁSÚ GÁZOK KIBOCSÁTÁSA AZ EU-BAN ÁGAZATONKÉNT 2019-BEN





Az üvegházhatású gázok tehát jelen vannak a levegőben, csak az nem mindegy, hogy milyen mennyiségben.
Az energiatermelés, amely döntően a fosszilis energiahordozók átalakítását jelenti – hő- vagy elektromos energiává –, üvegházhatású gázok kibocsátásával jár együtt.
A Föld legtöbb országának növekvő energiaigénye egyben növekvő mennyiségű üvegházhatású gáz levegőbe juttatását is eredményezi.
Korunk felelőtlen és elszomorító gyakorlata a rövid távú célok, érdekek miatt bekövetkező erdőirtás, ami főleg Dél-Amerika és Afrika több országára jellemző. Az esőerdők óriási méretű irtása és égetése közben jelentős mennyiségű CO_2 jut a levegőbe. Az esőerdők területének fogyása azért is veszélyes, mert növényei termelik a légkör oxigéntartalmának 60%-át, és fái a csapadékképzésben is fontos szerepet játszanak.

„A Földet nem apáinktól örököltük, hanem unokáinktól kaptuk kölcsön”*

A fejlődés, a növekedés olyan környezeti problémákat idézett elő, amelyeket nem hagyhatunk figyelmen kívül, ha a jövőre nézve felelősségteljesen gondolkodunk. A napjainkban tapasztalható globális felmelegedés egyik oka – a klímakutatók egy csoportja szerint – a növekvő energiatermelésből adódó, fokozódó CO_2-kibocsátás. Más tudósok szerint a Föld klímája folyamatosan változik, bármilyen emberi tevékenység nélkül is. A tudomány feladata, hogy a felmerülő kérdésekre bizonyíthatóan választ találjon.

Minden egyes ember feladata pedig az, hogy óvja azt a környezetet, amiben él. Ennek egyik módja az észszerű, takarékos energiafelhasználás.

Összefoglalás

Egy társadalom gazdasági fejlődése együtt jár az energiaszükségletének növekedésével.
Az energiahordozók lehetnek:
1. Kimeríthető vagy nem megújuló energiaforrások, ilyen a szén, földgáz, kőolaj, amelyeket fosszilis energiahordozóknak is nevezünk, valamint az urán.
2. Megújuló energiaforrások, mint a napenergia, bioenergia, vízenergia, szélenergia, geotermikus energia.

A növekvő energiatermelés a környezet egyre nagyobb terhelését jelenti, ami súlyos, globális problémákat okoz.

Kérdések, feladatok

1. A villamos energiát előállító erőműveknek többféle fajtája van. Sorolj fel olyanokat, amelyeknél nincsen üvegházhatású gázkibocsátás!
2. Magyarországon szigorú szabályok szerinti erdőgazdálkodás folyik, aminek eredménye, hogy hazánkban növekszik az erdős területek nagysága. Nézz utána, hogy Magyarország területének hányad részét borítja erdő!
3. Járj utána, hogy mi az oka Dél-Amerika, Afrika és Ázsia egyes országaiban az erdőirtásnak! Szerinted milyen módon lehetne az erdőirtást mérsékelni vagy megszüntetni?



* ***David Brower,*** *környezetvédelmi aktivista*

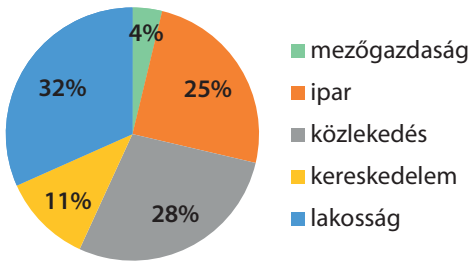
3. ENERGIATAKARÉKOSSÁG A HÁZTARTÁSBAN

Minden család havi kiadásainak egy részét a közüzemi számlák teszik ki. Ezek közé tartozik a villanyszámla, a fűtésszámla, a víz- és a csatornadíj. Ha azt szeretnénk, hogy ezek a költségek minél kisebbek legyenek, takarékoskodnunk kell! Ne pazaroljunk: feleslegesen ne fogyasszuk a vizet, áramot, fűtőanyagot! A takarékoskodásunk nemcsak a pénztárcánkat kíméli, hanem a környezetünket is. Láttuk, hogy egész Földünkre kihat a környezetszennyezés, amit például a villamos energia előállítása okoz.



Miből tevődik össze egy ország energiafogyasztása?

A magyar gazdaság energiafelhasználásának megoszlása 2019-ben

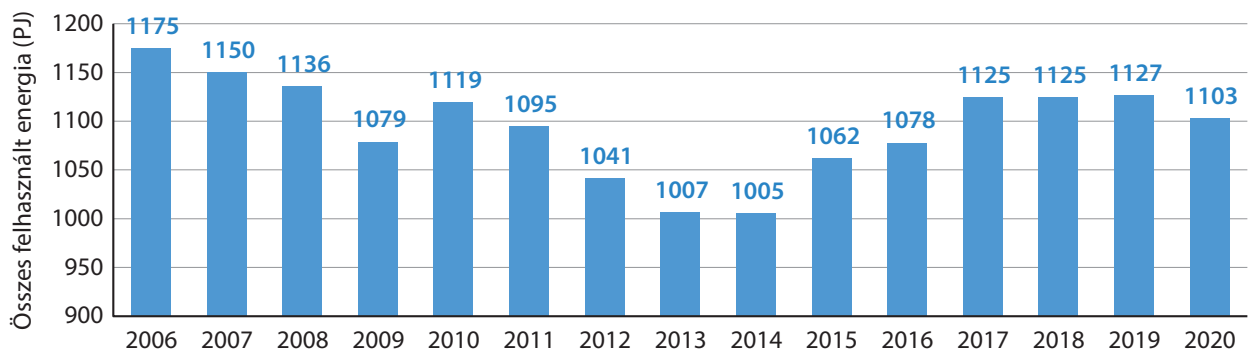


Egy ország energiafelhasználásának alakulásából – más statisztikai adatok ismerete mellett – több mindenre tudnak következtetni a szakemberek. Nemcsak a gazdaság fejlődése, bővülése, esetleg csökkenése miatt változhatnak ezek az értékek, az energiafelhasználás hatékonyságára is következtetni lehet. Növekvő gazdasági teljesítmény mellett sem kell feltétlenül jelentősen növekednie az energiafogyasztásnak, ha közben más területeken fokozzuk az energiatakarékosságot.

A grafikon alapján hazánkban a két legnagyobb energiafelhasználó a közlekedés és a lakosság.

Magyarország energiafelhasználása

1 petajoule = 10^{15} J



Hogyan takarékoskodhatunk az energiával a közlekedésben?

A közlekedés magában foglalja a személy- és áruszállítást is. Miután egy jármű fenntartásának a legjelentősebb költsége az üzemanyag, ezért ennek csökkentése kiemelt cél.

a) Az üzemanyag fogyasztásának egyik módja az autókba beépített „start-stop” funkció, amely üresjáratban leállítja, majd a szükséges időben újraindítja a belső égésű motort.



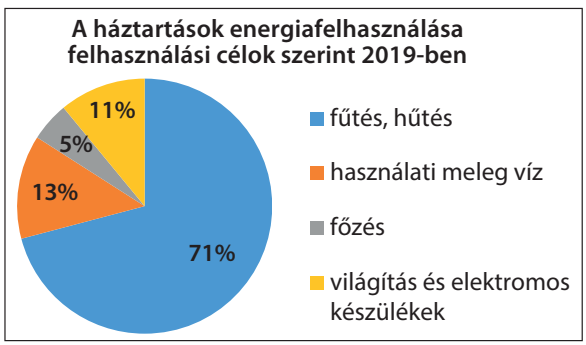




b) Egy másik lehetőség a hibrid autók üzemanyagtakarékos megoldása. A hibrid autót egy elektromos motor és egy belső égésű motor is képes hajtani a körülményektől függően. Az elektromos motorhoz tartozó akkumulátort a „fékerő-visszanyerő” rendszer tölti minden egyes fékezéskor, így lesz az autó energiafelhasználása sokkal hatékonyabb.
Különösen nagy jelentősége van a hibrid járműveknek a folyamatosan közlekedő buszok esetében, vagyis a tömegközlekedésben. Több száz busz esetén a 10–20%-os üzemanyag-megtakarítás már jelentős tétel, ráadásul a járművet induláskor és a megállóba érkezéskor csak az elektromos motor hajtja, így ott nincs légszennyezés sem.
c) Tovább segítheti az üzemanyag megtakarítását, ha az országon belül nem kamionokon, teherautókon szállítják az árunak legalább egy részét, hanem vasúton.
d) És sok autós is hozzájárulhat az energiatakarékossághoz azzal, hogy ha teheti, akkor kerékpárral vagy tömegközlekedéssel közlekedik.

A személy- és teherszállítás az ország energiafelhasználásának több mint negyed részét teszi ki.

Hogyan takarékoskodhatunk az energiával otthon?

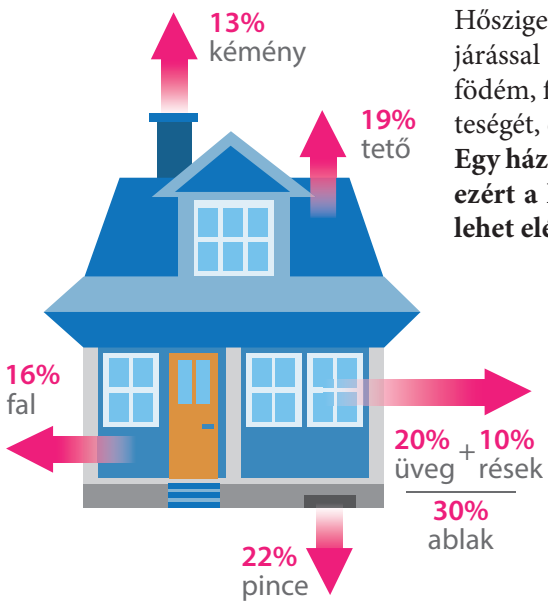


A diagram talán legmegdöbbentőbb értéke az, hogy egy lakás fűtésére – és egyre több otthonban a hűtésére – kell a legtöbb energiát fordítanunk. Hazánkban több hónapon át fűteni kell, és bármilyen furcsán hangzik, ilyenkor az utcát melegítjük. A ház termikus kölcsönhatásban van a környezetével, és ha kint hidegebb van, a fűtéskor felszabaduló hő a ház felületén, nyílásain át a környezetbe távozik. Azért kell folyamatosan fűteni, hogy a veszteséget pótoljuk. A fűtési kiadások és a környezet védelme érdekében is elengedhetetlenül fontos a házak hőszigetelése.









Hőszigeteléssel egyre többen burkolják be régi házukat, és házgyári eljárással készült lakótelepeken is látni már ilyet. Hőszigetelő ablakkal, a födém, falak, aljzat szigetelésével jelentősen javítani lehet egy ház hőveszteségét, és ezzel csökkenteni a fűtési költségeket.

Egy háztartás energiafelhasználásának döntő többségét a fűtés teszi ki, ezért a házak hőszigetelésével jelentős energia- és pénzmegtakarítást lehet elérni.

Érdekesség

A passzívházak – kiemelkedő hőszigetelésüknek köszönhetően – nem igényelnek hagyományos fűtési rendszert. Hazánkban elsőként 2008-ban, egy Szadán épült családi ház kapta meg hivatalosan a passzívház minősítést. Azóta egyre több ilyen ház, sőt társasház is épül.



Elektromos energiát egy kis odafigyeléssel otthonunkban is megtakaríthatunk.
A világításhoz, mosáshoz, háztartási gépek működéséhez, sok helyen a vízmelegítéshez, főzéshez elektromos energiára van szükség. Egy család rezsikiadásainak jelentős tétele a villanyszámla, már csak ezért is indokolt a takarékosság. És azt sem árt tudni: ahhoz, hogy otthonunkban 1 kWh elektromos energiát elfogyaszthassunk, az erőmű csaknem 3 kWh energiát használ fel.

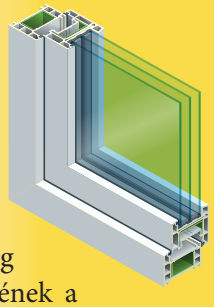
Elektromos energia megtakarításának lehetősége a konyhában:

- Használjunk helyi világítást, helyezzük az energiatakarékos lámpát a pult vagy az asztal fölé!
- A hűtőszekrény fűtőtesttől távol legyen! Ne tegyünk bele meleg ételt! Az élelmiszerek tárolására elegendő a hűtőszekrényben +5 °C, a fagyasztórészben pedig −18 °C. Ellenőrizzük rendszeresen, megfelelően záródik-e a hűtő és fagyasztó ajtaja. A kiolvasztásra szánt ételt a hűtőszekrényben hagyjuk kiengedni, így hasznosítani lehet hűtő hatását.
- Főzés közben mindig tegyünk fedőt az edényre! Kuktában főzéssel nemcsak energiát, időt is megtakaríthatunk. Sütés közben feleslegesen ne nyitogassuk a sütő ajtaját!
- Ha tűzhelyet kell vásárolni, jó tudnunk, hogy a hagyományos fém főzőlapokhoz képest az üvegkerámia lapok kevesebb energiát fogyasztanak, de a leghatékonyabb energiafelhasználású az indukciós főzőlap!
- Csak olyan konyhai elektromos segédeszközt vásároljunk, amire feltétlenül szükségünk van!

Elektromos energia megtakarításának lehetősége a szobában:

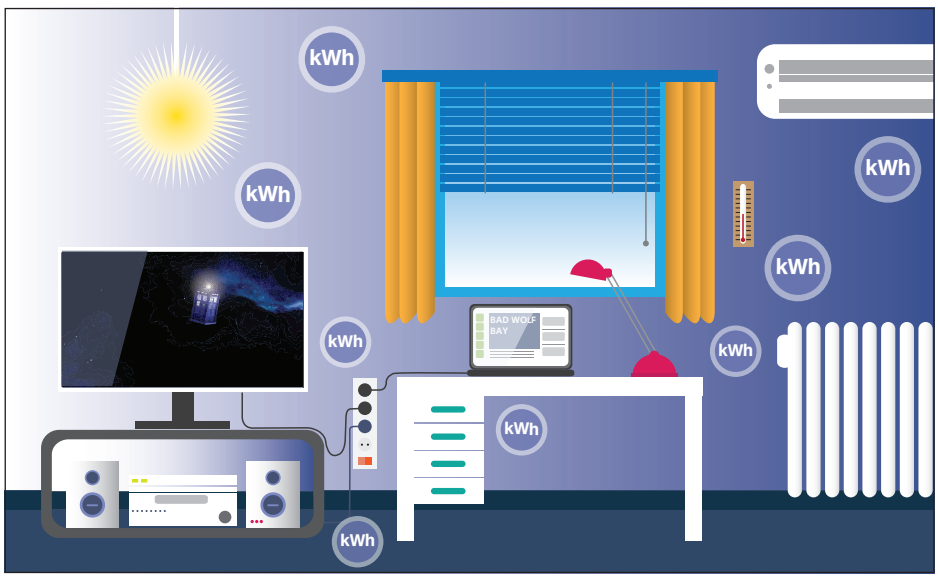
- Használjuk ki a természetes fényt! Tegyük az íróasztalt az ablak közelébe, így később kell majd

Érdekesség



A hőátbocsátásnak is van mértékegysége.
Az $U = 0{,}6 \frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m^2K}}$ azt jelenti, hogy a két különböző hőmérsékletű közeget elválasztó szigetelőfelület 1 m²-én másodpercenként 0,6 J hő távozik a hidegebb közeg felé, ha a két közeg hőmérsékletének a különbsége 1 K.
A hőveszteség mértéke egyenesen arányos tehát a szigetelőfelület méretével, valamint a külső és belső hőmérséklet közötti különbséggel.





felkapcsolni a lámpát! Sose világítsanak feleslegesen a lámpák!

- Kerüljük a légkondicionáló használatát; csaknem négyszer annyi energiát igényel, mint a fűtés! Inkább árnyékolással gátoljuk meg nyáron a szoba túlzott felmelegedését.
- Fűtési szezon kezdetén a radiátorokat légtelenítsük, hogy azok hatékonyabban melegítsenek!
- Ha 1 °C-kal kisebb a szoba hőmérséklete, az 5–6% energiamegtakarítást jelent. A szobákban 20 °C is elegendő.
- A szórakoztató elektronikai eszközöket áramtalanítsuk, amikor nem használjuk! A televízió áram alatt van akkor is, amikor nem használjuk. Használjunk kapcsolóval ellátott hosszabbítót, így egyetlen gombnyomással megoldható több készülék áramtalanítása.
- Ha huzamosabb ideig vagyunk távol a számítógéptől, kapcsoljuk ki a gépet és a monitort is!

Otthonunkban az elektromos energia megtakarítására számos lehetőség van, tudatosan törekednünk kell erre.

Összefoglalás

Országunk villamosenergia-fogyasztásának közelítőleg a harmadát a háztartások, negyedét a közlekedés teszi ki. Egy család energiafelhasználásának legnagyobb részét a fűtésre fordítja, amelyet hőszigeteléssel jelentősen csökkenteni lehet. Kis odafigyeléssel, befektetés nélkül is rengeteg elektromosenergiát takaríthatunk meg, ezzel is védve a környezetünket!

Példa

Egy olyan 80 m^3-es szobát, amelyen nincsenek hatalmas ablakfelületek, és nem déli fekvésű, ha klímaberendezéssel szeretnénk hűteni, a gyártók azt javasolják, hogy olyan készüléket használjunk, amelynek a hűtőteljesítménye 30 $\frac{W}{m^3}$. Számítsuk ki, mennyi energiát fogyaszt, ha naponta 3 órát hűt!

Megoldás:

$V = 80\ m^3$

$P = 30\ W$ (m^3-enként)

$t = 3\ h$

$E = P \cdot t = 30\ W \cdot 3\ h = 90\ Wh$

$E_{összes} = 90\ Wh \cdot 80 = 7200\ Wh = 7{,}2\ kWh$

Ha 1 kWh 2021-ben 35,3 Ft, akkor a napi 7,2 kWh fogyasztás napi 254 Ft-ba kerül. Ez havi szinten egy forró nyári hónapban: 7625 Ft.



Kérdések, feladatok



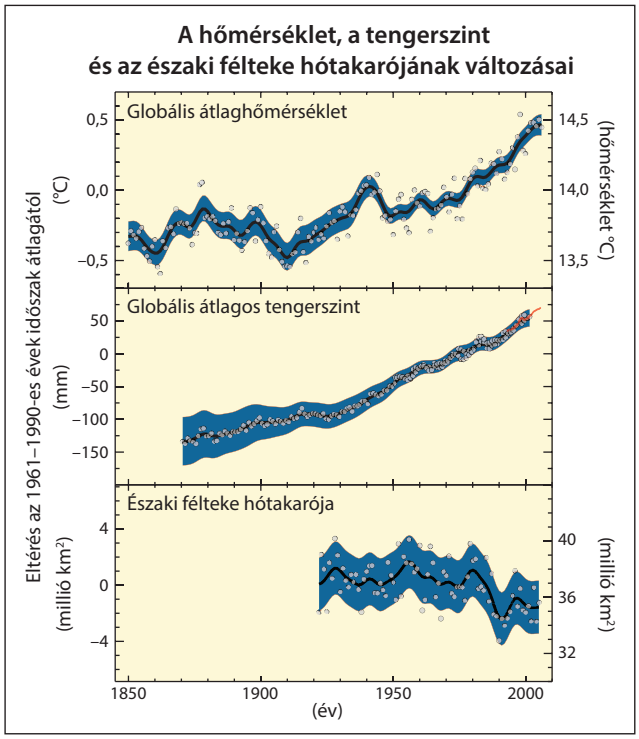
1. Vannak olyan elektromos eszközeink, amelyeket amikor nem használunk – pl. tévé, asztali számítógép, monitorok –, nem kapcsoljuk ki, hanem készenléti állapotban (standby) hagyjuk. A készülékek azonban ebben az állapotban is energiát fogyasztanak, igaz, nem sokat. Sokan a mobiltöltőjüket is úgy használják, hogy az folyamatosan be van dugva a konnektorba, és szükség szerint csatlakoztatják a telefonjukhoz! Írj több érvet, hogy miért érdemes mégis teljesen kikapcsolni egy készüléket, kihúzni a konnektorból a mobiltöltőt! Gondolkodj hosszú távon!
2. A hibrid járművek drágábbak, mint a kizárólag belső égésű motorral hajtottak. Nézz utána az interneten, vajon megéri-e mégis hibrid személyautót vásárolni! Írd le az olvasott vélemények alapján a saját összegzésedet!
3. Te hogyan tudnál jobban takarékoskodni az energiával? Írjál három példát erre, amit holnaptól meg is valósítasz!

4. KÖRNYEZETÜNK GLOBÁLIS PROBLÉMÁI

Az éghajlat változása

A szárazföldek, óceánok, jégtakaró, légkör és az élő környezet egy rendkívül bonyolult éghajlati rendszert alkotnak, amelynek az elemei kölcsönhatásban vannak egymással. Ennek a kölcsönhatásnak az eredménye az a klíma, amelyben élünk. A tudósok a meglévő ismeretek, az összegyűjtött és rögzített tapasztalatok, mérések alapján vonják le következtetéseiket.

Az éghajlatban minden külső hatás nélkül zajlik egy változás, emellett lehetnek természetes okai is, például a Nap sugárzásának ingadozása vagy egy vulkánkitörés. Ugyanakkor az elmúlt évtizedekben tapasztalt egyértelmű felmelegedés nagy valószínűséggel nem független az emberi tevékenységtől: növeltük a légkörben az üvegházhatású gázok koncentrációját, és nagy területeken megváltoztattuk vagy el is tüntettük a Föld növénytakaróját.



Az éghajlatváltozás következményei

Az elmúlt 100 évben a Föld átlaghőmérséklete +0,74 °C-kal emelkedett. Ennek következményeként a gleccserek és a hótakaró területe csökkent, ami a tengerek, óceánok szintjének emelkedését eredményezte. A hőmérséklet emelkedése a párolgás mértékét is növelte, így hatalmas területeken a felső talajréteg sokkal szárazabbá vált.

Az éghajlatváltozás az oka a szélsőséges időjárásnak is: hosszú csapadékmentes időszakok vannak, amelyeket heves, sok csapadékot hozó esőzés követ. Gyakoribbak a nagyon forró nappalok és éjszakák a szárazföldi területek nagy részén. Mindez az emberek millióinak az életére is kihat. A hőhullámok, aszályok következtében egyes betegségek gyakoribbá válnak.







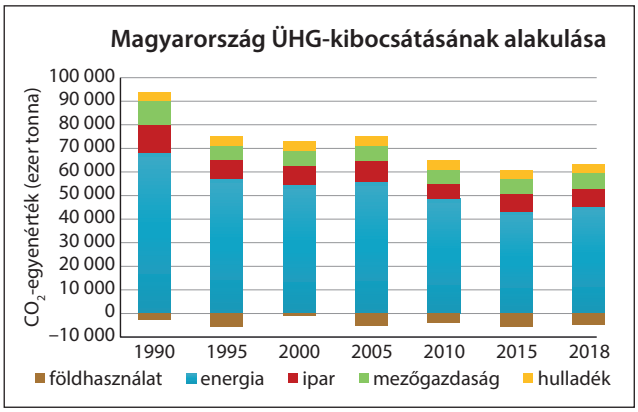


Mit tehetünk, hogy mérsékeljük az éghajlatváltozás következményeit?

Legfőbb feladatunk a bolygónk melegedését okozó emberi tényezőket megszüntetni, vagy minél nagyobb mértékben csökkenteni, és közben alkalmazkodni a megváltozott körülményekhez. Ez minden ország számára egy nagyon összetett és egyedi feladat, amelyet a saját érdekében meg kell tennie.

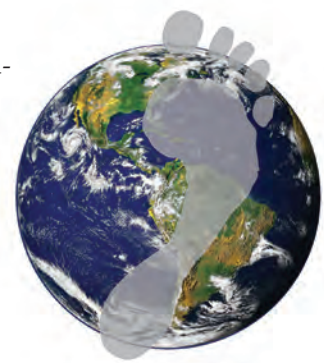
Magyarország a Nemzeti Éghajlatváltozási Stratégia című kiadványban foglalta össze – egészen 2050-ig kitekintve – a ránk váró feladatokat. Többek között:

- A villamosenergia-termeléshez csökkenteni kell a fosszilis energiahordozók felhasználását annak érdekében, hogy az üvegházhatású gázok kibocsátása csökkenjen. Ebben jelentős szerepe lesz a Paksi Atomerőmű új blokkjainak, amelyek a 2020-as évek végétől fognak üzemelni.
- Az energiahatékonyság növelésével és az energiatakarékosság fokozásával kevesebb energiára van szükség a közlekedés, a mezőgazdaság és az ipar területén is. Az épületek hőszigetelésével is jelentős energiát lehet megtakarítani.
- Az erdőterületeket 7%-kal növelni kell. Ezzel jelentős mennyiségű légköri szén-dioxidot lehet megkötni, valamint az erdők hozzájárulnak a szélsőséges hőmérsékleti és csapadékviszonyok mérsékléséhez is.
- Figyelmet kell fordítani a vízmegőrzésre, hogy a szükséges csapadék helyben maradjon, a lehullott csapadék a talajnedvességet pótolja.
- A változó éghajlat miatt új állat- és növénybetegségek jelennek meg, amelyekre szintén fel kell készülni.



Ökológiai lábnyom

Néhány évtizede használt fogalom az ökológiai lábnyom, amely a takarékos életmódra, energiafelhasználásra kívánja a figyelmet irányítani. Többféle számítási mód és eljárás is ismert. Egy országnak, városnak, egyénnek az ökológiai lábnyoma alatt azt a területet kell érteni, amely a hosszú távú fennmaradásához, ellátásához fenntartható módon szükséges. Mindnyájan felelősek vagyunk a bolygóért, amelyen élünk, és ezt elsősorban nem szavakkal, hanem tettekkel kell bizonyítanunk egyéni és közösségi szinten egyaránt.



Fényszennyezés



Éjszaka a világításra szükség van az utcán a biztonságos közlekedés, a tájékozódás, egyáltalán a közbiztonság érdekében. A különösen szép műemléképületeket, hidakat is meg szoktak világítani. A XX. század második felétől kezdődően az elektromos világítás térnyerésével gyakorta felesleges mértékben, szükségtelen irányba is világítunk, aminek igen káros környezeti hatása van. Ezért használjuk erre a jelenségre a fényszennyezés fogalmat. A fényszennyezéssel nemcsak pénzt pocsékolunk, hanem irdatlan mennyiségű energiát is pazarolunk, amelynek az előállítása során is szennyezzük a környezetünket. A fényszennyezésnek mindemellett negatív hatása van az ember lelki egészségére is, amely számára a napszakok váltakozása a természetes, és a természetes fények, színek, harmóniáját igényli.

Költöző madarak, egyes békák, teknősök életére is kihat a fényszennyezés, mivel a tájékozódásukat a csillagos égbolt segíti. A mesterséges fények megzavarják az éjszakai rovarok táplálkozását, tájékozódását, nyugalmi idejét, így az állatok élete is veszélybe kerülhet.
A csillagok megfigyelésével foglalkozó csillagászokat is zavarja a fényszennyezés. De rajtuk kívül minden egyes embernek is látnia kellene azt a szépséget, amelyet a felhőtlen égbolt látványa nyújt minden mesterséges fényforrástól távol. Ettől fosztjuk meg magunkat, ha a fényszennyezett településről nem mozdulunk ki.



Ha a fényszennyezés okát feltártuk, akkor van lehetőség a mérséklésére, amiért mi is sokat tehetünk.
A nagyvárosokban leginkább a közvilágítás, az épületek megvilágítása, a hatalmas világító reklámfelületek, szabadtéri sportesemények és a közlekedési eszközök fényei okozzák a fényszennyezést. Ezt egy város vezetésének kell szabályoznia, megoldania. Amit mi tehetünk:

- A belső terek megvilágításához csak a szükséges mennyiségű fényforrást használjunk, melegebb, sárgás fényű izzókkal világítsunk.
- Alváshoz biztosítsunk sötétet magunknak és a családunknak sötét függönnyel, redőnnyel. A laptop, okostelefon fényére sincs ekkor szükség.
- A kertbe, bejáratnál mozgásérzékelő kapcsolót szereljünk, de ha folyamatos fényre van szükség, az ne világítson feleslegesen az égre, mint ahogy a taposólámpák teszik.

Érdekesség

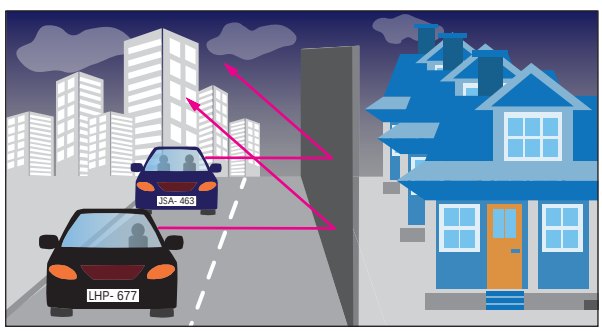
Hol láthatunk csillagokat?
Fényszennyezés nélküli csillagos ég egyre kisebb területen található. Ezért hazánkban már három helyen biztosítanak lehetőséget arra a szakemberek, hogy az érdeklődők a csillagos égben gyönyörködhessenek. Ezek a csillagoségbolt-parkok: a Zselici Csillagpark, Hortobágyi Csillagoségbolt-park és a Bükki Csillagoségbolt-park.



Zajszennyezés

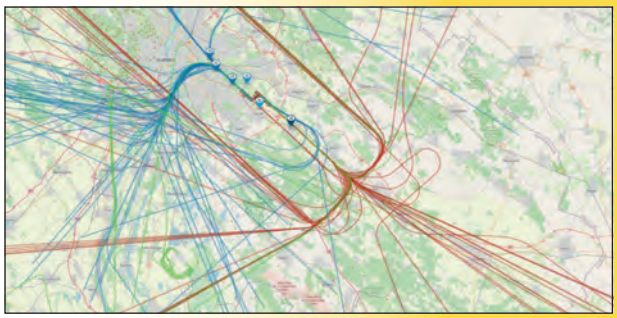


Modern korunkkal sajnos a zaj is együtt jár. Az utakon tömegével haladó autók hangja, a forgalmas utcák a vasúti és légi közlekedés zaja hosszan hallgatva rendkívül nyugtalanító, kimerítő, fárasztó. Egy zajos nap után nehéz elaludni, majd pihenten ébredni. Ettől csökken az ember figyelme, teljesítő- és stressztűrő képessége. A tartósan nagy zaj halláskárosodást okoz. Az állatokra is negatívan hat a zajszennyezés, leginkább menekülést vált ki belőlük.
A zaj ellen mi is védekezhetünk. Első lépésként mi magunk ne keltsünk másokat zavaró hangokat, zajt.
Az autók, vonatok zajszennyezését csökkenti az utak, vasutak mellé épített zajvédő fal. A repülőtereket, pályaudvarokat a zajos működésük miatt mindig a települések szélére építik. A városokban többek között azért is van szükség nagy parkokra, ligetes helyekre, hogy a csendre vágyó embereknek legyen hová menniük. Egyéni zajvédelmünkért is tehetünk. Érdemes az otthonunkban – a nem hangszigetelő üveget tartalmazó – ablakokat vastag függönnyel, redőnnyel elszigetelni éjszakára a külvilágtól. És ha hangos a szomszéd, a falakat is lehet utólag hangszigetelni.
Zajos gépek között dolgozóknak az egészségük védelmében kötelező a fülvédő vagy füldugó hordása.

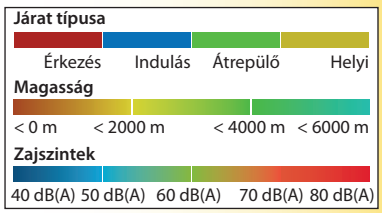


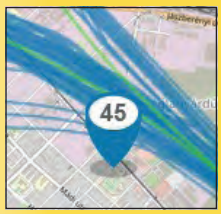
Érdekesség

A Budapest Airport 2020 októberétől mindenki számára elérhetővé tette azt a járatkövető rendszerét, amely a repülőtér 60 km-es körzetén belül működik. A rendszer az érkezéseken és indulásokon kívül, a felszállás irányába és a repülőtér közelében lévő lakott területen elhelyezett 6 darab zajmérő állomás adatait is elérhetővé teszi. Ezek megfelelő színkódolás alapján mindenki számára értelmezhetők. Internetes felület: https://bud.flighttracking.casper.aero/
A térképen lehetőség van az egyes járatokon kívül hosszabb időszakokat is nyomon követni, és előző napok repülési adatait is visszakeresni.



A képen, egy tavaszi napon a 8-18 óráig induló és érkező repülőgépek útvonalát, és egyben magasságát láthatod, valamint a zajmérő állomásokat. Az egyik műszer által mutatott értéket kinagyítottuk.
Keresd fel te is ezt az internetes oldalt, és tájékozódj a valós idejű helyzetről!





Összefoglalás

Az éghajlat, a klíma folyamatosan ingadozva változik. Több évtizede megfigyelhető, hogy kismértékben növekszik az átlaghőmérséklet, ami vélhetően nem független az emberi tevékenységtől.
Minden egyes országnak a környezetünk védelme érdekében törekednie kell arra, hogy csökkentse a környezetszennyezés minden formáját, és alkalmazkodjon a lakosság védelme érdekében a megváltozott éghajlati viszonyokhoz.
A fényszennyezés és a hangszennyezés az életminőségünket, az egészségünket károsítja, ezért ezek csökkentése mindnyájunknak fontos feladata.

Kérdések, feladatok

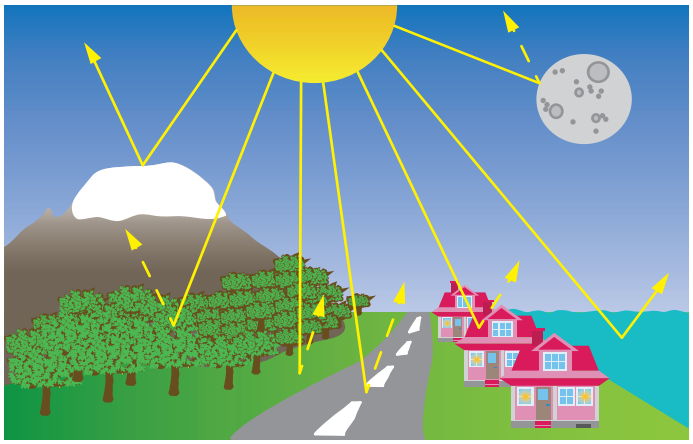
1. Szerinted az iskoládban mit lehetne tenni a fényszennyezés és a zajszennyezés elkerülése érdekében?
2. Budapesten a Keleti pályaudvar a város központjában található. Nézz utána, hogy amikor épült, akkor is itt volt-e a város közepe!



3. Nézz utána, mit jelent az intelligens világítás!

5. ÖSSZEFOGLALÁS

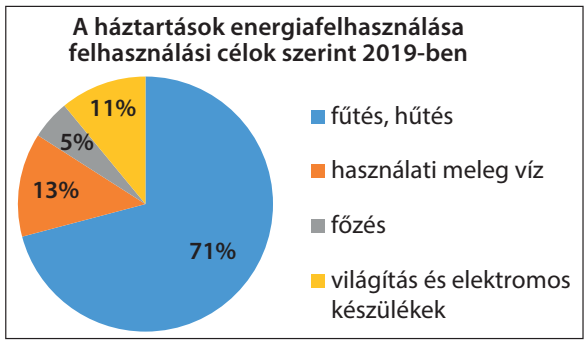
Környezetünk globális problémái



A légkör a Földet körülvevő gáztömeg, amely a Földdel együtt mozogva kering a Nap körül.
A légszennyezés az emberiség egészét érintő globális probléma, amelynek a megoldása mindnyájunk érdeke és feladata.
A légkör réteges elrendezésű. Az egyes rétegekben más-más összetétel, hőmérséklet, nyomás és sűrűség tapasztalható.
Az ózonrétegnek jelentős szerepe van az ultraibolya sugárzás káros összetevőinek megkötésében. Az UV-sugárzás elleni egyéni védekezés része az egészségünk védelmének.

Egy társadalom gazdasági fejlődése együtt jár az energiaszükségletének növekedésével.
Az energiahordozók lehetnek:
1. Kimeríthető vagy nem megújuló energiaforrások, ilyen a szén, földgáz, kőolaj, amelyeket fosszilis energiahordozóknak is nevezünk, valamint az urán.
2. Megújuló energiaforrások, mint a napenergia, bioenergia, vízenergia, szélenergia, geotermikus energia.

A növekvő energiatermelés a környezet egyre nagyobb terhelését jelenti, ami súlyos, globális problémákat okoz.



Országunk villamosenergia-fogyasztásának közelítőleg a harmadát a háztartások, negyedét a közlekedés teszi ki.
Egy család energiafelhasználásának legnagyobb részét a fűtésre fordítja, amit hőszigeteléssel jelentősen csökkenteni lehet. Kis odafigyeléssel, befektetés nélkül is rengeteg elektromos energiát takaríthatunk meg, ezzel is védve a környezetünket!



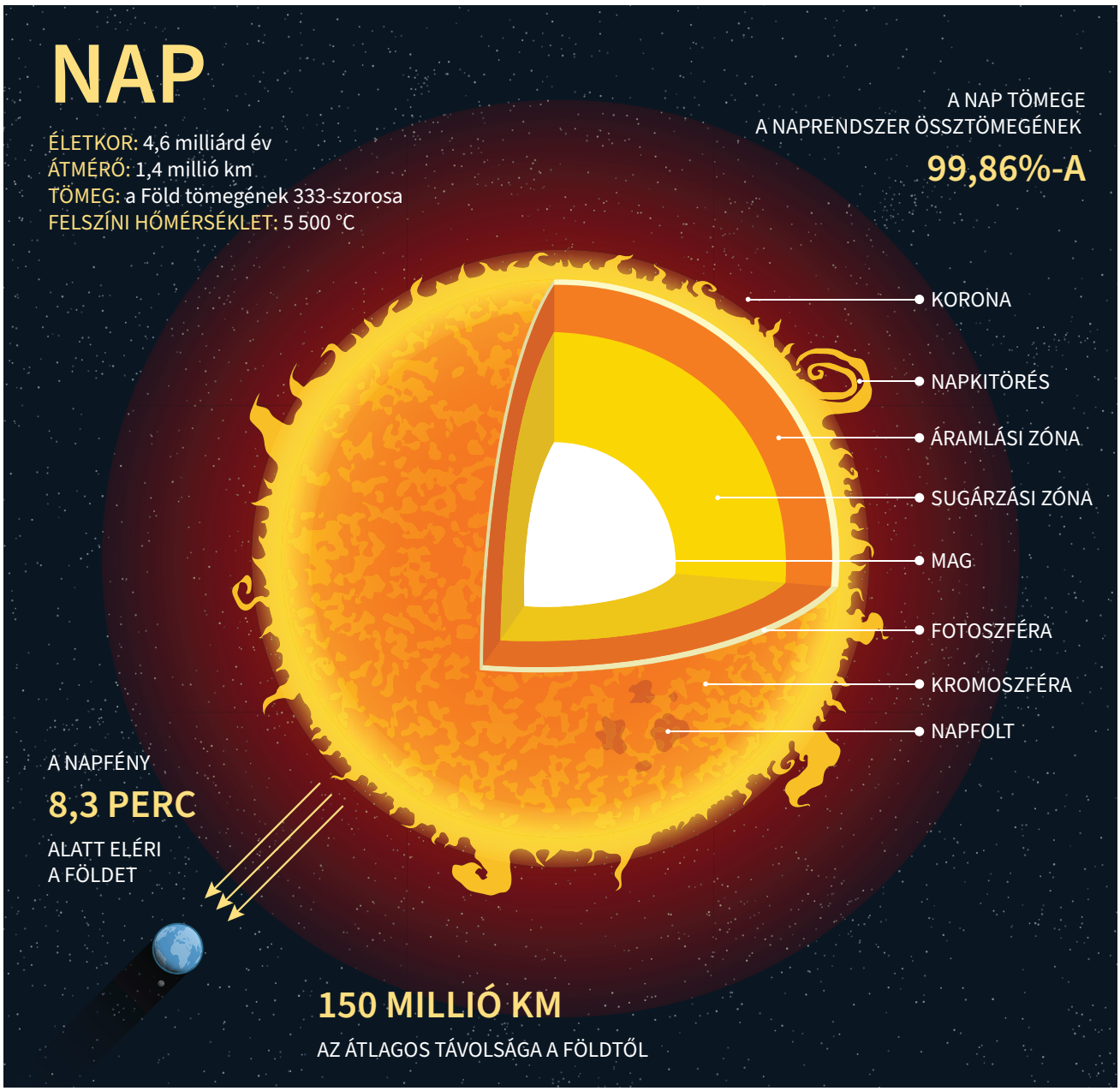


Az éghajlat, a klíma folyamatosan ingadozva változik. Több évtizede megfigyelhető, hogy kismértékben növekszik az átlaghőmérséklet, ami vélhetően nem független az emberi tevékenységtől. Minden egyes országnak a környezetünk védelme érdekében törekednie kell arra, hogy csökkentse a környezetszennyezés minden formáját, és alkalmazkodjon a lakosság védelme érdekében a megváltozott éghajlati viszonyokhoz.
A fényszennyezés és a hangszennyezés az életminőségünket, az egészségünket károsítja, ezért ezek csökkentése mindnyájunknak fontos feladata.

1. ÉLTETŐ CSILLAGUNK, A NAP

Éltető csillagunk, a Nap

A Naprendszer középpontjában helyezkedik el a Nap. A gömb alakú égitest sugara 109-szer akkora, mint a Földé. Anyagának döntő többsége hidrogén és hélium. Hatalmas tömege és a tömegvonzás miatt a Nap belsejében rendkívül nagy nyomás és hőmérséklet alakul ki. A számítások szerint a Nap középpontjában mintegy 13 millió °C van. Ezen a hőmérsékleten az anyag már nem képes gáz halmazállapotban maradni, a hidrogén és a hélium szétesik magokra és elektronokra. Az ilyen halmazállapotot nevezzük plazmának. A Nap a természetben lévő termonukleáris reaktor. A Nap belsejében a hidrogénmagok egyesülésével héliummagok keletkeznek, és a folyamat során jelentős energia szabadul fel. A felszabaduló energiától a Nap úgy szabadul meg, hogy kisugározza fény formájában. A visszamaradt energia miatt a Nap felszíne már „csak" körülbelül 5500 °C hőmérsékleten izzik, ezt látjuk sárgás fényben. A távolság és a Föld légköre miatt a Nap által termelt energiának csak egy kis hányada jut el a Földre.



A Nap égi útja

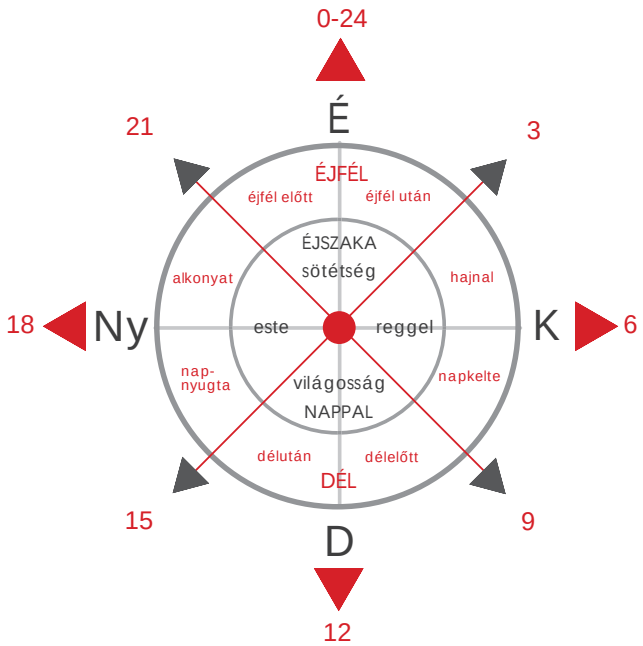
A Föld saját tengelye körüli forgása miatt a Napot az égbolton vándorló égitestnek látjuk. A Föld forgásideje 24 óra, ennyi idő alatt teszi meg a Nap is égi útját. **A Nap égi járása alapján négy fő égtájat lehet kitűzni.**

Reggel, napkeltekor a Nap keleti irányban kel fel. Délben, amikor a Nap égi pályája legmagasabb pontján van, árnyékunk az északi irányba mutat. Ezzel ellentétes irány a dél.
Este, napnyugtakor a Nap nyugati irányban ereszkedik a látóhatár (horizont) alá. A magyar nyelv az égtájak és a napszakok szoros kapcsolatát szépen mutatja.

Nézz utána!

A jobb oldali ábra a napszakok olyan időbeosztását mutatja, amikor nap-éj egyenlőség van. Mikor van idén nap-éj egyenlőség? Hogyan módosulna az ábra felosztása nyári napforduló és téli napforduló idején? A nyári napforduló az év azon napját jelöli, amikor a legrövidebb délben az árnyékunk, téli napforduló idején a déli árnyékunk a leghosszabb.





A Nap látszó mozgása napról napra kissé változik. A nappalok hossza, valamint a Nap pályájának legmagasabb pontja eltérő. Ez abból adódik, hogy a Föld forgástengelye nem merőleges a Nap körüli keringési pálya síkjára, hanem attól 23°-nál kicsivel nagyobb szögben eltér. A forgástengely ferdesége miatt vannak a Földön évszakok. A Nap égi útjának megfigyelése egy bot árnyékának segítségével a legegyszerűbb.

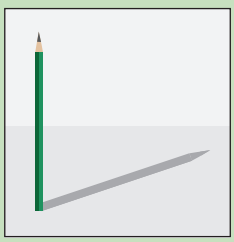
Érdekesség

A leghíresebb Nap-megfigyelőhely, azaz Nap-obszervatórium az angliai Stonehenge (ejtsd: sztonhendzs) óriáskövekből kirakott építménye, mely Kr. e. 2500 körül épülhetett több ütemben. A nap-éj egyenlőség és a napfordulók pontos előrejelzése mellett a nap- és a holdfogyatkozások idejét is meg tudták határozni a segítségével. Még ennél is régebbi Nap-obszervatórium maradványait találták Németországban.



Kísérlet

Modellezzétek a Nap égi útját egy erős fényű elemlámpával! Besötétített teremben rögzítsetek függőlegesen egy ceruzát az asztal közepére. Az asztal körül mozgatva az elemlámpát állítsatok elő napkelte-, delelés- és napnyugtahelyzeteket! Figyeljétek meg a ceruza árnyékát!



Tapasztalat:
A ceruza árnyéka majdnem félkörben járta be az asztalt. „Napkelte” és „napnyugta” idején elnyúlt, hosszú árnyékot vetett, „deleléskor” volt az árnyék a legrövidebb.

Érdekesség

A sumérok, az akkádok és az inkák is áldozatokat mutattak be a napistennek.
Az ókori Hellászban a napisten neve Héliosz-Aion volt. A születésnapját pedig december 25-én ünnepelték. A felkelő Nap országa Japán, az ő nyelvükön Nihon, ami annyit jelent: 'ahonnét a Nap származik'.
Az angol nyelvben is találunk rejtett utalást a Napra. Sunday a vasárnap, vagyis sun-day, tehát a Nap–napja.

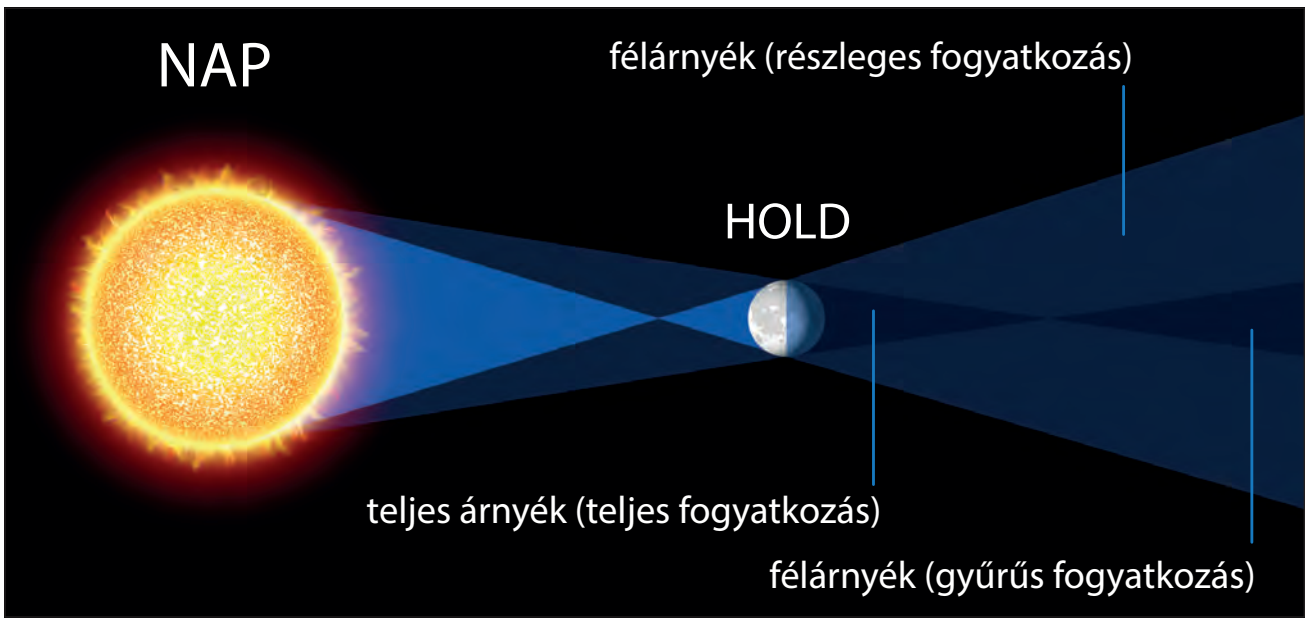


Napfogyatkozás

Pontszerű fényforrásból érkező fénysugarak sohasem metszik egymást, széttartanak.

A Nap viszont kiterjedt fényforrás, a felületének különböző pontjaiból induló fénysugarak keresztezik egymást. Egy nem pontszerű fényforrás elé helyezett tárgy mögött az árnyéktérnek egyes részeit megkülönböztetjük. Attól függően, hogy az árnyék melyik része éri el a Föld felszínét, a napfogyatkozás teljes, részleges vagy gyűrűs.

Magyarország területén 1999. augusztus 11-én volt teljes napfogyatkozás. A teljes napfogyatkozás alatt ragyognak a csillagok, és láthatók azok a bolygók, amelyek a látóhatár felett tartózkodnak.



Összefoglalás

A Nap által kijelölt négy égtáj: észak, kelet, dél, nyugat.
A Nap égi mozgása adja a napok és az évek ritmusát.
A Nap a Naprendszer központi csillaga, körülötte keringenek a bolygók, üstökösök.
Éltető ereje miatt a Napnak kiemelkedő kulturális jelentősége van.
A Nap központjában lezajló energiatermelés során keletkező fényt és hőt sugározza a világmindenségbe.

Kérdések, feladatok

1. A napóra pálcájának árnyéka mutatja a helyi időt. Nézz utána, miért nem pontosak a napórák, és miért nem függőlegesen helyezik el a pálcát!
2. Peti azt látja, hogy az előtte lévő bot árnyéka éppen dél felé mutat. Miben lenne más egy ugyanilyen hosszú botnak az árnyéka ugyanabban a pillanatban Petitől 100 kilométerre keletre?
3. Kérdezd meg szüleidet, nagyszüleidet az 1999-es napfogyatkozásról!

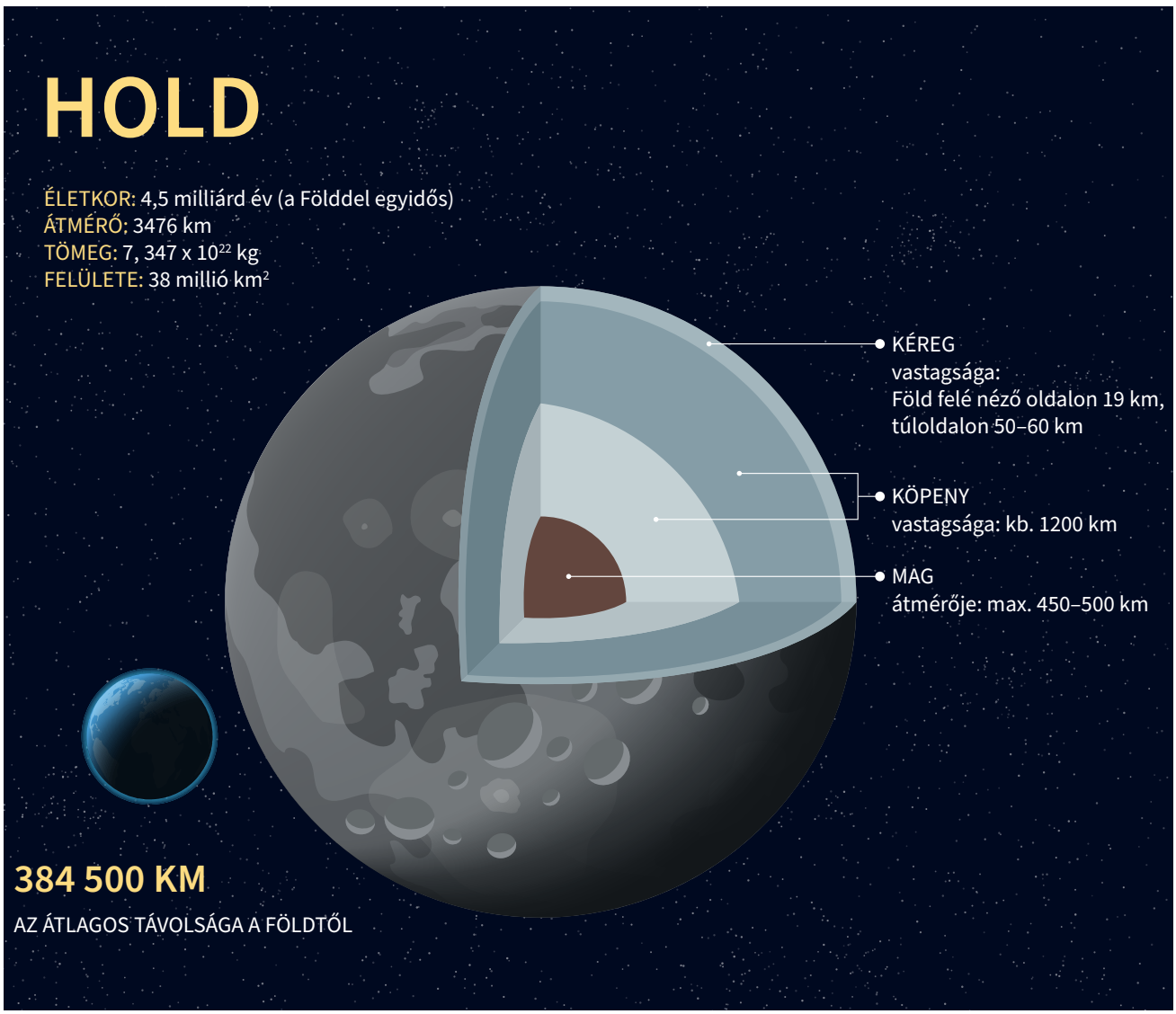
2. ÁLLANDÓ KÍSÉRŐNK, A HOLD

A táborozók egy hosszú túra végén eltévedtek, sajnos nem volt náluk iránytű. A nap már lenyugodott, a felhős látóhatár miatt nem tudták megmondani, merre lehet nyugat. Az egyik fiú kétségbeesve mondta, hogy mindjárt teljesen sötét lesz, és a telihold is csak hajnalban kel fel. Társa megnyugtatta: a telihold egész éjszaka világítani fog. Honnan tudta?



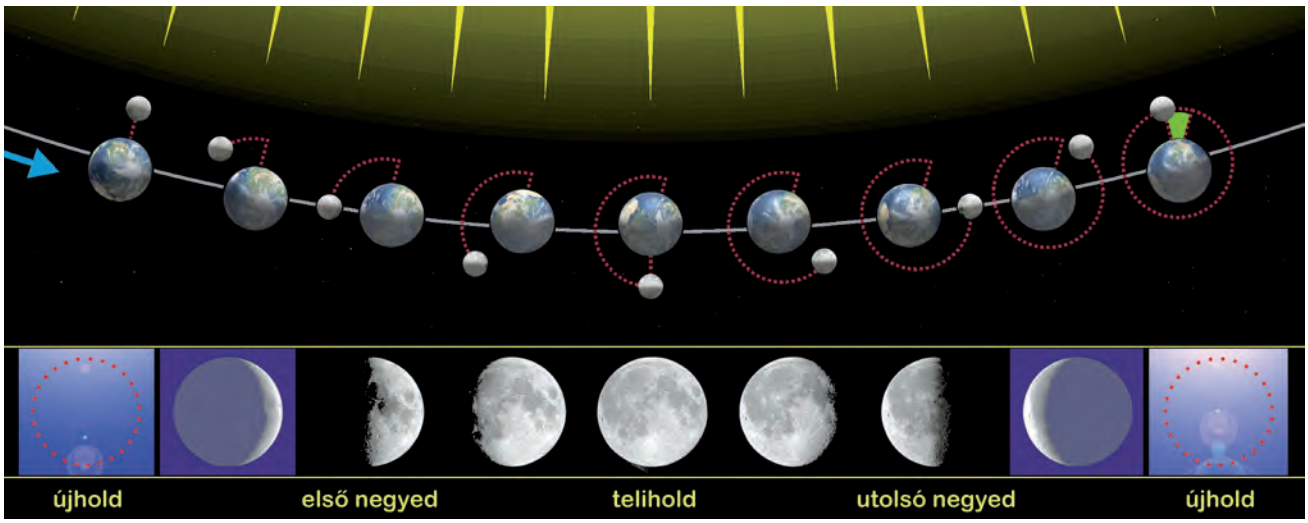
A csillagászatban holdnak nevezzük a bolygók körül keringő égitesteket. A holdnak önálló fénye nincs. A bolygó és a holdja kölcsönösen vonzzák egymást. A holdak anyaga nagyrészt kőzet. A holdak felszínén becsapódások, kráterek vannak, melyeket főleg aszteroidák és üstökösmagok okoztak.

A Hold a Föld körül kering. A gömb alakú égitest átmérője kevesebb mint harmadrésze a Föld átmérőjének, és csak 2,5 ezredrésze a Nap átmérőjének. Azért látjuk mégis a Nappal hasonló méretűnek, mert a Nap körülbelül 400-szor távolabb van a Földtől. A Holdnak nincs légköre, így nagy a hőmérséklet-ingadozás. A holdi nappalok +134 °C-ig melegszenek, majd a holdi éjszakán az égitest lehűl –160 °C-ra.



A Hold égi útja

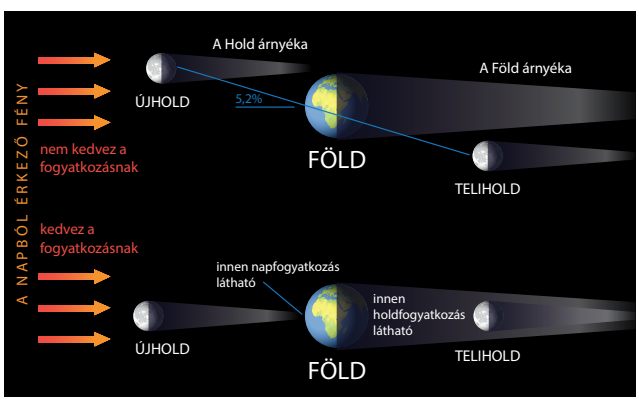
A Hold fázisokat mutat, azaz éjről éjre dagad, illetve fogy. Ez a változás időről időre ismétlődik, körülbelül 29 nap alatt zajlik le egy ciklus. A jelenség oka, hogy a Hold mozgása sokszorosan összetett. A leglátványosabb változás a fogyása és dagadása. Ez a Föld körüli keringés következménye. Az alábbi képen nyomon követhető ez a változás. A Nap mindig megvilágítja a Hold egyik oldalát, de hogy a megvilágított oldalból a Földről mennyit látunk, az a Föld–Hold egymáshoz viszonyított helyzetétől függ.



A holdciklus az újholddal kezdődik. Ekkor a Hold égi útján együtt halad a Nappal. Napnyugtakor az esti égbolton dagadó holdsarlót láthatunk. **Az első negyed** körülbelül egy hét múlva következik be. Ekkor a Hold már félhold–fázist mutat, és akkor kel fel keleten, amikor a Nap delel. Újabb egy hét elteltével elérkezik a **telihold** ideje. A Nap és a Hold az égbolt átellenes pontjába kerülnek. A telihold akkor kel fel, amikor a Nap lenyugszik, és egész éjszaka az égbolton látható. Ezután a Hold elkezd „fogyni", és egy hét alatt ér az **utolsó negyedbe,** majd újabb egy hét elteltével visszatér az újhold fázisába.

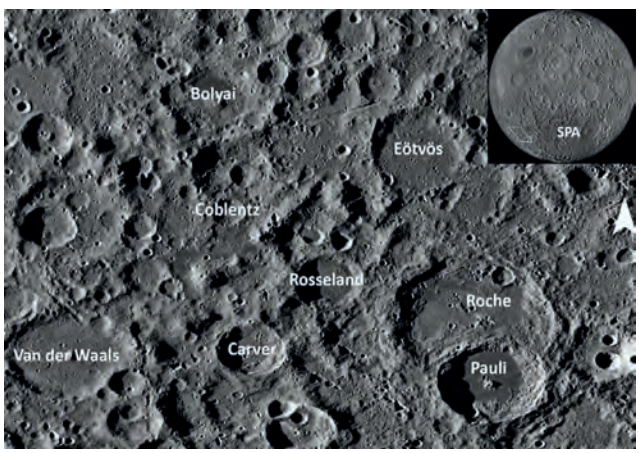
Holdfogyatkozás

A Hold pályája nem esik pontosan az ekliptika síkjába, hanem azzal mintegy 5°-os szöget zár be. A két sík metszésvonalát csomóvonalnak nevezzük. Holdfogyatkozás idején a Föld vet árnyékot a Holdra, de hogy az árnyék kúpja elérje a Földet, azt a köztük lévő távolság nagyban meghatározza. A következő ábra segítségével ezt nyomon követhetjük.



Érdekesség

Azt már tanultad, hogy a Hold másodlagos fényforrás. Ezt először Thalész ókori görög tudós mondta ki Kr. e. 600 körül. A Hold fázisainak, valamint a Hold és a Nap helyzetének megfigyelésével következtetett arra, hogy a Hold a Nap fényét veri vissza.



Árapály

Az árapály jelenségét először *Galilei* kortársa, Johannes *Kepler* értelmezte helyesen. Szerinte a dagály és az apály jelensége a Hold égi útjával kapcsolható össze. Az árapály jelenségét a tömegvonzással tudjuk megmagyarázni. **A tengerek, óceánok vízszintjének periodikus változását a Hold és a Nap vonzó hatása okozza.** A Föld Hold felőli részén és vele átellenben a tengervizek megemelkednek, a kettő közötti részeken kissé apadnak. A Föld forgása és a Hold keringése miatt a megemelkedett vízszint helye a Föld felszínén körbefordul. Ezért egy adott tengerparton egy nap alatt két dagályt és két apályt figyelhetünk meg. A Nap tömegvonzása hasonló, de kisebb mértékű hatást fejt ki a tengerekre, óceánokra. Újhold idején, amikor a Nap, a Hold és a Föld egy vonalban tartózkodik, a két hatás együttese jelentkezik, ilyenkor a legnagyobb magasságú dagály, vagyis szökőár alakul ki.

Naptár

A Nap és a Hold az ókorban hasznos időjelző volt. **A Nap égi útján körbehaladva adta a napokat, delelési magasságának változása határozta meg az évet. A Hold ciklusa alkalmas volt az idő hónapokban való mérésére.** Az első, ókori naptárak vagy a Nap, vagy a Hold ciklusait vették alapul. Az ókori görögök megpróbálták vegyíteni a kétféle naptárat, ez azonban nem sikerülhetett tökéletesen. Ugyanis a napok nem adnak ki egy teljes hónapot, sőt egy évet sem. Egy év 365,2422 napból áll. Az ókori rómaiak julián–naptára ezért 365 napos évekkel számolt, négyévente egy szökőnappal.

Az év 365 napját tizenkét, nem egyforma hosszú hónapra osztják. Régen a tavaszkezdő március volt az első hónap, és a télbúcsúztató február az utolsó. Ezért is rövidebb a február a többi hónapnál, és ezért helyezzük a szökőnapot február hónapra. Az év 365 napját 52 vagy 53 hétre osztják. A hetek egymásutánja nem áll meg az év végén, azaz ha kedden volt szilveszter, akkor Újév napja szerdával folytatódik.

Összefoglalás

A Hold a Föld körül kering úgy, hogy közben a saját tengelye körül is forog.
Nincs önálló fénye.
A Hold fázisai körülbelül 29 napos ciklust mutatnak.
A Nap és a Hold égi mozgásai adják a naptárak alapját.



Érdekesség

Mivel nem pontosan egy negyed nappal több az év hossza, ezért az évszázadok során a julián–naptár mintegy 10 napos lemaradásba került a valós időhöz képest. Például a tavaszi nap-éj egyenlőség március 21. helyett március 10-ére esett. Ezért *XIII. Gergely pápa* a csillagászok javaslatára bevezette a Gergely-naptárat, mely egyrészt rendelettel behozta a lemaradást, így 1582. október 4-e után október 15-e következett. Másrészt minden századik évben kihagyja a szökőnapot, kivéve minden négyszázadik évet. Habár a Gergely-naptár pontosabb, még ez sem tökéletes. Ezzel a naptárral körülbelül 3000 év elteltével lesz egy nap előnyünk.

Kérdések, feladatok

1. Fogalmazd meg, mikor mondjuk egy objektumra, hogy kering, és milyen esetben azt, hogy forog!
2. Járd körül az asztalt úgy, hogy mindig az asztalt nézed, és úgy is, hogy mindig az ablak felé nézel!
3. 2014. március 20-án napfogyatkozás volt. Aznap egy hirdetés két hét elteltével, április 4-ére holdfogyatkozást hirdetett. Lehetséges volt ez?
4. A Nap fénye mennyi idő alatt ér a Földre, ha a Holdról visszaverődve érkezik?
5. Holdfogyatkozás a Hold melyik fázisában lehetséges?
6. Napfogyatkozás a Hold melyik fázisában lehetséges?

3. AZ ÉGBOLT GYÖNGYSZEMEI, A CSILLAGOK

A derült éjszakai égbolt sok ezer csillag vibráló fényében tündököl. Az ókorban a csillagok egy-egy csoportjában valamilyen alakot, tárgyat, mitikus lényt véltek felfedezni. Csillagfényes estéken a népi mondák és mítoszok megelevenedtek az égbolton.

Állócsillagok

Az éjszakai égbolt megfigyelése nem csak a Hold égi útját és fázisát jelenti. Derült időben az égbolton sok ezer **csillag** ragyog. Ezek az égitestek **önálló fénykibocsátásra képesek, elsődleges fényforrások.** Fényüket a csillag belsejében zajló atomfizikai folyamatok során bocsátják ki. Tavaly tanultad, hogy a fény egyenes vonalban terjed, azonban a légkörben zajló áramlások miatt a szemünkbe jutó fényt vibrálónak érzékeljük. A magyar nyelvben ezért hívjuk ezeket az égitesteket csillagoknak. A földi fények zavaró hatásától távol, az éjszakai égbolton mintegy 6000 csillag figyelhető meg.

Érdekesség

Ha a Földön az Északi-sarkra utaznánk, a Sarkcsillagot ott a fejünk felett, az égbolt tetején látnánk. A többi csillag e körül, vízszintesen róná a köröket, sosem kerülnének a látóhatár alá. Ha az Egyenlítőhöz utaznánk, akkor a Sarkcsillagot éppen a látóhatáron, északi irányban látnánk. A többi csillag e körül mozogna, mindegyik felkelne és lenyugodna a horizonton. Magyarországon a Sarkcsillagot 47° körüli magasságban látjuk északra. Ez azt is jelenti, hogy a Sarkcsillag közelében lévő csillagok – Magyarországról nézve – sosem kelnek fel és nyugodnak le, minden éjszaka láthatók. A Sarkcsillag helyzete a földi megfigyelési hely szélességikör-adatát is megadja. Magyarország közepe a 47° szélességi körön fekszik.



Érdekesség

Az éjszakai égbolton végighúzódik egy fehéres, derengő sáv, amit az ókorban Tejútnak neveztek. A magyar mondákban is megjelenik, ott Hadak Útjának hívták.



Galaxis

Azokat az égitesteket, csillagokat, csillagközi port és láthatatlan sötét anyagot, amelyek azonos középpont körül keringenek, galaxisoknak nevezzük. A mi galaxisunk – amelynek a Nap is a része – a Tejútrendszer, amely körülbelül 300 milliárd csillagot tartalmaz.



A Föld tengely körüli forgása miatt a csillagokat hosszabb időn át figyelve azt tapasztaljuk, hogy elmozdulnak az égbolton. Azért hívjuk mégis állócsillagoknak őket, mert egymáshoz képesti helyzetük nem változik. Az égbolton van egy pont, amely körül úgy látszik, a csillagok körben haladnak. Ez a pont a Föld Északi-sarka fölött található, és északi égi pólusnak vagy északi égi sarknak nevezzük. **Az északi égi pólus közvetlen közelében látható egy csillag, a Sarkcsillag.** A nevét is innen kapta. A Sarkcsillagot nem látjuk elmozdulni az égbolton, mindig egy helyben marad. A Sarkcsillag felé fordulva mindig északi irányba nézünk, ezért használható derült éjszakákon a tájékozódásra. A déli égi pólus a Föld Déli-sarka fölött van, és nincs a közelében szabad szemmel látható csillag.

Csillagképek

A Földtől különböző távolságban lévő csillagok az égbolton egymás közelében látszanak. Habár fizikai kapcsolat nincs közöttük, mégis az emberi fantázia összekapcsolja, csillagképekké rendezi őket. Minden népnek megvannak a maga csillagképei, az újkor csillagászai a görög–római kultúrkör elnevezéseit vették át. A Sarkcsillag közelében lévő, egész évben látható csillagképek a legismertebbek. Például a Nagy Medve csillagkép, melynek a hét legfényesebb csillagból álló kompozícióját a magyarok Göncölszekér néven emlegetik (más népek féllábú óriást vagy merőkanalat láttak benne). Ha a Göncölszekér „elején" lévő két csillagot képzeletben összekötjük egy egyenessel, és erre ötször felmérjük a két csillag látszó távolságát, akkor eljutunk a Sarkcsillaghoz.



Az éggömbön összesen 88 csillagkép található. Ebből Magyarországról 5 egész évben, 24 pedig sosem látható, mindig a horizont alatt marad. A tőlünk időszakosan látható csillagképek egyik legismertebbje a **téli égbolton megfigyelhető Orion csillagkép** (lenti fotó), melyet a magyar népnyelv Kaszásnak ismer. A hazánkból nem látható csillagképek legismertebbje a Dél Keresztje (jobb oldali fotó) a délre utazó hajósok tájékozódását segítette, ugyanis négy fényes, keresztet formázó csillaga a déli pólus felé mutat.





Állatövi csillagképek

Vajon a Nap mozog az állócsillagokhoz képest? Vagy az állócsillagok ugyanolyan ütemben járják égi útjukat a Sarkcsillag körül, mint a Nap? Amikor a nap lenyugszik, vele átellenben a horizonton felkel egy csillagkép, melyet egész éjszaka látni lehet. Hónapról–hónapra figyelve a felkelő csillagképet azt vehetjük észre, hogy mindig más csillagkép kel fel. Ez azt jelenti, hogy a **Nap mozog az állócsillagokhoz képest. Az éggömbön körbejár egy év alatt.** Ezalatt 13 csillagképen halad keresztül, melyeket állatövi csillagképeknek vagy zodiákusnak is neveznek. (A 12 ismert csillagkép mellett érinti a Kígyótartót is.)

Az állatövi csillagképek azért is lehetnek kiemelt jelentőségűek, mert a Napon kívül a Hold és az összes bolygó is rajtuk halad keresztül. Az állatövi csillagképekben történnek a nap- és a holdfogyatkozások is.
Az állatövi csillagképek elnevezése ókori eredetű, Babilóniából származik, a mai perzsa naptár hónapjai megegyeznek a csillagképek neveivel.

Összefoglalás

Az égbolton látható elsődleges fényforrású égitestek a csillagok.
Az állócsillagok egymáshoz képest nem mozdulnak el, és a Sarkcsillag körül látszanak körbehaladni.
Az állócsillagokat csillagképekbe rendezzük.
A Nap évi útja során az állatövi csillagképeken halad keresztül.

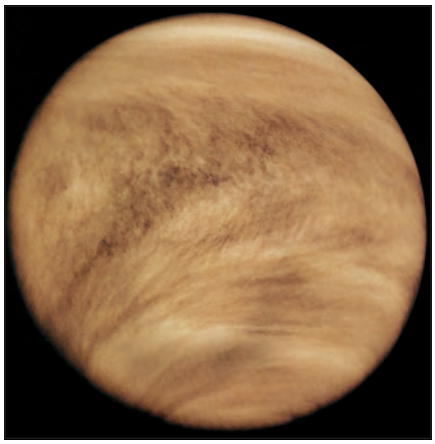
Kérdések, feladatok

1. Milyen különbség van a Sarkcsillag szegedi, illetve debreceni megfigyelése között? Mennyire jelentős ez a különbség?
2. Ma már Budapestről nem látni a Tejutat. Szerinted mi lehet az oka?
3. A Kefeusz, a Kassziopeia és az Andromeda csillagkép nem véletlenül került egymás közelébe. Olvass utána, milyen mondai történetben szerepelnek!
4. A régi magyar mondákban feltűnik a Sánta Kata csillag és a Fiastyúk. Nézz utána, milyen égitestek lehetnek ezek!


SEPTEMBER
OCTOBER
NOVEMBER
DECEMBER
JANUARY
FEBRUARY
MARCH
APRIL
MAY
JUNE
JULY
AUGUST
Andromeda Galaxy
Pleiades M45
Double Cluster
North America Nebula NGC 7000
Veil Nebula
Dumbell M27
Ring M57
Hercules M13
Whirlpool Galaxy
LITTLE DIPPER
BIG DIPPER
Double Cluster
Pleiades M45
Perseus M34
Cyg 6JT
Rosette NGC 2237
Auriga
Perseus
Andromeda
Cassiopeia
Cepheus
Draco
Ursa Major
Ursa Minor
Boötes
Hercules
Lyra
Cygnus
Aquila
Pegasus
Aries
Taurus
Gemini
Leo
Virgo
Libra
Scorpius
Ophiuchus
Sagittarius
Capricornus
Aquarius
Pisces
Cetus
Eridanus
Orion
Canis Major
Canis Minor
Hydra
Corvus
Crater
Centaurus
Lupus
Ara
Corona Australis
Grus
Piscis Austrinus
Sculptor
Fornax
Cetus
Eridanus
Lepus
Monoceros
Puppis
Vela
Carina
Crux
Musca
Circinus
Triangulum Australe
Telescopium
Norma
Scorpius
Lupus
Centaurus
Hydra
Sextans
Corvus
Crater
Leo Minor
Coma Berenices
Canes Venatici
Ursa Major
Ursa Minor
Draco
Cepheus
Lacerta
Cygnus
Vulpecula
Sagitta
Aquila
Delphinus
Equuleus
Pegasus
Andromeda
Cassiopeia
Perseus
Auriga
Lynx
Gemini
Cancer
Leo
Virgo
Libra
Serpens
Ophiuchus
Hercules
Corona Borealis
Boötes
Lyra
Cygnus
Aquila
Scutum
Sagittarius
Capricornus
Aquarius
Pisces
Aries
Taurus
Orion
Lepus
Canis Major
Canis Minor
Monoceros
Hydra
Sextans
Corvus
Crater
Centaurus
Lupus
Ara
Corona Australis
Grus
Piscis Austrinus
Sculptor
Fornax
Cetus
Eridanus

4. BOLYONGÓ ÉGITESTEK, A BOLYGÓK

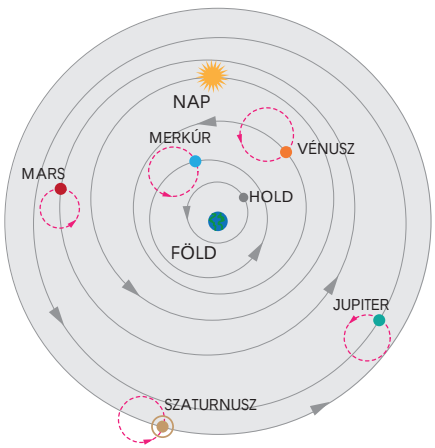
A Vénusz bolygót a népnyelv Esthajnalcsillagnak nevezi. Az elnevezés onnan ered, hogy ezt a fényes égitestet rövid ideig vagy naplemente után nyugaton, vagy napkelte előtt keleten lehet látni az égbolton. Vajon mi ennek az oka?



A bolygó olyan égitest, amelynek nincs saját fénye, és egy csillag körül kering.

Ptolemaiosz és Kopernikusz rendszere

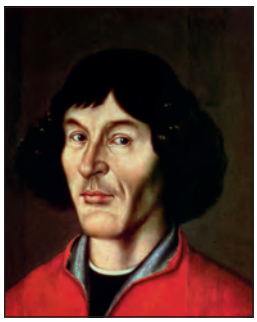
Az ókorban szabad szemmel végzett megfigyelések során hét olyan égitestet fedeztek fel, melyek az állócsillagokhoz képest elmozdulnak az égbolton. A Nap és a Hold mellett észleltek öt további apró, bolyongó égitestet, melyeket bolygónak neveztek. Az öt bolygó az ókori rómaiak isteneiről kapta nevét: Merkúr, Vénusz, Mars, Jupiter, Szaturnusz. *Ptolemaiosz* ókori görög csillagász Kr. u. 100 körül az addig felgyűlt megfigyeléseket rendszerezve és elemezve megalkotta csillagászati világképét, amelyet **földközéppontú világképként ismerünk.** Eszerint a Föld van a világ közepén, körülötte keringenek az égitestek, sorban: Hold, Merkúr, Vénusz, Nap, Mars, Jupiter, Szaturnusz, valamint legkívül található az állócsillagok szférája.



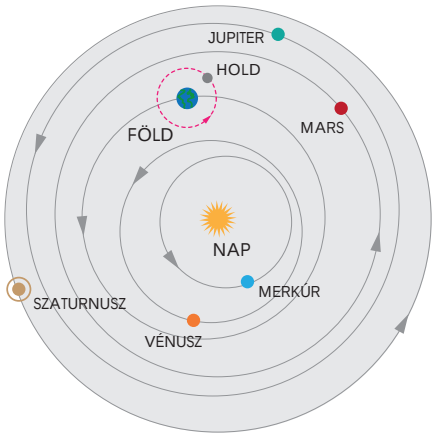
GEOCENTRIKUS VILÁGKÉP

Érdekesség

A hét mozgó égitest neve adta a julián, majd Gergely-naptárban a hét napjainak nevét. A latin nyelvű elnevezések részben megmaradtak a francia, spanyol, angol nyelvben is. Angolul például a hétfő: Monday (Hold napja), a szombat: Saturday (Szaturnusz napja), a vasárnap: Sunday (Nap napja).



Ptolemaiosz rendszere alapján a bolygók égi pályáját kisebb-nagyobb hibával ki lehet számolni, meg lehet határozni. Az eget kémlelő megfigyelő a középpontban érezheti magát, ezért is lett széleskörűen elfogadott ez a világkép. A Nap hatalmas mérete miatt az 1500-as évek elején Nikolausz *Kopernikusz* (1473–1543) lengyel csillagász kidolgozta a világ napközéppontú rendszerét, a **napközéppontú világképet.** Rendszerében a Nap áll a világ közepén, körülötte egyre nagyobb körpályán keringenek a bolygók: Merkúr, Vénusz, Föld, Mars, Jupiter, Szaturnusz, valamint az állócsillagok szférája. A Hold a Föld körül rója köreit.



HELIOCENTRIKUS VILÁGKÉP

Érdekesség

Kopernikusz napközéppontú világképében a Nap közelében kering két bolygó, a Merkúr és a Vénusz. A Földről nézve ezek a bolygók a Nap közelében látszanak. Ezért van az, hogy egyszer napnyugta után sietnek követni a Napot az esti égbolton, másszor a derengő hajnali szürkületben a Nap előtt kelnek. A Nap közelsége miatt a Merkúr rövid ideig és nehezen megfigyelhető bolygó.

Távcsöves megfigyelések

Először Galileo *Galilei* itáliai tudós alkalmazta a távcsövet égi objektumok részletes megfigyelésére. 1609-es és 1610-es vizsgálódásai sok új ismeretet nyújtottak. Felfedezte, hogy a Jupiter körül négy apró hold kering, hogy a Szaturnusznak gyűrűje van. Elsőként észlelte, hogy a Vénusz – a Holdhoz hasonlóan – fázisokat mutat. Ez megerősítette azt, hogy a Vénusz a Nap körül kering. A Holdat figyelve távcsövével elsőként állapította meg, hogy **a Holdon hegyek és kráterek vannak**. Távcsövén keresztül a Tejút ködje sok ezer csillag fénylő pontjára vált szét.

Nézz utána!

A Kepler-féle csillagászati távcső két domború lencséből áll. A két lencsén át nézve nagyított, fordított állású képet kapunk. *Galilei* távcsövében a szemlencse homorú lencse volt, így ő egyállású, nagyított képet látott. Jobb minőségű és jobb nagyítású távcsövet *Newton* készített először, a szemlencse helyett homorú tükröt használva. A tükrös távcsövek lettek a legelterjedtebb teleszkópok.

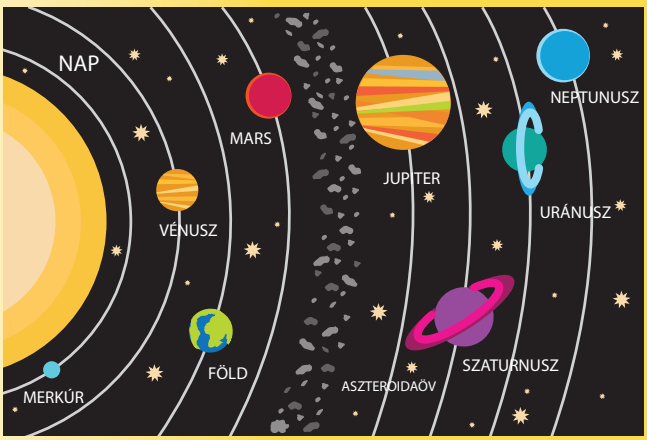


Johannes *Kepler* (1571–1630) a Mars hosszan tartó megfigyelésének adataiból állapította meg, hogy a bolygó nem kör, hanem ellipszis alakú pályán kering, néhol közelebb, néhol távolabb kerülve a Naptól. Ez a megállapítás a többi bolygóra is igaz, azaz **minden bolygó ellipszis alakú pályán kering a Nap körül.**
Szintén ez időben az itáliai Giovanni *Cassini* távcsövével felfedezte, hogy a Szaturnusznak is vannak holdjai. Nevéhez fűződik a Nap–Föld közepes távolságának pontos meghatározása. **A Föld Naptól mért közepes távolsága mintegy 150 millió km**. Ezt a távolságot nevezzük csillagászati egységnek (CsE). Kepler munkája nyomán Cassini pontosan meghatározta a bolygók Naptól mért távolságát. A legtávolabbi megfigyelt bolygó, a Szaturnusz 9,6 CsE, azaz közel 1,4 milliárd km távolságra van a Naptól.

A bolygók és holdak pályán tartását az égitestek között fellépő gravitációs erő okozza. A tömegvonzás, azaz a gravitációs erő törvényét *Newton* alkotta meg a 17. században. Newton számításai igazolták elsőként, hogy a bolygók a Nap körül, illetve a holdak egy bolygó körül ellipszis alakú pályán keringenek. Gravitációs erő bármely két égitest között létrejöhet, az erő nagysága az égitestek tömegétől és a köztük lévő távolságtól függ. Két kisebb bolygó egymástól nagy távolságra csak gyenge kölcsönhatásra képes.

Érdekesség

A 18. század közepén két német csillagász, Johann *Titius* és Johann *Bode* szabályosságot véltek felfedezni a bolygók ellipszispályájának méreteiben. Az egyre távolabb keringő bolygók Naptól mért távolságát egymás után leírva egy szabályosan növekvő számsort kaptak. A sorozatból a Mars és a Jupiter értéke között még egy bolygónak kellett volna következnie az általuk megalkotott szabály szerint, ezért azt feltételezték, hogy a Nap körül további, eddig fel nem fedezett bolygó kering. Hatalmas szenzációt keltett 1781-ben a német származású William *Herschel* (ejtsd: hersel, 1738–1822), aki távcsövével egy új bolygót fedezett fel, amelyet később Uránusznak neveztek el. Az Uránusz hosszan tartó megfigyelése kimutatta, hogy a bolygó mozgása az ellipszispályán nem szabályos, hol siet, hol pedig késik az előre jelzett helyzetéhez képest. Azt gondolták, hogy ezt a zavart egy, a Naptól még távolabbi, eddig ismeretlen bolygó gravitációs hatása okozza. Ezt a bolygót a számításokkal előre meghatározott helyen 1846-ban a német Johann *Galle* fedezte fel óriástávcsövével. A bolygó később a Neptunusz nevet kapta.



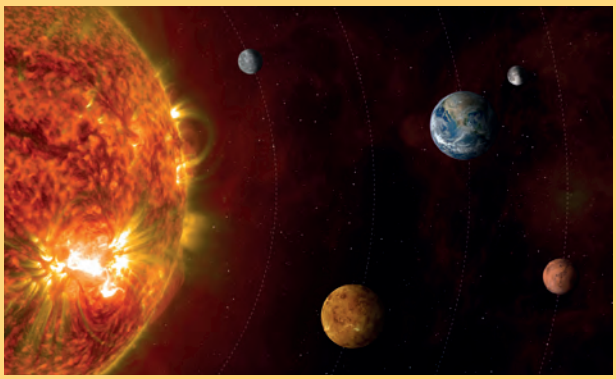
A 8 bolygó közül a Merkúr, a Vénusz, a Föld és a Mars Föld típusú, kőzetbolygó. Óriásbolygó, gázbolygó a Jupiter, a Szaturnusz, az Uránusz és a Neptunusz.

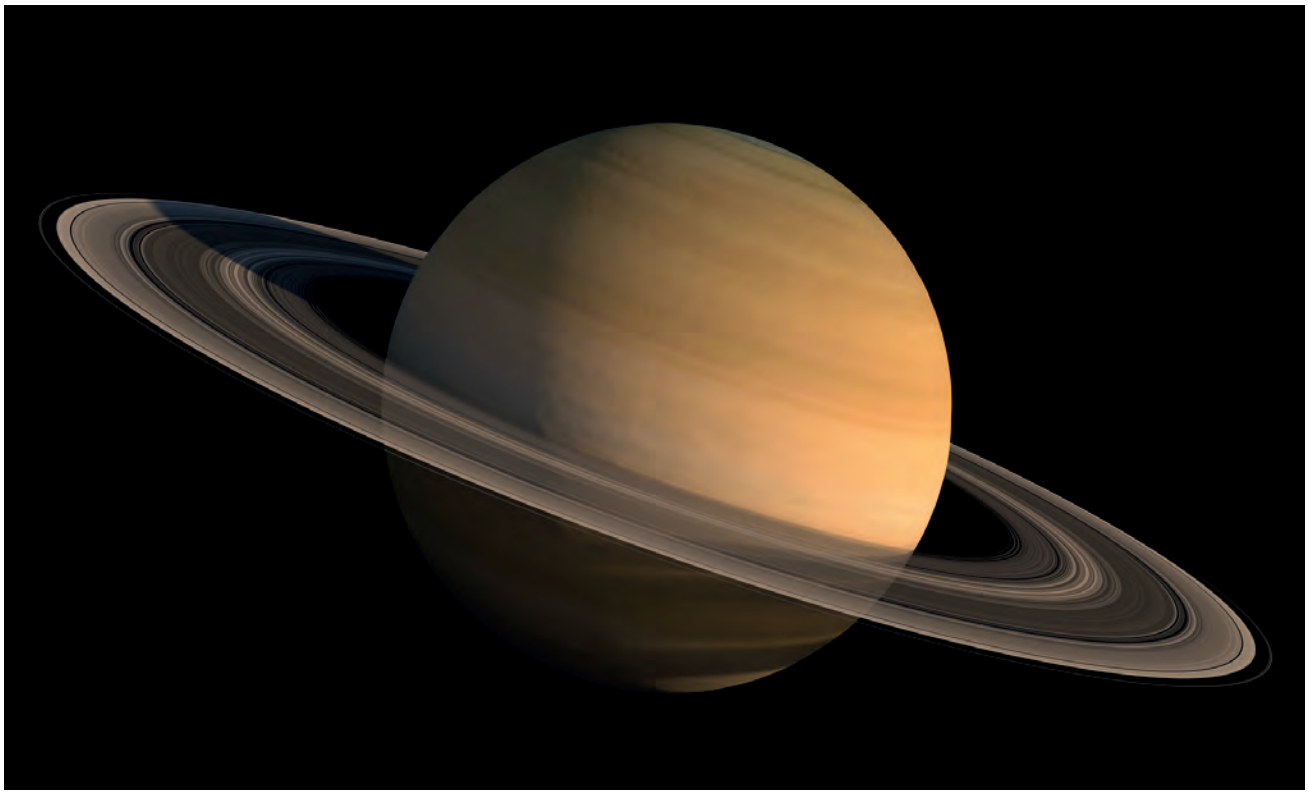
Összefoglalás

A földközéppontú világképben a nyugalomban lévő Föld körül kering hét égitest.
A napközéppontú világkép szerint a bolygók a Nap körül keringenek.
A Naprendszer nyolc bolygója: Merkúr, Vénusz, Föld, Mars, Jupiter, Szaturnusz, Uránusz, Neptunusz.
A Nap–Föld közepes távolság 1 CsE, azaz 150 millió km.

Kérdések, feladatok

1. A Ceres kisbolygó 2,8 CsE távolságra kering a Naptól. Hány km távolságot jelent ez? A Plútó 5,9 milliárd kilométer távolságra kering a Naptól. Hány CsE távolságot jelent ez?
2. A Szaturnusz gyűrűjét Galilei figyelte meg először. Nézz utána, miből áll a gyűrű! Miért látható?
3. A Föld napközelben 0,98 CsE, míg naptávolban 1,02 CsE távolságra van a Naptól. A Mars napközelben 1,38 CsE, naptávolban 1,67 CsE távolságra van a Naptól. Hány kilométerre közelítheti meg a Mars a Földet? Mennyire távolodhat el tőle?





5. AZ ÉGBOLT EGYÉB OBJEKTUMAI

A hullócsillagok nem csillagok

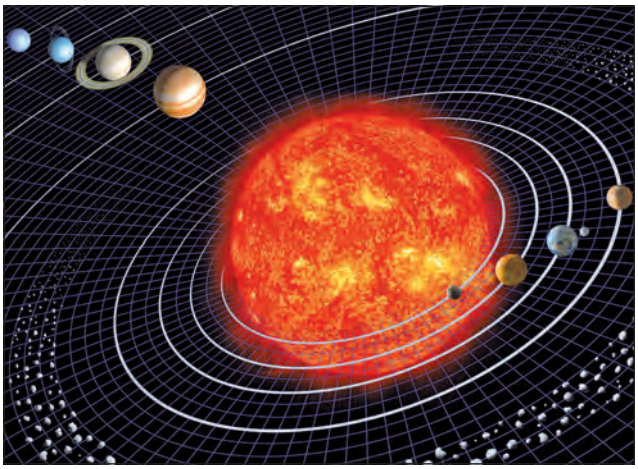


A népnyelv hullócsillagnak nevezi azt a rövid ideig tartó fényjelenséget az éjszakai égbolton, amikor egy „csillagszerű” fénylő pont egy fényvonalat húz. Olyan, mintha egy csillag lehullott volna az égből. Ma már tudjuk, hogy **ez nem hullócsillag, hanem az űrben száguldó meteoroid,** mely belépve a Föld légkörébe felizzik, elég, így ad jelet magáról az égbolton. A meteorrajok sok ezer meteorból állnak, egy-egy éjszakán óránként akár 100 hullócsillagot is megfigyelhetünk. **Ha a meteor nem tud teljesen elégni, akkor maradványa a Földre hullik, és ezt a kőzetet meteoritnak nevezzük.**

Érdekesség

A meteorraj meteoroidjai párhuzamosan közelednek a Föld felé. Amikor a légkörbe érve útjuk láthatóvá válik, mégsem látjuk a fényvonalakat párhuzamosnak, hasonlóan a vasúti sínekhez, melyek mintha egy pontból indulnának. A meteorrajok vonalai is egy pontból látszódnak kiindulni, és aszerint, hogy melyik csillagképben van ez a pont, nevezik el a meteorrajokat is. A két legismertebb meteorraj a Perseidák (Perzeusz), melyet augusztus 12–13-án figyelhetünk meg, és a Leonidák (Oroszlán), mely november 17-e körül látható.

Kisbolygó



A távcsöves megfigyelések a Nap körül keringő egyéb égitestek felfedezéséhez is vezettek. A 19. század legelején fedezték fel, hogy a Mars és a Jupiter pályája közötti területen úgynevezett kisbolygók, aszteroidák keringenek.

A törpebolygók-kisbolygók legtöbbje is gömb alakú. Méretük sokkal kisebb a bolygók méreténél. Ezek a kicsi bolygók is a Nap körül keringenek, és még holdjaik is lehetnek, de azok is kicsik. Egy elmélet szerint a dinoszauruszok kipusztulásának oka egy Föld–kisbolygó ütközés volt.

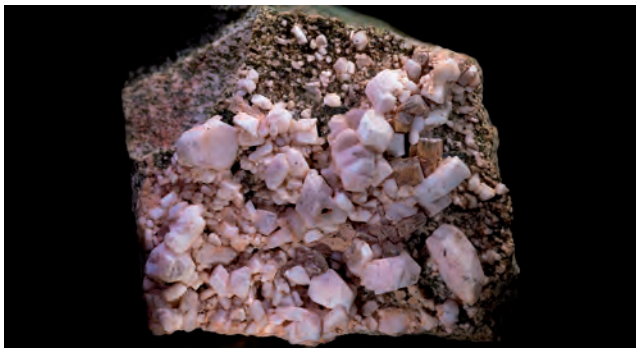
Érdekesség

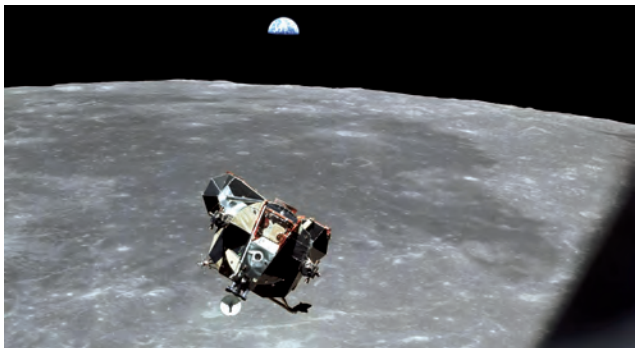
Mára az ismert kisbolygók száma elérte a háromszázezret. Legnagyobb képviselőjük a Ceres, melynek átmérője közel 1000 km. 1930-ban fedezték fel a Neptunuszon túl keringő Plútót, melyet sokáig a kilencedik bolygónak tekintettek. A Plútó pályájának közelében keringő kisebb égitestek felfedezésével 2006-tól a Plútót már nem tekintik bolygónak, a hasonló távolságban keringő társaihoz hasonlóan törpebolygónak nevezzük.

Bolygókutatás

1957-ben – az első műhold fellövésével – kezdetét vette az űrkorszak. Az űreszközök egyik célja a Föld és az égi objektumok vizsgálata. A legközelebbi égitest, a Hold megfigyelésére a Luna űrszondákat küldték. A Luna–3 1959-ben először közvetített képet a Hold túlsó, addig nem látott felszínéről. Később sikerült a Hold felszínére is leszállni. Az áttörő sikert az amerikai Apollo-program hozta, melynek keretében összesen 12 űrhajós jutott el a Holdra, ahol tudományos méréseket végeztek, és több mint 400 kg holdkőzetet hoztak magukkal a Földre. A Hold elérése után szondákat

küldtek a Mars és a Vénusz felszínére. Ezután a Voyager űrszondákat az óriásbolygók kutatására indították el. Több mint harminc éve hibátlanul működnek, képesek vagyunk kapcsolatot tartani velük. A feladatuk elvégzése után a Naprendszer határa felé repülnek tovább. Később megindultak a kutatások a kisbolygók, az üstökösök és a holdak jobb megismerésére.





Üstökösök

Az üstökösök is égitestek, az anyaguk nagy része gázzá alakul akkor, amikor a Naphoz közel kerülnek. Ez a nagyon ritka, elnyúló rész az üstökös csóvája. Edmund *Halley* (1656–1742) volt az a csillagász, aki felismerte, hogy az üstökösök is a Naprendszer tagjai, csak különleges a pályájuk.

A távcső segített annak megállapításában is, hogy az égbolton időnként megjelenő, olykor visszatérő üstökösök a Nap körül elnyúlt ellipszis alakú pályán keringenek. A leghíresebb a **Halley-üstökös**, 76 évente tér vissza, 2061-ben lesz újra látható.



Körülbelül száz évvel ezelőtt úgy gondolták, hogy a világunk a Naprendszerből, valamint az azt körülvevő csillagokból áll. A Naprendszert a Nap, a nyolc bolygó, számos kis- és törpebolygó, valamint üstökösök és meteoroidok alkotják. A távcsövek és más megfigyelési eszközök fejlődésével hamarosan kiderült, hogy a **Naprendszer csak egy parányi része a világegyetemnek.**



Feketelyuk

A világegyetemben az objektumok születnek élnek és valamikor elpusztulnak. A jelenleg létező csillagok is a csillagsors különböző fázisában élnek most.
Egyes csillagokból átalakulásuk során feketelyuk keletkezik. A feketelyuk minden anyagot elnyel, még a fényt is. Tehát a fény sem hagyhatja el a feketelyukat, vagyis azt látni sem lehet.

Összefoglalás

A Nap körül kisbolygók, törpebolygók, üstökösök és meteoroidok keringenek.

Kérdések, feladatok

1. Az interneten nézz utána az üstökösök pályájának! Ezt milyen alakzatnak nevezhetjük?
2. Mikor járt utoljára földközelben a Halley-üstökös?
3. Sorold fel a Naprendszerben ismert objektumok elnevezéseit!

6. AZ ŰRKUTATÁS JELENE ÉS TÁVLATA

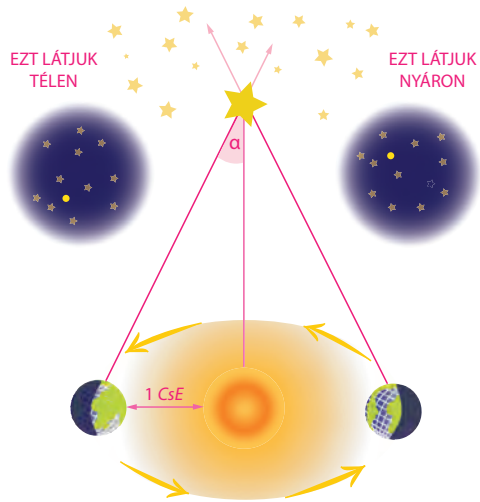


Érdekesség

A Naprendszer kutatásához többféle űreszközt használnak. A műholdak a Föld vagy más égitestek (Nap, bolygók, holdak) körül keringő eszközök. Az űrszondák a Földet elhagyó kutató űreszközök. Az űrhajók olyan űrszondák, melyek embereket szállítanak. Az űrállomásokon az űrhajósok hosszabb ideig tartózkodhatnak. A teherűrhajók az űrállomásra szállítanak utánpótlást az űrhajósoknak. Az üreszközöket hordozórakétákkal lövik fel az űrbe.

Tejútrendszer

Kopernikusz napközéppontú világképét a távcsöves megfigyelések megerősítették, ugyanakkor pontosították is. A csillagászok feltérképezték a bolygók pályáját és Naptól mért távolságukat, meghatározták a Naprendszer méretét. Az akkori elképzelés szerint a Naprendszer peremén a csillagok tartománya húzódik, és ott található a világ pereme. William *Herschel* volt az első, aki a csillagok pontos megfigyeléseiből, matematikai számítások útján megállapította a legfényesebb csillagok távolságát a Naptól. A Naphoz legközelebbi csillag 270 000 CsE távolságra található. A csillagtávolságok megadásához a CsE túl kicsi egység, így a csillagászok ehelyett fényévben adják meg az adatokat. **1 fényév az a távolság, amelyet a fény vákuumban 1 év alatt megtesz.** 1 fényév körülbelül 63 000 CsE.



Érdekesség

A csillagok távolságának meghatározását az alábbi ábra mutatja. A közeli csillagokat télen, illetve fél évvel később, nyáron megfigyelve az égbolton kissé más pozícióban, más szögben látjuk. Mindkét évszakban megmérve ezt a szöget a valósággal megegyező, méretarányos háromszöget szerkeszthetünk. A háromszög magasságát megmérve visszakövetkeztethetünk a csillag távolságára.



Herschel évtizedes számításainak eredményei kirajzolták a csillagok elhelyezkedését. Eszerint a csillagok olyan halmazba rendeződnek, mely leginkább két, egymásra fordított mélytányérra emlékeztet. Az égbolton látott Tejút ennek a „mélytányérnak" a pereme. A Naprendszert körülvevő csillagok halmazát **Tejútrendszernek, más néven galaxisnak vagy galaktikának nevezzük.** Herschel tévesen még úgy gondolta, hogy a Tejútrendszer közepében található a Naprendszer, ma már tudjuk, hogy inkább a peremhez közel helyezkedik el. A 19. században az óriás távcsövekkel egyre több kis méretű, halvány, derengő foltot, úgynevezett ködöt vagy felhőt fedeztek fel a csillagászok. Mintegy száz évvel ezelőtt nagy tudományos vita kerekedett abból, hogy ezek a ködök a Tejútrendszerben vannak, vagy ahhoz tartoznak, vagy éppen ellenkezőleg, a Tejútrendszertől távol találhatók, attól elkülönülnek.

Érdekesség

A Tejútrendszer egy spirálgalaxis. Ez azt jelenti, hogy a milliárdnyi csillag egy közel gömb alakú magba, valamint az abból spirálisan kinyúló karokba rendeződik. Lapos korong alakú, átmérője 100 000 fényév. Spirál alakja is sugallja, hogy központi magja körül forog, így a **Naprendszer is kering a középpont körül.** A Tejútrendszer alakjának, szerkezetének és mozgásának meghatározását az nehezíti, hogy csak belülről tudjuk megfigyelni és vizsgálni.

Galaxisok



A csillagködökről rendezett tudományos vita idején egy amerikai csillagász, Edwin *Hubble* (ejtsd: habl, 1889–1953) az Androméda-ködöt tanulmányozva több felfedezést is tett. A köd számtalan távoli csillag halmaza, melyeknek távolsága mintegy 2,5 millió fényév. A csillagok a Tejútrendszertől elkülönülten, a Galaxison kívül találhatók, egy új, spirális galaxist alkotnak, melynek ezután Androméda-galaxis lett a neve. Hubble ezután számos ködöt megvizsgált, és sikerült többről igazolnia, hogy távoli galaxisok. Hubble a galaxisokat vizsgálva kimutatta, hogy ezek egymástól folyamatosan távolodó objektumok. Megalkotta a **táguló világegyetem** elméletét.

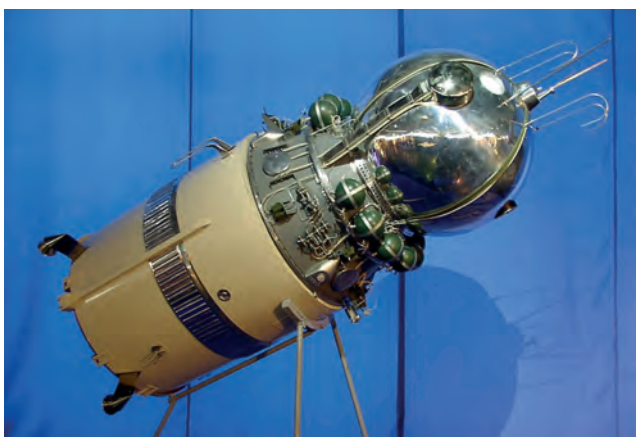
A világegyetemet ma már a földi óriásteleszkópok mellett az űrbe telepített távcsövek is vizsgálják. A Hubble-ról elnevezett űrtávcső 1990 óta küld gyönyörű képeket és hasznos információkat a Tejútrendszerről és a Galaxison túli objektumokról. A Herschel-űrtávcső 2009–2013 között még tökéletesebb képeket rögzített. Az űrtávcsövek sokkal jobb minőségű, részletesebb képet tudnak alkotni az égi objektumokról, hiszen képalkotásukat nem zavarja a Föld légköre.

Érdekesség

A táguló világegyetem elméletén alapul a világegyetem keletkezésének tudományos elmélete. Az **ősrobbanás,** más néven „Nagy Bumm”-elmélet szerint mintegy 13,7 milliárd évvel ezelőtt a világegyetem egy nagyon sűrű, nagyon forró és nagyon kis méretű állapotból fejlődött ki. Tágulása során mérete rohamosan nőtt, miközben hőmérséklete és sűrűsége fokozatosan csökkent. Ebből az állapotból alakultak ki a csillagok, galaxisok és a világegyetem valamennyi objektuma.

Űrkutatás

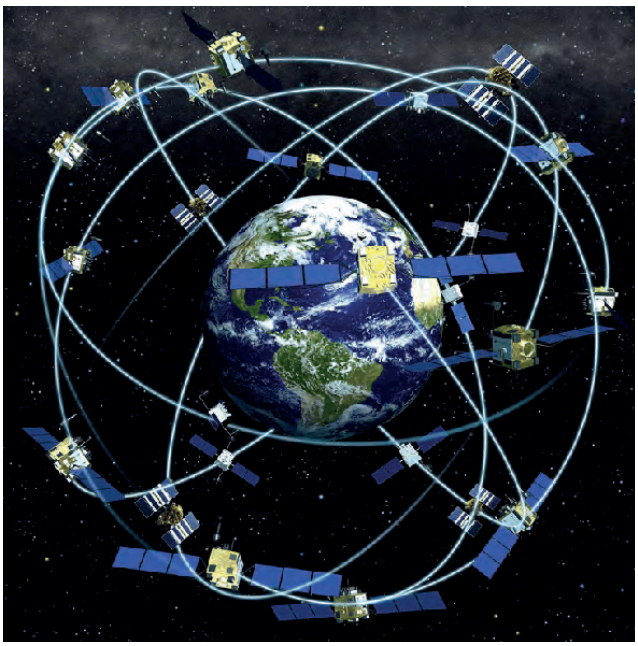
Ma már mindenki néz műholdas tévéadást, de mi az a műhold? A műhold a Föld körül keringő mesterséges objektum. Energiájukat a napelemek segítségével állítják elő. A legelső műhold a Szputnyik–1 volt 1957-ben. **Az első ember az űrben Jurij Gagarin** szovjet űrhajós volt 1961-ben, a *Vosztok–1* űrhajóval 108 perc alatt egyszer megkerülte a Földet. Ezután a Hold meghódítása következett. 1969-ben Neil Armstrong és Edwin Aldrin leszállt a Holdra, az *Apollo–11* holdkomppal.





Magyar űrhajós (Farkas Bertalan) 1980-ban járt az űrben a *Szaljut–6* fedélzetén. Az 1986-ban felbocsátott MIR-űrállomás hosszú időn keresztül fogadta az űrhajósokat, akik több hónapig végeztek megfigyeléseket és kísérleteket az űrben. Ebben az időszakban a Mars-kutatás, a víz valamilyen formában való előfordulása és az élet lehetősége állt a vizsgálatok középpontjában. 1998-ban kezdték építeni modulokból a Nemzetközi Űrállomást, amely az országok összefogását mutatja, és méretre is a legnagyobb űrbe telepített objektum. 2000-ben tudott először embert fogadni. Azóta folyamatosan 2–6 űrhajós tud ott megfigyeléseket, kutatásokat és kísérleteket végezni.

A GPS-rendszer 24 olyan műholdat működtet, amiből 4-et egyszerre kell látni a földi vezérlőrendszernek, hogy a vevőkészülék pontos adatot szolgáltasson. 2021 szeptemberében egy űrszonda elérte a Marsot, és kőzetmintát fog onnét a Földre hozni. Az űrkutatás során fejlesztett eszközök közül már most sokat használunk a földi életben, és reméljük, hogy még több kutatási eredmény gyakorlati hasznosítására sor kerül. Ilyen például a gombok és cipzárak helyett használt tépőzár, illetve a tűzoltók új védőruházata is az űrhajósok szkafanderének ismeretében készült.



Az ember hosszú távú űrrepülése szempontjából először fel kell térképezni, hogy a Holdon vagy valamelyik bolygón űrállomás létesíthető-e. Meg kell vizsgálni, hogy egy ilyen bázis létrehozásának mi a feltétele, milyen ráfordítással valósítható meg. Az űrszondák azt is vizsgálják, hogy a földre hozott kőzetek milyen érceket tartalmaznak.

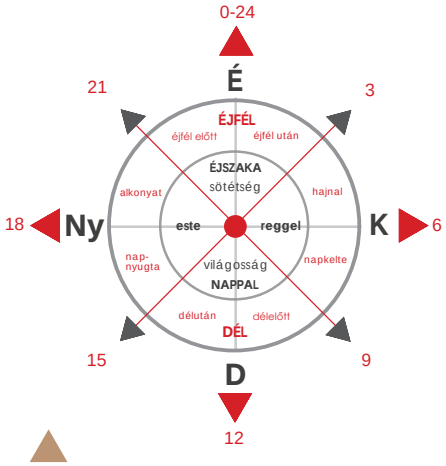
Összefoglalás

A természettudósok a 17. századtól a 20. század első feléig távcsővel figyelték az eget. Csillagok, bolygók fényességét, mozgását jegyezték le. Csillagvizsgálókban ma is nagy teljesítményű teleszkópok vannak.
A kutatók ma már űrszondákat is használnak a bolygókutatáshoz.

Kérdések, feladatok

1. Az interneten nézz utána, most milyen űrszonda repül valamelyik távoli bolygó felé!
2. Nézz utána az interneten, hogy eddig – a Földön kívülről – honnét került kőzet a Földre!
3. Készíts kiselőadást *Magyarok az űrkutatásban* címmel!

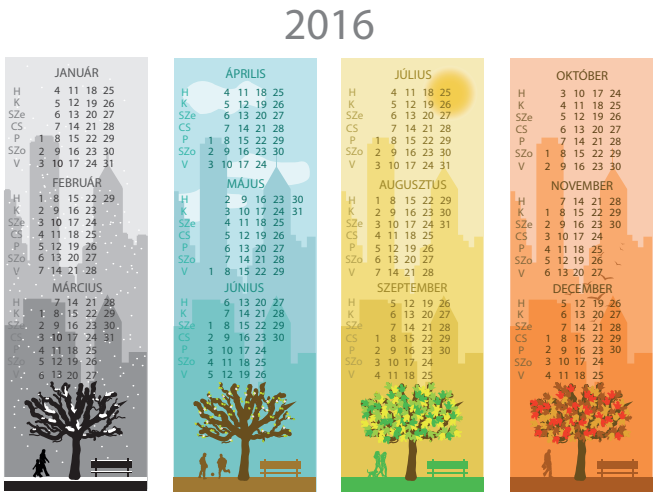
6. ÖSSZEFOGLALÁS



A Nap által kijelölt négy égtáj: észak, kelet, dél, nyugat.
A Nap égi mozgása adja a napok és az évek ritmusát.

A Nap évi útján az állatövi csillagképeken halad keresztül.

A Nap és a Hold égi mozgásai adják a naptárak alapját.



A Hold fázisai körülbelül 29 napos ciklust mutatnak.

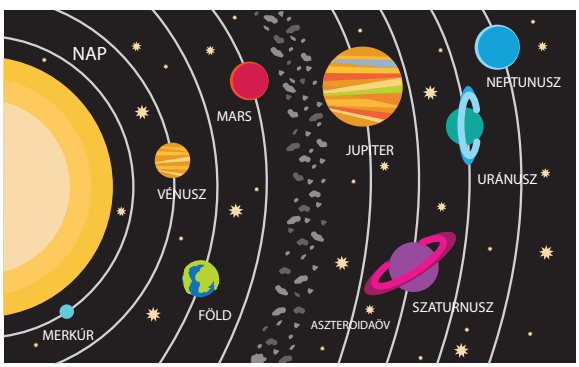


Az égbolton látható elsődleges fényforrású égitestek a csillagok.
Az állócsillagok egymáshoz képest nem mozdulnak el, és a Sarkcsillag körül látszanak körbehaladni. Az állócsillagokat csillagképekbe rendezzük.

A körülöttünk lévő csillagok alkotják a Tejútrendszert.
1 fényév az a távolság, amit a fény vákuumban 1 év alatt megtesz.
A Tejútrendszeren túli csillaghalmazokat galaxisoknak nevezzük.

A hullócsillagok valójában a földi légkörben felizzó meteorok.

A Naprendszer nyolc bolygója:
Merkúr,
Vénusz,
Föld,
Mars,
Jupiter,
Szaturnusz,
Uránusz,
Neptunusz.



A kutatók ma már űrszondákat használnak a bolygókutatáshoz.
A Naprendszer bolygóinak felszíne változatos formákat mutat. A legtöbb légkörrel is rendelkezik.

A Nap–Föld közepes távolság 1 CsE, azaz 150 millió km.
A Nap körül kisbolygók, törpebolygók, üstökösök és meteoroidok keringenek.

ÁBRAJEGYZÉK

(Rövidítések: a – alsó, b – bal, f – felső, j – jobb, k – közép)

Fotók

Shutterstock, ebből szerkesztői: 33 (PaulSat); 40/bf (BalkansCat); 45/a (Sundry Photography); 49/bf (Yauhen_D); 53/j (Hans Christiansson), ja (katatonia82); 59/j (EvrenKalinbacak); 66/k (Michele Morrone); 69/ba (marilyn barbone), j (Kev Gregory); 71/a (ph.FAB); 78/ja (Nikola Obradovi); 96/ja (lara-sh); 105/j (dvoevnore); 119/bkf (Giuliano Del Moretto); 121/f (Usacheva Ekaterina); 154/bf (Adriana Iacob); 157/a (Ververidis Vasilis); 170/ja (travelview); 175/bf (daykung); 199/ak (Bjoern Wylezich); 205/j (Attila Fodemesi)

Agóra Tudományos Élményközpont: 67/ba

Cultiris: 23/j (Victor de Schwanberg / Science Photo Library); 57/k (Interfoto / Sammlung Rauch); 87/jf (Solvin Zankl/naturepl.com); 102/ja (Eye of Science / Science Photo Library); 171/jf (Science Photo Library); 174/jf (Science Photo Library); 185/k (Magyar Tudománytörténeti Intézet); 217/ba (Bridgeman Art Library)

Dégen Csaba: 91/bf, b

ESO (CC BY 4.0): 214/jf; 222/a

Fehér Angéla: 121/b, bk, k, jk; 131; 133/b; 136/ba; 149/j; 197/f

Flickr: 27/a (Tõnu Mauring / CC BY 2.0); 31/f (Leo-setä / CC BY-SA 2.0); 66/j (kevint3141 / CC BY 2.0); 73/jf (OregonDOT / CC BY 2.0); 81/f (baldeagleblufff / CC BY-SA 2.0); 119/fjk (Terry Wha / CC BY 2.0.); 157/bf (zeevveez / CC BY 2.0); 181/jf (kcdsTM / CC BY 2.0); 189/b (foolonhill77 / CC BY 2.0); 192/jf (Alan Farrow / CC0); 203/jf (National Museum of Health and Medicine / CC BY 2.0); 205/bf (Lisa Padilla / CC BY 2.0)

ifj. Zátonyi Sándor: 49/jf; 52/bf; 116/ja; 126/j; 136/ja; 149/bf; 161/bf; 163/ja; 187/j; 214/ba

iStock: 39/bk; 43/j; 51/jf; 176/bf

Kartaly István: 151/ja

Library of Congress: 12/f

Magyar Nemzeti Múzeum: 66/jf

Marczisné Regős Gabriella: 134/bf; 199/jf

Medgyes Sándorné: 13/f; 76/ba; 82/j; 85/a; 108/j; 137/jf

MTI Fotó: 59/bf (Beliczay László); 69/jf (Gál László); 95/jf (Kovács Attila); 104/a (Máthé Zoltán)

Natalie B. Fobes: 110/ba

NASA: 4/jf; 11; 51/b; 212/ja; 217/f; 220/a; 221/ba; 222/f; 223/ja

NFI Filmarchívum: 47/ja

NOAA: 96/a; 185/bf; 224

Orosz Adél: 17/bk; 50/k

Pixabay: 4/bf, fjk, j; 9/b; 10; 12/a; 16/ba; 17/jf, bf, jk; 20; 21/f; 23/ja; 24/j; 25; 26/b, jf; 27/f; 28/b, j, ja; 29; 32; 37/jf; 39/b, jk, j; 40/ba; 45/f; 48/ba, ja; 52/a; 62/jf; 76/ja; 77/jf; 80/bk, k, jk, j; 82/ja; 84/b; 85/b; 86/ba, k, ja; 88/j; 89/b; 92/b, ba; 94/bf; 99/jf, j, ak; 100; 103/bf, jf, ba, ja; 111/ba; 112; 115/bf, b, a; 116/jf; 119/ja; 132; 135/bk; 137/bf; 138/a; 141; 149/ba; 152/ba, ka, ja; 153/bf, k; 154/b; 157/fk; 158/j; 159; 169/jf; 173/bf, jf; 174/b, ja; 177/jf; 178/bf, j, ja; 180/j; 184/jf; 186; 187/jf; 196/bf, b, bk, bka, jka; 203/ba, j, ja; 209; 211; 213

Public Health Image Library: 30/bf

Rudolf Tamásné: 77/ja

Sánta Balázs: 30/jf; 41/j; 44/ja; 54k; 56a; 60; 69/a; 72/jf; 81/a; 86/bf; 88b; 94/j; 97/a; 101/jf; 104/bf; 107/b; 118/ja; 123; 137/ja; 138/f; 139/jf; 148; 155/j, a; 158/jf; 164/jf; 173/b, ba; 176/ja; 177/j; 183/f

Sztanó Péterné: 83/a

Thinkstock: 196/jf

Tonga Geological Services: 194/jf

U. S. Air Force: 28/ba; 182

U. S. Army: 62/b

Wellcome Collection: 22/jf (CC0); 42/bf (CC0); 91/ja (CC0); 97/j (CC0); 98/jf (CC0); 118/b (CC0); 137/j (CC BY 4.0); 145/j (CC0)

Wikimedia: 4/fbk (Erik van Leeuwen); 6/bf (Greg L / CC BY-SA 3.0), jf (CC0); 8/a (Gerard Prins / CC BY-SA 3.0); 9/j (Poussin jean / CC BY-SA 3.0); 13/a (Vincent Quach / CC BY-SA 3.0); 14/f (Joolz / CC BY-SA 2.0); 16/bf (CC0); 17/b (dr. Báder Imre / CC BY-SA 3.0); 22/k (CC0); 23/jf (C. Tucker Beckett / CC0), b (Pujanak/CC0), k (Wayne National Forest / CC BY 2.0); 26/j (Takeaway / CC BY-SA 4.0); 30/j (Bidgee / CC BY-SA 3.0 AU), ja (Hustvedt / CC BY-SA 3.0); 37/j (CC0); 41/ba (Dan Smith / CC BY-SA 2.0); 42/ba (Rob Qld / CC BY 2.0); 50/jf (Flominator / CC BY-SA 3.0); 64/j (Christopher Michel / CC BY 2.0); 66/bf (Zairon / CC BY-SA 4.0), ja (Domokos/CC0); 70/jk (Luigi Chiesa / CC BY-SA 3.0); 74/a (César Rincón / CC BY-SA 3.0); 78/bf (CrazyD / CC BY-SA 3.0); 79 (Ansgar Walk / CC BY-SA 3.0); 82/jf (Rosser1954/CC0); 87/ja (Sergey Kustov / CC BY-SA 3.0); 89/jf (CC0); 93/f (DickDaniels / CC BY-SA 3.0); 95/ba (ladarozan / CC BY-SA 3.0); 96/jf (V.Mariann / CC BY-SA 3.0); 97/jf (Gaspar Schott / CC0); 99/ba (Jonathan Lamb / CC0), ja (Joe Mabel / CC BY-SA 3.0); 100/bf (Chmee2 / CC BY 3.0), b (Nyar94 / CC BY-SA 3.0); 104/jf (Pete / CC BY-SA 3.0); 105/ba (CC0); 108/a (Hannes Grobe / CC BY 3.0); 115/jf (Iantresman / CC BY 2.5); 121/ja (Lead holder / CC BY-SA 3.0); 122/b (Shaddack/CC0), ba (CC0); 125/bf (CC0); 133/j (Binarysequence / CC BY-SA 3.0); 134/a (Yury Masloboev / Yury Petrovich Masloboev / CC BY-SA 3.0); 135/jf (Owain.davies / CC BY 3.0), jk (Thuglas/CC0), j (Steven Fruitsmaak / CC BY 3.0); 139/j (CC0); 149/jf (Zolika76/CC0); 158/ja (Ericd / CC BY-SA 3.0); 161/j (Ltshears / CC BY-SA 3.0); 164/ba (Yug/CC0), ja (Martin Möller / CC BY-SA 2.0 DE); 176/k (Kjethdubns/CC0); 177/bf (Galilea / CC BY-SA 3.0); 178/f (Andrew Dunn / CC BY-SA 2.0); 179/b (Stethoscopes / CC BY-SA 3.0); 180/ba (Várkonyi Tibor / CC0), jf (AndrewKepert / CC BY-SA 3.0); 183/bf (Mtorrite / CC BY-SA 3.0); 185/ba (Ivanhoe / CC BY-SA 3.0); 196/ba (Barna Rovács / CC BY-SA 4.0); 220/f (Brocken Inaglory / CC BY-SA 3.0); 221/bf (Didier Descouens / CC BY-SA 3.0); 223/ba (HPH / CC BY-SA 3.0)

Grafikák

Nagy Zsófia

BKK: 40/jf

Casper Flight Tracking: 206

OpenStreetMap (CC BY-SA 2.0): 33ja; 36

Our World in Data (CC BY 4.0): 195

Shutterstock: 99/bf; 100/ja; 137/ba; 143/ja; 208; 210a; 211; 216

Wikimedia: 14/a (MrMingsz/CC0); 70/ba (Szőcs Tamás / CC BY-SA 3.0); 83 (TUBS / CC BY-SA 3.0); 87/bf (Vardion / CC-BY-SA-2.5); 104/fk (NordNordWest / CC BY-SA 3.0); 105/ak (Kmusser / TUBS CC BY-SA 3.0); 134 (Rama / CC BY-SA 3.0 FR); 150 (Jklamo/CC0); 210/f (KäyttäjäKompak / CC BY-SA 2.5); 212/f (Orion 8 / CC BY-SA 3.0); 215/ja (Alain r / CC BY-SA 3.0)

TARTALOMJEGYZÉK

I. BEVEZETÉS A FIZIKÁBA

1. A mérés 4
2. A tömeg mérése, a sűrűség 9
3. Az idő mérése 12
4. A hőmérséklet mérése 16
5. Összefoglalás 19

II. AZ ENERGIA

1. Az energia 20
2. Energiaforrások 23
3. Energiaigények 26
4. Az energiafogyasztás környezeti hatásai 30
5. Összefoglalás 32

III. MOZGÁS

1. A testek mozgásának jellemzése 33
2. Az egyenese vonalú egyenletes mozgás 37
3. Az egyenletesen változó mozgások 40
4. Az erő 43
5. Néhány erőfajta 46
6. Az erő sebességváltoztató hatása 49
7. Összefoglalás 52

IV. LENDÜLET

1. Ütközés utáni alakváltozás vizsgálata 53
2. Newton III. törvénye 56
3. A lendület és a lendület megmaradása 59
4. Körmozgás, forgómozgás 62
5. Ingamozgás és egyensúlyi helyzetek 65
6. A munkavégzés és az egyszerű gépek 68
7. Egyszerű gépek a mindennapi életben 71
8. Összefoglalás 75

V. VÍZ ÉS LEVEGŐ

1. Hőterjedés és hőtágulás 76
2. Olvadás, fagyás 80
3. Párolgás, forrás, lecsapódás 84
4. Termikus kölcsönhatás 88
5. A nyomás 91
6. A hidrosztatikai nyomás 94
7. A légnyomás 97
8. Közlekedőedények, hajszálcsövesség 101
9. Arkhimédész törvénye 104
10. Úszás, lebegés, merülés 107
11. Összefoglalás 111

VI. ELEKTROMOSSÁG

1. Elektrosztatikai jelenségek 113
2. Az elektromos áram 117
3. Áramkörök, feszültség 121
4. Ellenállás, Ohm törvénye 124
5. Soros és párhuzamos kapcsolás 127
6. Az áram hatásai 131
7. Állandó mágnesek 136
8. Az elektromos munka és teljesítmény 141
9. Váltakozó feszültség, transzformátor 145
10. Összefoglalás 151

VII. VILÁGÍTÁS, FÉNY

1. A fény 152
2. A fény visszaverődése, síktükör 155
3. Gömbtükör 157
4. Fénytörés 160
5. Prizmák, lencsék 163
6. A látás 166
7. Optikai eszközök 169
8. Összefoglalás 172

VIII. HULLÁMOK

1. Hullámok a természetben 173
2. A hangkeltés 176
3. Hallás, a fül 179
4. A hang terjedése 181
5. A magas és mély hangok 183
6. Fényhullámok 186
7. Összefoglalás 190

IX. KÖRNYEZETÜNK GLOBÁLIS PROBLÉMÁI

1. Ami éltet és véd – a Föld légköre 191
2. Meddig bírjuk energiával? 195
3. Energiatakarékosság a háztartásban 199
4. Környezetünk globális problémái 203
5. Összefoglalás 207

X. ÉGI JELENSÉGEK

1. Éltető csillagunk, a Nap 208
2. Állandó kísérőnk, a Hold 211
3. Az égbolt gyöngyszemei, a csillagok 214
4. Bolyongó égitestek, a bolygók 217
5. Az égbolt egyéb objektumai 220
6. Az űrkutatás jelene és távlata 222
7. Összefoglalás 225

Kép- és forrásjegyzék 226