OKTATÁSI HIVATAL

ÚJGENERÁCIÓS tankönyv

7



Fizika

hang

energia

hőmérséklet

légnyomás

kölcsönhatás

mozgás

fénytörés

erő

hidrosztatika

merülés



FIZIKA 7.

ESZTERHÁZY KÁROLY EGYETEM
OKTATÁSKUTATÓ ÉS FEJLESZTŐ INTÉZET

A kiadvány 2017. 05. 22-től tankönyvvé nyilvánítási engedélyt kapott a TKV/2292–14/2017. számú határozattal.

A tankönyv megfelel az 51/2012. (XII. 21.) EMMI-rendelet 2. sz. melléklete: Kerettanterv az általános iskolák 7–8. évfolyama számára 2.2.09.1 Fizika A megnevezésű kerettanterv előírásainak.

A tankönyvvé nyilvánítási eljárásban közreműködő szakértők: dr. Zsúdel László, Varga István

Tananyagfejlesztők: Dégen Csaba, Kartaly István, Sztanó Péterné, Urbán János
Alkotószerkesztő: Urbán János
Vezetőszerkesztő: Tóthné Szalontay Anna
Tudományos szakmai szakértő: dr. Fülöp Ferenc
Pedagógiai szakértő: Gulyás János
Olvasószerkesztő: Gilányi Magdolna
Fedélterv: Orosz Adél
Látvány- és tipográfiai terv: Jarecsni Zoltán, Orosz Adél
Illusztráció: Nagy Zsófia, Megyeri Katalin
Fotók: Cultiris, 123RF, Wikipedia, Pixabay, Archív és a projekt keretében készült fotók

A tankönyv szerkesztői ezúton is köszönetet mondanak mindazoknak a tudós és tanár szerzőknek, akik az elmúlt évtizedek során olyan módszertani kultúrát teremtettek, amely a kísérleti tankönyvek készítőinek is ösztönzést és példát adott. Ugyancsak köszönetet mondunk azoknak az íróknak, költőknek, képzőművészeknek, akiknek alkotásai tankönyveinket gazdagítják. Köszönjük Medgyes Sándorné szakmai segítségét.

© Eszterházy Károly Egyetem, 2017

ISBN 978-963-436-072-8

Eszterházy Károly Egyetem • 3300 Eger, Eszterházy tér 1.
Tel.: (+36-1) 460-1873 • Fax: (+36-1) 460-1822 • Vevőszolgálat: vevoszolgalat@ofi.hu

Kiadásért felel: dr. Liptai Kálmán rektor
Raktári szám: FI-505040701/1
Műszakiiroda-vezető: Horváth Zoltán Ákos
Műszaki szerkesztő: Marczisné Regős Gabriella, Orosz Adél
Grafikai szerkesztő: dr. Medgyes Tamás, Molnár Loránd
Nyomdai előkészítés: Jarecsni Gabriella, Jarecsni Zoltán, Gados László
Terjedelem: 16,48 (A/5) ív, tömeg: 326,81 gramm • 1. kiadás, 2018

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

Nyomta és kötötte az Alföldi Nyomda Zrt., Debrecen
Felelős vezető: György Géza vezérigazgató
A nyomdai megrendelés törzsszáma:

magyar nyomdatermék
NYOMDA- ÉS PAPÍRIPARI SZÖVETSÉG

SZÉCHENYI 2020
MAGYARORSZÁG KORMÁNYA
Európai Unió
Európai Szociális Alap
BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Üdvözlünk a 7. osztályban.

A fizika új tantárgy az órarendedben. Szeretnénk érdekessé és könnyen elsajátíthatóvá tenni számodra a tananyagot. Több dolgot hívtunk ehhez segítségül.


II. Hőmérséklet, halmazállapot

3. OLVADÁS, FAGYÁS

1. Kísérlet

2. Kísérlet

18

A kísérleteket zöld színnel jeleztük. Mellette a grafikák a kísérletek jelenségeit mutatják meg.


V. Az energia

6. ÖSSZEFOGLALÁS

ENERGIA

83

Minden lecke végén találsz egy összefoglalást a legfontosabb emlékeztetőkkel.

A könnyebb érthetőség kedvéért, képekkel és rajzokkal igyekszünk szemléltetni a fogalmakat.

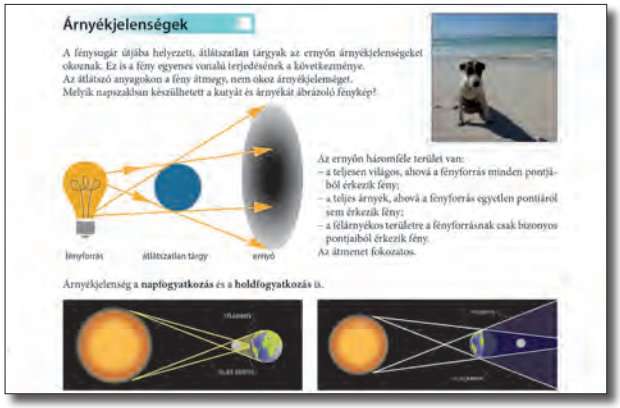

2. GÖMBTÜKRÖK

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 karácsonyfadísz külső felülete tükrözi: domború gömbtükör.

A KRESZ-tükör egy gömb szelete, amelynek domború oldala tükröző.

A kozmetikai tükör homorú.


Árnyékjelenségek

A fényforrás 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. Melyik napszakban készülhetett a kutyát és árnyékát ábrázoló fénykép?

Az ernyőn háromféle terület van:
– a teljesen világos, ahová a fényforrás minden pontjából érkezik fény;
– a teljes árnyék, ahová a fényforrás egyetlen pontjáról sem érkezik fény;
– a félárnyékos területre a fényforrásnak csak bizonyos pontjaiból érkezik fény.
Az átmenet fokozatos.

fényforrás átlátszatlan tárgy ernyő

Árnyékjelenség a napfogyatkozás és a holdfogyatkozás is.


IV. A fény

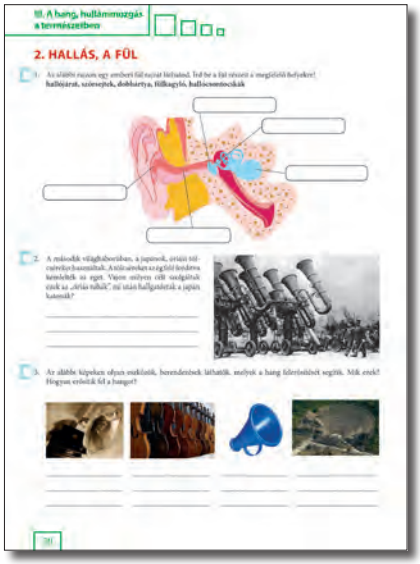
1. A FÉNY TERJEDÉSE ÉS VISSZAVERŐDÉSE

Fényforrások

A fény terjedése

1. Kísérlet

Bízunk benne, hogy a fotók megmutatják neked, hogy a fizika része a mindennapjainknak.


III. A hang, hullámmozgás a természetben

2. HALLÁS, A FÜL

hallójárat, szőrsejtek, dobhártya, fülkagyló, hallócsontocskák

A tananyag feldolgozását a könyvhöz tartozó munkafüzet is segíti.

JÓ TANULÁST ÉS KELLEMES 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.

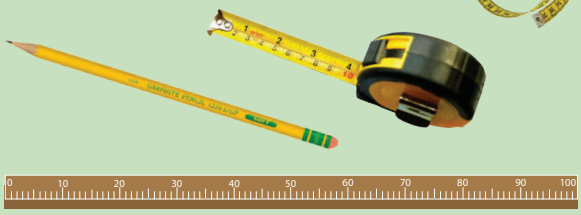
Hosszúságmérés

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!





Mértékegység

A mérés eredményét 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.

számérték

Mennyiség: $m = 42$ kg

mértékegység

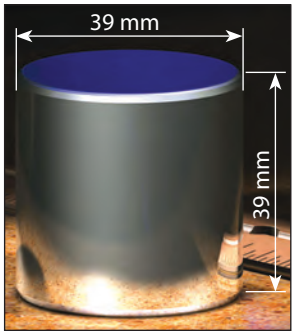
számérték

Mennyiség: $l = 17$ m

mértékegység

Jó, ha tudod

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.





Az őskilogramm platina-irídium ötvözetből készült

Jó, ha tudod

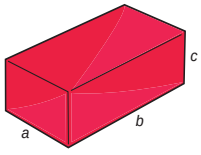
Néhány országban (Amerikai Egyesült Államok, Ausztrália) még ma is használatban van sok régi mértékegység. Például az útjelző táblák mérföldben (mile) mutatják a városok távolságát; a műszaki gyakorlatban használatos mértékegység a hüvelyk (inch): a csavarmenet, a csavarhúzó, a cső átmérőjét ezekben 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?



SI-rendszer

Napjainkban a Nemzetközi Mértékegységrendszer, mértékegységeit használjuk. Ezt a rendszert, francia elnevezésének 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.)

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 térfogatmértékegység.
1 cm^3 = 1 ml,
1 dm^3 = 1 liter.

Kérdések, feladatok

1. Keresd ki az interneten, a Magyar Néprajzi Lexikonból, 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 orvosságosüvegről 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. Ezzel gyakorlatilag megegyezik 1 dm³ 4 °C hőmérsékletű víz tömege. 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.



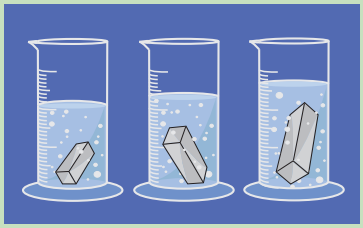




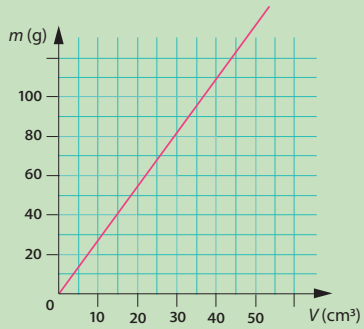
A sűrűség

1. kísérlet

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



Alumínium hasáb	Legkisebb	Közepes	Legnagyobb
Tömeg	27 g	54 g	81 g
Térfogat	10 cm³	20 cm³	30 cm³



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.

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

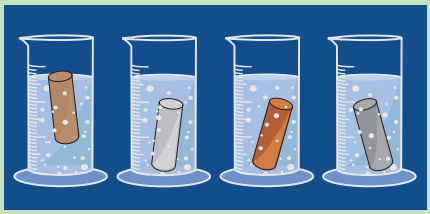
$$\frac{m_2}{V_2} = \frac{54\ \text{g}}{20\ \text{cm}^3} = 2{,}7\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$$

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

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 cm³ 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: A különböző anyagú és azonos térfogatú testek tömege különböző. A táblázat negyedik sorába a hengeres testek tömegének és térfogatának hányadosát írtuk be. Ez a hányados jellemző a fenti anyagokra: a fára, az alumíniumra, a rézre és a vasra.

A test tömegének és a térfogatának hányadosa jellemző az anyagra, az így meghatározott fizikai mennyiséget sűrűségnek nevezzük. A sűrűség jele ϱ (a görög ró betű).
Egy anyag sűrűségét úgy kell kiszámítani, hogy a test tömegét elosztjuk a test térfogatával.

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

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).

Jó, ha tudod

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 $\frac{g}{cm^3}$.

Példa

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



$m = 72\ g$
$V = 30\ cm^3$

$$\varrho = \frac{m}{V} = \frac{72\ g}{30\ cm^3} =$$

$$= 2{,}4\ \frac{g}{cm^3}$$

A kavics sűrűsége tehát 2,4 $\frac{g}{cm^3}$.

Átlagsűrűség:



Ennek a kalapácsnak a feje vasból, a nyele fából készül. 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?



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).

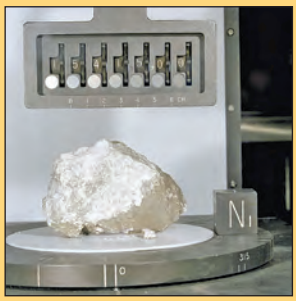
$$\text{Sűrűség} = \frac{\text{test tömege } (m)}{\text{test térfogata } (V)} \qquad \varrho = \frac{m}{V}$$

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 anyag neve	$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	**Folyadék, gáz anyag 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!

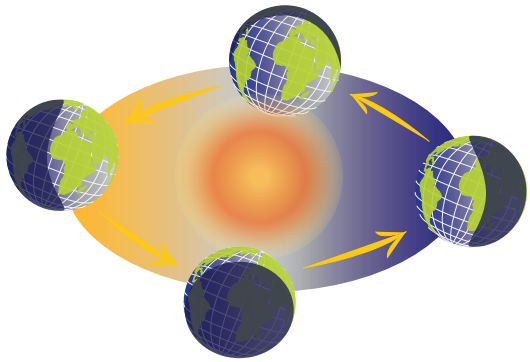
Az anyag neve	Tömeg (kg)	Térfogat (m^3)	Sűrűség $\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$
Üveg		10	
Víz	3000		
Tölgyfa		6	
Acél	78		
Jég	450		

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 „meddig?” 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 legközvetlenebbül a periodikus csillagászati ciklusok jelzik. 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.

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) mozgás 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.

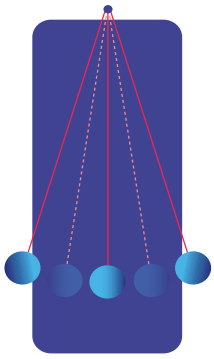


A homokóra most is használatos, általában 3, 4 vagy 5 perc kimérésére alkalmas. Ha egyszerre indul három ilyen homokórában a homok lepergése, hány perc múlva lesznek ismét azonos helyzetben?



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).

Kísérlet

Készíts egyméteres fonálingát, vagyis 1 m hosszú fonál végére rögzíts egy kisméretű, 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 fél lengésidőt! Hasonlítsd össze az így megmért fél lengésidőt 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 inga szerepét a hajszálrugó és a hozzá kapcsolódó billegőkerék játssza.
– A stopperóra a másodperc századrészét is képes mérni és mutatni nagy pontossággal. Legygyakrabban testnevelő tanárok, edzők és sportolók használják.
– Kvarcóra: az inga lengését egy apró kvarckristály rezgései helyettesítik.
– Atomóra: működése az atom rezgésein alapul.



Jó, ha tudod

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



A telefon, az elektromos tűzhely vagy más, otthoni berendezés órája a pontos időt mutatja. Ezek az órák beállításuk után maguk mérik a pontos időt.
De 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.

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 attól is, hogy mennyire pontosan olvastuk le. A képen látható óráról például az idő csak percnyi pontossággal állapítható meg. Ezért a mérés hibája 1 perc.

Kérdések, feladatok

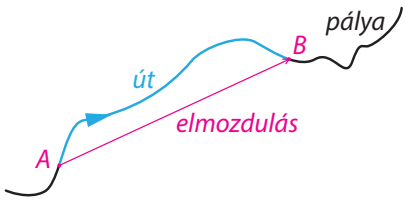
1. Keress más lehetséges időmérő eljárást!
2. Tervezz vízórát a füzetedbe!
3. Számold a pulzusodat 1 percen keresztül! Ismételd meg egy kis tornagyakorlat után is! Miért nem alkalmas a pulzus megfigyelése időmérésre?
4. Becsüld meg az egypercnyi idő hosszát úgy, hogy csendben vagy, és egy perc múlva 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 fél lengésideje 1 másodperc. Készíts fonálingát 50 cm és 25 cm hosszúságú fonállal! Mérd meg 10 lengés idejét, hasonlítsd össze az értékeket! Melyik ingát hogyan neveznéd el?

1. 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 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 mozgásról beszélünk. **Az út jele *s*, mértékegysége méter (m).**



Kísérlet

Gurítsunk át a tantermen néhány játékautót! Mérjük meg stopperórával, hogy mennyi idő alatt teszik meg az utat! Melyik autó ment a leggyorsabban?



Monorról szeretnénk Sülysápra eljutni. Add meg a mozgás egy lehetséges pályáját! Olvasd le a térképről az elmozdulás nagyságát, és becsüld meg a megtett utat!



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 általában megfelelő és általában 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 azt mondjuk, hogy a test által megtett út és az ehhez szükséges idő hányadosa a **test átlagsebességét** adja meg. Különböző, egyenletes tempóban megtett útszakaszokból álló mozgás átlagsebessége: az egyes útszakaszok összege osztva az egyes időtartamok összegével. A következő leckékben még tovább bővítjük a sebességgel kapcsolatos ismereteinket.

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?

Az egyik leggyorsabb vonat Kínában közlekedik.
A 2015-ös adatok alapján a szuperexpressz végsebessége:
416,6 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$.



Hallottál róla?

A biztonságos közlekedés érdekében a teherautók, kamionok és autóbuszok hátoldalán néha jelezni szokták a megengedett legnagyobb sebességet. A személyszállító vonatok oldalán is olvasható ilyen adat, amely azt mutatja, hogy a szerelvény legfeljebb mekkora sebességgel közlekedhet.



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

Az utcán közlekedve azt tapasztaljuk, hogy a járművek nem csak velünk egy irányba haladnak, hanem szemből, oldalról és a legkülönbözőbb irányból is közeledhetnek. A sebességnek tehát nem csak a nagysága, hanem az iránya is fontos számunkra. Ezért **a sebességet** is **irányított szakasszal jelöljük**! A képen egy forgalmas csomópontban különböző irányba haladó autókat láthatunk.

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:

$s = v \cdot t = 20\ \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 60\text{ s} =$
$= 1200$ 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? (Steven Reid)

$s = 20$ 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.

Feladat

Nézz utána, mekkora sebességgel halad a futó elefánt! Vajon milyen járművel lehet megelőzni?



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, és az egész útra az átlagsebességet!

Megoldás:

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

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 irányítja mozgásunkat. 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 fejlettebbek a tervezett utazás időszakában várható forgalmat is figyelembe veszik.

Összefoglalás

Sebességnek nevezzük az egyenletes tempóban 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.

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 a sebességünk 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 sebességgel kell a maradék utat megtenni, hogy időben megérkezzünk?

2. MOZGÁSOK GRAFIKUS ÁBRÁZOLÁSA, 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 fél órában 25 km-t, a második fél órában is 25 km-t, és minden további fél órában 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**!



Hallottál róla?

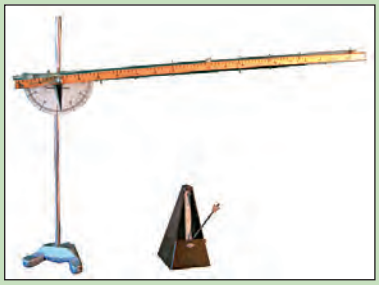
Az autókba beszerelhető sebességtartó elektronika (tempomat) segítségével a gépkocsi a gázpedál lenyomása nélkül képes egyenletes sebességgel haladni.



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 benne levő buborék egyenletes mozgást végez, ha a csövet ferdén tartjuk. Az eszköz neve Mikola-cső.

Kísérlet

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

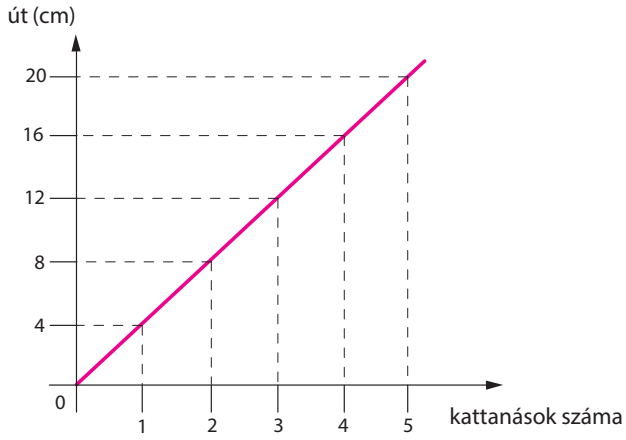


A mérés lehetséges eredményeit a következő táblázat mutatja.

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

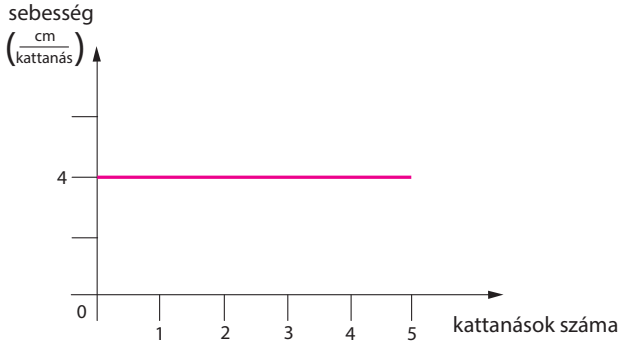
Út–idő grafikon

A csőben mozgó buborék az egyenlő időközök alatt egyenlő utakat tesz meg. Az ilyen mozgást egyenes vonalú egyenletes mozgásnak nevezzük.
Ábrázoljuk a táblázat adatait a koordináta-rendszerben! Így az egyenes vonalú egyenletes mozgás út–idő grafikonját kapjuk. Láthatjuk, hogy a buborék kétszer akkora idő alatt kétszer akkora, háromszor akkora idő alatt háromszor akkora utat tesz meg. **Így a megtett út az út megtételéhez szükséges időnek lineáris függvénye. Út-idő grafikon képe félegyenes.**



Sebesség–idő grafikon

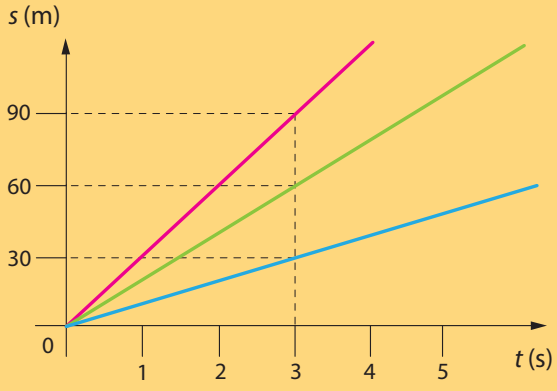
Ha a megtett utat elosztjuk az eltelt idővel – bármilyen nagyok vagy kicsik is ezek az időtartamok – a test sebességét kapjuk meg. Ábrázoljuk a sebességet az idő függvényében! Ekkor a sebesség–idő grafikonját kapjuk meg. Bármekkora időtartamot is választunk, a megtett út és az eltelt idő hányadosa mindig 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) Készítsd el a mozgás sebesség-idő grafikonját!
b) 2 s alatt mekkora utat tettek meg?
c) 60 m utat mennyi idő alatt tették meg?

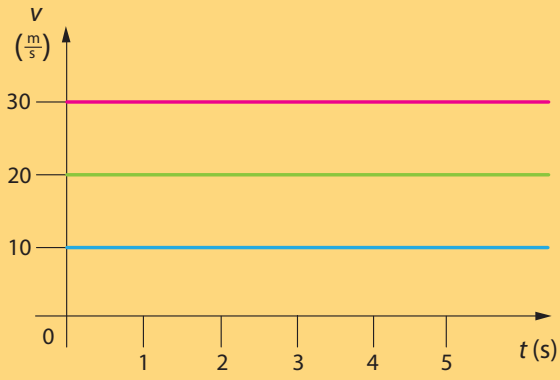


Megoldás:

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 $\frac{90\ \text{m}}{3\ \text{s}} = 30\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

b) A grafikonon a 2 s-nál húzzunk függőlegesen halványan egy vonalat. Ahol ez metszi a félegyeneseket, azoknak a pontoknak a 2. koordinátáit kell leolvasni. 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 a 1. koordinátáit kell leolvasni. Kék esetében 6 s. Zöld esetében 3 s. Piros esetében 2 s.



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





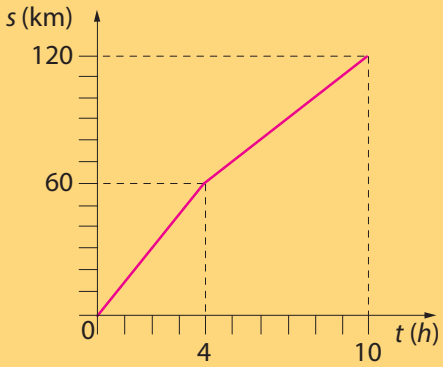


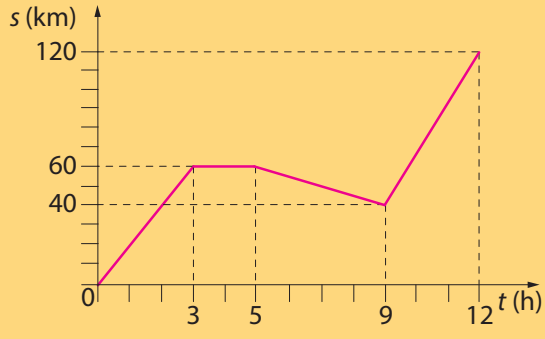
Összefoglalás

Egyenletes mozgásról akkor beszélünk, ha a test egyenlő időközök alatt egyenlő utakat tesz meg, bármennyire kis időközöket választunk is.
Az egyenes vonalú egyenletes mozgás út–idő grafikonja lineáris függvény, 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. Mit mondhatunk el a mozgásáról? Ábrázold a sebesség–idő grafikont!
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. Mit mondhatunk el az alsó grafikon alapján, az egyes szakaszokon, egyenes pályán mozgó test sebességének a nagyságáról és az irányáról? Mennyi utat tett meg a test 12 h alatt?





3. EGYENLETESEN VÁLTOZÓ MOZGÁSOK

A járművek gyakran változtatják a sebességüket. Lassítanak, gyorsítanak, elindulnak, megállnak, hiszen állandóan alkalmazkodniuk kell a forgalmi és útviszonyokhoz. Ha a mozgó test sebessége nem állandó, akkor változó mozgásról beszélünk.

1. kísérlet

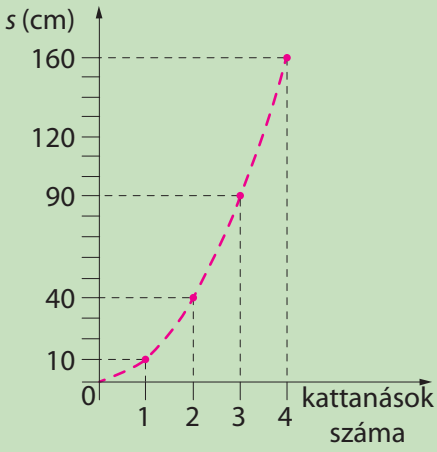
Jelöljük meg egy lejtőn legördülő golyó helyét, egyenlő időközönként, metronóm segítségével!
A mérés eredményét a következő táblázat tartalmazza:

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, ezért 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 lineáris függvény.







Sebességváltozás

Egyenesvonalú mozgást végző test sebességváltozását úgy határozzuk meg, hogy a későbbi sebességből kivonjuk a korábbi sebességet.

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.

Hallottál róla?

Az autók gyorsulását úgy jellemzik, hogy mennyi idő alatt gyorsul fel 0 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$-ról 100 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$-ra.
Egy átlagos autónál ez az idő kb. 13 másodperc. Annak az autónak nagyobb a gyorsulása, amelyiknél ugyanaz a sebességváltozás rövidebb idő alatt következik be, vagy ugyanannyi idő alatt nagyobb sebességváltozásra képes.

Az átlagos gyorsulás számértékét úgy kapjuk meg, hogy a sebességváltozás nagyságát elosztjuk az eltelt idővel.

A gyorsulás jele: a, mértékegysége: $\frac{\frac{\text{m}}{\text{s}}}{\text{s}} = \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
(méter per másodperc a négyzeten).

Tudtad, hogy a Forma–1-es versenyzők a Hungaroring célegyenese utáni 1. kanyar előtt 290 $\frac{km}{h}$ sebességről lassítanak le 95 $\frac{km}{h}$ sebességre?



Példa

Mekkora a gyorsulása a repülőgépnek, ha a gyorsulási pályán 30 s alatt éri el a 300 $\frac{km}{h}$ felszállási sebességet?

Megoldás:

$t = 30\ s$

$v = 300\ \frac{km}{h} = 83{,}3\ \frac{m}{s}$

$a = ?$

$a = \frac{v}{t} = \frac{83{,}3\ \frac{m}{s}}{30\ s} = 2{,}7\ \frac{m}{s^2}$

A repülőgép gyorsulása 2,7 $\frac{m}{s^2}$.

Egyenes vonalú egyenletesen változó mozgás

Vajon hogyan állapíthatjuk meg egy járműről, hogy egyenletesen gyorsul?
Ellenőrizzük egyenlő időközönként a jármű sebességét, és ha az egyenlő időközök alatt mindig ugyanannyival növekszik a sebessége, akkor egyenletesen gyorsuló mozgásról beszélünk. Természetesen itt is kis időközöket kell választanunk. Ha a sebesség csökken, akkor lassuló mozgásról beszélünk. Amennyiben nő a mozgás sebessége, akkor a gyorsulás pozitív. Ha nem változik a test sebessége, akkor a gyorsulás nulla. Amennyiben a megfigyelés ideje alatt csökken a jármű sebessége, akkor a gyorsulásra kapott mennyiség negatív. A valóságban a legtöbb jármű gyorsulása nem egyenletes, hiszen például az autó esetében minden sebességváltásnál változik a gyorsulás értéke!

Példa

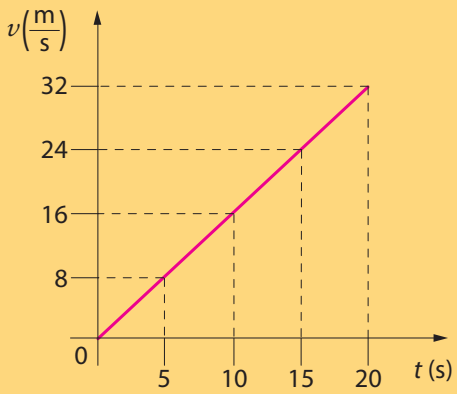
A következő táblázat egy álló helyzetből induló jármű sebességét adja meg, az indulástól számítva, 5 másodpercenként.

Idő (s)	0	5	10	15	20
Sebesség $\left(\frac{m}{s}\right)$	0	8	16	24	32
Sebességváltozás $\left(\frac{m}{s}\right)$	8	8	8	8	

Döntsd el, hogy a mozgás egyenletesen gyorsuló-e, majd készítsd el a jármű sebesség–idő grafikonját!

Megoldás:

Valóban egyenletesen gyorsuló a jármű mozgása, mert bármelyik időtartamból számítjuk ki a gyorsulást, az mindig 1,6 $\frac{m}{s^2}$ lesz.

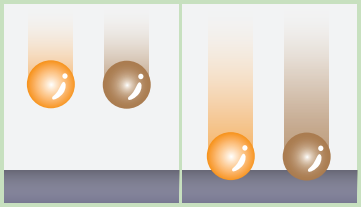


Szabadesés

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. Ha egy testet leejtünk, akkor szabadesésről beszélünk.

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.



A testek a Föld gravitációs vonzása hatására gyorsuló mozgással esnek. Ha a levegő fékező erejétől eltekintünk, akkor minden test azonos nagyságú gravitációs gyorsulással mozog a Föld felé. Pontos mérések szerint ez az érték és ennek jelölése: $g = 9{,}81\ \frac{m}{s^2}$. Az egyszerűség kedvéért értékét a számítások során $10\ \frac{m}{s^2}$-nek szokás venni.

Összefoglalás

Egyenes vonalú mozgás esetén a sebességváltozás a végsebesség és a kezdősebesség számértékének a különbsége.
Egyenletesen változó mozgásról beszélünk, ha egy test sebessége egyenlő időközök alatt egyenlő mértékben változik meg, bármilyen kis időközöket is választunk. A gyorsulás a sebességváltozásnak és az eltelt időnek a hányadosa.
A szabadon eső test gyorsulása 9,81 $\frac{m}{s^2}$.

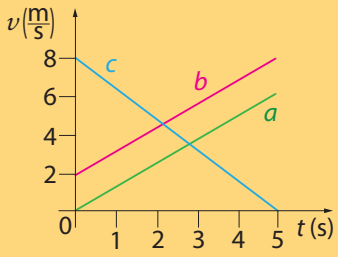
Kérdések, feladatok

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 $\left(\frac{m}{s}\right)$	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 $3\ \frac{m}{s^2}$. Menny idő alatt gyorsul fel 100 $\frac{km}{h}$ sebességre?
5. Egy Nissan GT-R 6,9 $\frac{m}{s^2}$ gyorsulásra képes. Hány $\frac{km}{h}$ 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. A KÖRMOZGÁS JELLEMZŐI

Eddig egyenes vonalú mozgásokkal foglalkoztunk, pedig a mindennapi életben a mozgások jelentős része, például az autóverseny, futóverseny, görbe vonalú pályán folyik. A minket körülvevő mozgások pályája általában nem szabályos kör, hanem valamilyen görbe vonal, de egyes szakaszokon jó közelítéssel körív. A görbe vonalú mozgások közül legegyszerűbb a körmozgás.

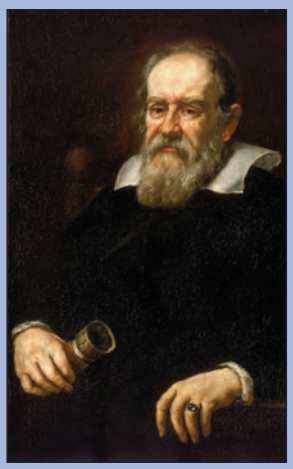




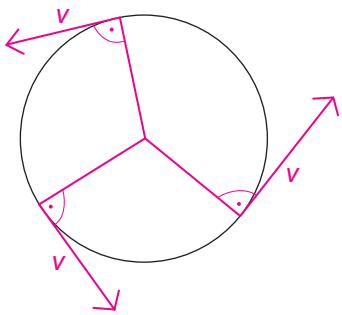


A kalapácsvető sportszere egy huzalhoz rögzített fémgolyó, melyet a sportoló egyre gyorsabban forgat maga körül. A hullámvasút kocsijainak és a benne ülő embereknek a mozgása is tekinthető bizonyos szakaszokon körmozgásnak. A Föld a saját tengelye körül forog, a felszínén levő tárgyak, építmények ezért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

Galileo *Galilei* (1564–1642) olasz fizikus, matematikus és csillagász. A természettudományokban ő honosította meg a kísérleteket és a méréseket. A körmozgás feltételeit is vizsgálta, később 1659-ben egy másik fizikus, Huygens képlettel is alátámasztotta.



A kalapácsvető egyre gyorsabban mozgatja a sporteszközét, míg el nem éri a megfelelő sebességet. Közben a kalapács sebességének az iránya állandóan változik. A kerületi sebesség mindig érintő irányú.





A körmozgás ugyanúgy lehet egyenletes vagy gyorsuló, mint a haladó mozgás. A körmozgást végző testnek is van sebessége, ezt kerületi sebességnek hívjuk, a megtett utat pedig a körvonalon mérjük.
Tudod-e, hogy a 400 méteres síkfutásnál a versenyzők miért nem egy vonalból indulnak?

Keringési idő

A körmozgást végző test bizonyos időközönként visszatér kiindulási pontjába, mozgása ismétlődő szakaszokból áll. Az ilyen mozgásokat periodikus mozgásoknak nevezzük.

Kérdések

1. Mennyi idő alatt tesz meg egy kört az óra kis- és nagymutatója?
2. Mennyi idő alatt fordul meg a Föld a saját tengelye körül?
3. Mennyi idő alatt kerüli meg a Föld a Napot, illetve a Hold a Földet?

Az előző kérdésekre adott válaszokban megadott időket a körmozgást végző test periódusidejének vagy keringési idejének nevezzük. Forgómozgás esetén a periódusidő elnevezést használjuk. **A periódusidő megmutatja, hogy a forgó test mennyi idő alatt tesz meg egy teljes fordulatot.**
A periódusidő jele: T, mértékegysége: másodperc, jele: s (secundum rövidítése).

Tudtad, hogy a Hold tengely körüli forgásának periódusideje és a Hold Föld körüli keringési ideje megegyezik? Vajon mi ennek a következménye?

Fordulatszám

A gépkocsikban, a sebességmérő mellett, egy fontos műszer található. Ez méri, hogy az autó motorjának tengelye percenként hány fordulatot tesz meg.
A képen látható műszerről leolvasható érték: percenként $2 \cdot 1000 = 2000$ fordulat.
A fordulatszámot n betűvel jelöljük, mértékegysége pedig $\frac{1}{\text{s}}$, vagy ha percenkénti fordulatszámot mérünk, akkor $\frac{1}{\text{min}}$.



Nézz utána!

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



Hallottál róla?

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

Hallottál róla?

A hagyományos lemezjátszó korongjának a fordulatszámát állítani lehet. Egy nagylemez hallgatása esetén, az állító kart $33\frac{1}{3}\ \frac{1}{\text{min}}$, kislemez hallgatásakor $45\ \frac{1}{\text{min}}$ fordulatszámra kell állítani!

Vajon milyen összefüggés van a periódusidő és a fordulatszám között?
Ha például egy test 15 s alatt 60 fordulatot tesz meg, akkor a másodpercenkénti fordulatszámot úgy kapjuk meg, hogy $\frac{60}{15\ \text{s}} = 4\frac{1}{\text{s}}$.
A periódusidőt viszont úgy számolhatjuk ki, hogy $\frac{15\ \text{s}}{60} = \frac{1}{4}\ \text{s}$. Egyik mennyiség a másik reciprokával egyenlő, és fordítva: $n = \frac{1}{T}$ és $T = \frac{1}{n}$.

Kísérlet



Mérjük meg a lemezjátszó korongjának a periódusidejét mindkét fordulatszám mellett!
Tegyünk egy radírt a lemezjátszó korongjának a szélére, majd mérjük meg például 10 teljes fordulatnak az idejét!
A mérés eredményét ellenőrizzük számítással is.

Ha a fordulatszám $33\frac{1}{3}\ \frac{1}{\text{min}}$, akkor $T = \frac{1}{33\frac{1}{3}}\ \text{min} = \frac{1}{\frac{100}{3}}\ \text{min} = \frac{3}{100}\ \text{min} = 1{,}8\ \text{s}$.

Ha a fordulatszám $45\ \frac{1}{\text{min}}$, akkor $T = \frac{1}{45}\ \text{min} = \frac{60}{45}\ \text{s} \approx 1{,}33\ \text{s}$.

Nézz utána!

A CD-lejátszóban, miközben az olvasófej bentről kifelé halad, a lemez fordulatszáma folyamatosan csökken 500 $\frac{1}{\text{min}}$-ről 200 $\frac{1}{\text{min}}$-re. Vajon miért?



Összefoglalás

Az egyenletes körmozgást végző test pályája kör, sebességét kerületi sebességnek hívjuk.
A kerületi sebesség mindig érintőirányú.
A periódusidő egy teljes kör megtételéhez szükséges idő.
A fordulatszám az egységnyi idő alatt megtett fordulatok számával egyenlő.
A fordulatszám és a periódusidő egymás reciproka.

Kérdések, feladatok

1. Ha a lemezjátszó korongján, a tengelytől különböző távolságra, több radírt is elhelyezünk, megegyezik-e a sebességük, a fordulatszámuk, illetve a periódusidejük?
2. Ki volt az a híres csillagász, aki szintén a bolygók mozgását tanulmányozta, és Galileivel azonos eredményre jutott? Nézz utána az interneten vagy a lexikonban, tudj meg róla minél többet!
3. Ha egy autó kerekét kisebbre cseréljük, akkor lassabban vagy gyorsabban fog haladni annál, mint amit a sebességmérő műszer jelez?
4. A kerékpár sebességmérő órájának egy küllőre szerelt mágnes és a hozzá tartozó érzékelő adja a jelet. Mindegy, hogy a tengelytől milyen távolságra helyezzük el a mágnest? Mit kell az órán beállítani, hogy a műszer pontosan mérjen?
5. Mennyi $\frac{1}{\text{min}}$

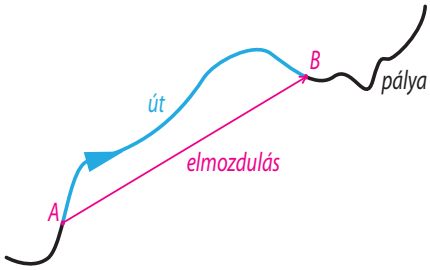
   a) az óra kis- és nagymutatójának a fordulatszáma?
   b) a Föld tengely körüli forgásának a fordulatszáma?



5. ÖSSZEFOGLALÁS

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

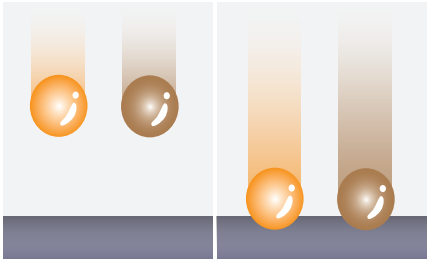
$1\frac{m}{s} = 3{,}6\frac{km}{h}$



Sebességváltozás a végsebesség és a kezdősebesség különbsége.



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



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

Az egyenletes körmozgást végző test pályája kör, sebessége kerületi sebesség, a megtett utat a körív mentén mérjük.

A kerületi sebesség mindig érintőirányú.

A gyorsulás a sebesség-változásnak és az eltelt időnek a hányadosa.

Az egyenes vonalú egyenletes mozgás út–idő grafikonja lineáris függvény, sebesség–idő grafikonja konstans (állandó) függvény.



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

Minél nagyobb a mozgó test sebessége, annál meredekebb az út–idő grafikon.

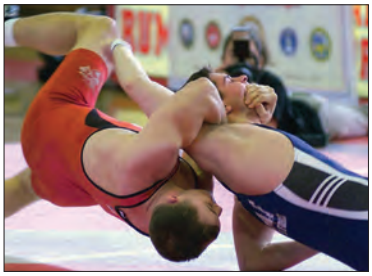
Egyik mennyiség a másik reciprokával egyenlő, és fordítva:

$$n = \frac{1}{T} \text{ és } T = \frac{1}{n}.$$

A fordulatszám az egységnyi idő alatt megtett fordulatok számával egyenlő.

A periódusidő egy teljes kör megtételéhez szükséges idő.

1. AZ ERŐ



Több sportág esetében nem csak az a fontos, hogy valaki ügyes és gyors legyen. Legalább annyira lényeges, hogy mennyire erős. Az erősebb sportoló a gerelyt messzebbre tudja hajítani, a labdát távolabbra tudja rúgni és a birkózásnál nagyobb az esélye a győzelemre. Ahhoz, hogy egy nyugalomban lévő test (labda, gerely) elinduljon, erőt kell kifejtenünk rá. Ahhoz is erő kell, ha egy mozgó test sebességét növelni, illetve csökkenteni akarjuk. Azt mondjuk, hogy a test mozgásállapota megváltozik, ha a sebességének nagysága, vagy az iránya megváltozik. Ugyancsak erőhatás szükséges ahhoz is, hogy egy testet megnyújtsunk, vagy összenyomjunk. Ekkor az erő alakváltoztató hatásáról beszélünk.

Erőhatásnak nevezzük a testek olyan, egymásra kifejtett hatását, amely alak-, illetve mozgásállapot-változásban nyilvánul meg.
Az erő fizikai mennyiség, melynek nagysága és iránya is van.
Az erő jele: *F*.
Az erő mértékegysége: N (newton).

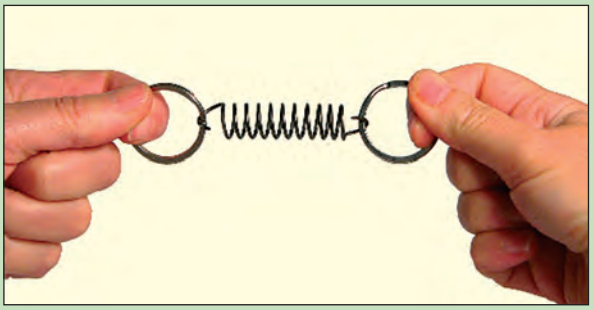


Sir Isaac *Newton* (ejtsd: nyútn, 1642–1727) angol fizikus, matematikus, filozófus, csillagász nevéhez fűződik az általános tömegvonzás és a mechanika törvényeinek felismerése.

Az erő mérése

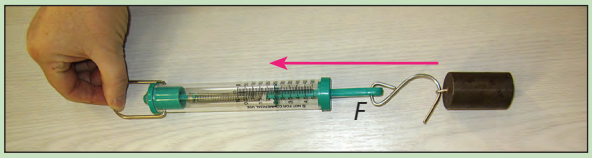
1. kísérlet

Vegyünk kézbe egy rugót, és óvatosan nyújtsuk meg. Ha jobban meg akarjuk nyújtani, akkor nagyobb erőt kell kifejteni rá. Az erő alakváltoztató hatása alapján tehát erőmérő eszközt lehet készíteni. A rugós erőmérő tehát egy megfelelő beosztással ellátott rugó.



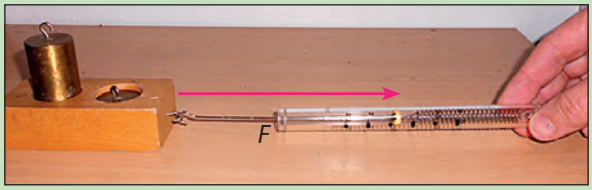
2. kísérlet

Rugós erőmérő segítségével húzzunk vízszintes irányba, állandó nagyságú erővel egy testet, majd növeljük a húzóerőt! Figyeljük meg, hogyan változik a test mozgása!
Tapasztalat:
A test sebessége növekszik, gyorsuló mozgást végez. Minél nagyobb a húzóerő, annál nagyobb a gyorsulás.



3. kísérlet

Rugós erőmérő segítségével húzzunk vízszintes irányba, állandó nagyságú erővel egy testet, majd növeljük a test tömegét! Mit mondhatunk el ebben az esetben a test mozgásáról?
Tapasztalat:
Minél nagyobb a test tömege, annál kisebb a test gyorsulása.



Egy test gyorsulása egyenesen arányos a gyorsítóerő nagyságával, és fordítottan arányos a test tömegével. Ebből következik, hogy egy testre ható gyorsítóerő nagysága a test tömegének és gyorsulásának szorzatával egyenlő.
Képlettel felírva: $F = m \cdot a$.
Ez Newton második törvénye.
Ezek szerint 1 N nagyságú erő 1 kg tömegű testet $1 \frac{m}{s^2}$ gyorsulással mozgat, $1\ N = 1\ kg\ \frac{m}{s^2}$.

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:

$F = m \cdot a = 450\ 000\ kg \cdot 2\ \frac{m}{s^2} = 900\ 000\ N = 900\ kN.$



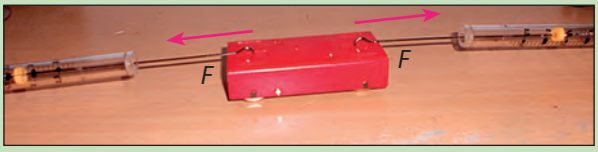
Az erő vektormennyiség

4. kísérlet

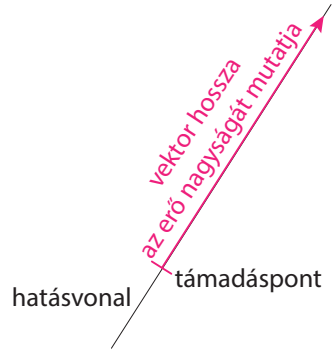
Húzzunk egy könnyen mozgó kiskocsit két erőmérővel ellentétes irányba úgy, hogy a test nyugalomba maradjon. Olvassuk le, hogy mit mutatnak az erőmérők!

Tapasztalat:

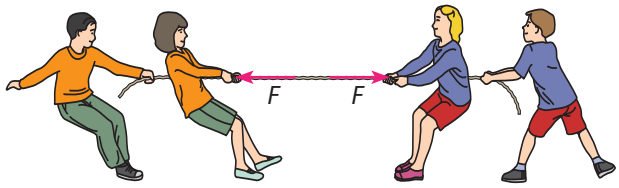
A két erőmérő mindig ugyanazt az értéket mutatja.



Az előző kísérletből az is kiderült, hogy ha a test nyugalomban van, akkor a rá ható erők kiegyenlítik egymást. Ugyanez igaz akkor is, ha a test egyenes vonalú egyenletes mozgást végez.



Az erő olyan fizikai mennyiség, amelynek nagysága és iránya is van. Az ilyen mennyiségeket, a fizikában, vektormennyiségeknek nevezzük. Ilyen mennyiség a sebesség és a gyorsulás is. Két, ellentétes irányú, de azonos nagyságú vektor összege nulla. Ez olyan, mintha a testre egyáltalán nem hatna erő. Ilyenkor azt mondjuk, hogy a két erő eredője nulla!



Egyensúlyi helyzetek

5. kísérlet

Próbáljunk egy vonalzót a beosztással szemközti élére állítani!

Tapasztalat:

Ha sikerül is, csak egy picit kell megbillenteni, és azonnal eldől. Egy test egyensúlyban tartásához tehát szükséges, hogy az erők eredője nulla legyen.

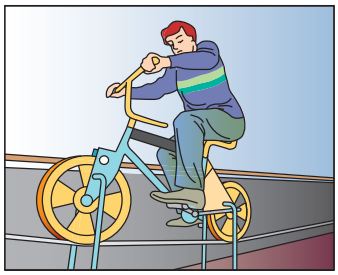


A kötéltáncos egyensúlya nagyon bizonytalan. A kezében tartott hosszú, nagyjából vízszintes rúddal éri el, hogy a kisebb oldalra billenéseket „kiegyenlítse", elkerülve a leesést.

A cirkuszban sok olyan műsorszámot láthatunk, amit csak különleges egyensúlyérzékkel rendelkező emberek tudnak végrehajtani. **Az olyan egyensúlyi helyzetet, amiből ha kibillentünk egy testet, magától nem tér oda vissza, bizonytalan egyensúlyi helyzetnek nevezzük.**

A kisgyerekek egyik kedvenc játéka a keljfeljancsi, amit hiába döntünk meg, mindig talpra áll. Úgy van kialakítva, hogy **egyensúlyi helyzetéből kitérítve magától visszatérjen oda.**
A következő képen egy kerékpáros látható, amely egy vékony kötélen közlekedik. Ehhez azonban nem kell különösebb ügyesség, a kerékpáros nem fog lebillenni. Vajon miért? Valami biztosan nem látszik a képen! Mi lehet az?
Az ilyen egyensúlyi helyzetet **biztos egyensúlyi helyzet**nek nevezzük.





Ha egy nyugalomban lévő golyót vízszintes felületen meglökünk, a gurulása során **bármelyik pillanatban megállíthatjuk, az új helyzetében is egyensúlyban lesz.** Ilyen esetben azt mondjuk, hogy közömbös a test egyensúlyi helyzete.



Egy ferde épület tervezésekor nagyon pontos számításokat kell végezni, hogy kellően biztonságos legyen a megépítése után. Még az sem mindegy, hogy milyen talajon fog állni, hiszen tudjuk, hogy a pisai ferde torony is építése közben süllyedt meg, a nem megfelelő talajviszonyok miatt. A képen látható épületet pedig ilyenre tervezték.



Tudod-e?

Magyarországon is van ferde torony. Nézz utána, hogy hol!

Összefoglalás

Erőhatás következtében a testek mozgásállapota, illetve alakja is megváltozhat.
Az erő (jele *F*) mértékegysége: N (newton), és nagyon gyakran rugós erőmérővel mérjük.
A gyorsítóerő nagysága a test tömegének és gyorsulásának a szorzata.
Ha egy testre ható erők eredője nulla, akkor a test mozgásállapota nem változik meg.
A testek egyensúlyi helyzete biztos, bizonytalan vagy közömbös lehet.

Kérdések, feladatok



1. Írj példát olyan cirkuszi mutatványokra, amelyek során vagy a művész, vagy valamilyen tárgy bizonytalan egyensúlyi helyzetben van, és csak az ügyességével tudja azt megtartani!
2. A képen látható testet, amelynek GÖMBÖC a neve, két magyar mérnök – Domokos Gábor és Várkonyi Péter – készítette el 2007-ben. Nézz utána, milyen érdekes tulajdonsága tette világhírűvé a Gömböcöt!
3. Melyik közlekedési eszköznek bizonytalan álló helyzetben az egyensúlyi helyzete?
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?

2. NÉHÁNY ERŐFAJTA

Mozgásunk során különböző erőhatások érnek bennünket. Vajon hányféle erő hat ránk? Elképzelhető, hogy egyáltalán nem hat ránk erő?



Gravitációs kölcsönhatás



Az érett gyümölcs lehull a fáról. Ami kicsúszik a kezünkből, az lefelé esik, és sosem fölfelé. A testek azért esnek lefelé, mert a Föld vonzza őket. Ez a hatás akármekkora tömegű testre hat, ezért tömegvonzásnak vagy gravitációnak nevezzük.

Hallottál róla?

Nem csak a Föld vonzza az őt körülvevő testeket, hanem bármilyen két test vonzóerőt fejt ki egymásra.



Gravitációs erő

A Föld testekre kifejtett gyorsítóhatását a gravitációs erő fejti ki, ezt F_g-vel jelöljük. A szabadon eső testet tehát a gravitációs erő gyorsítja.

A gravitációs erő nagysága függ:
– a test tömegétől,
– a gravitációs gyorsulástól.

A gravitációs gyorsulást g-vel jelöljük.
Ennek az értéke kismértékben függ a földrajzi szélességtől, és a tengerszint feletti magasságtól is. A mi szélességi körünkön tengerszinten az értéke:

$$g = 9{,}81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \approx 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}.$$

A gravitációs erő nagysága: $F_g = m \cdot g$



Eötvös Loránd (1848–1919) magyar fizikus, a Magyar Tudományos Akadémia elnöke volt. A Föld gravitációs hatását tanulmányozta.

Példa

Számítsuk ki, hogy mekkora erő gyorsítja az ablakpárkányról leeső virágcserepet, ha annak tömege 2 kg!

Megoldás:

Ezt a virágcserepet a gravitációs erő gyorsítja.

$m = 2$ kg

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

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

Tartóerő

1. kísérlet

Akasszunk rugós erőmérőre 10 dkg, 20 dkg, illetve 30 dkg tömegű testet! Olvassuk le, hogy mit mutat az erőmérő!

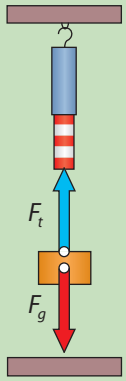
Tapasztalat: A rugós erőmérőről 1 N-t; 2 N-t; 3 N-t olvastunk le.

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

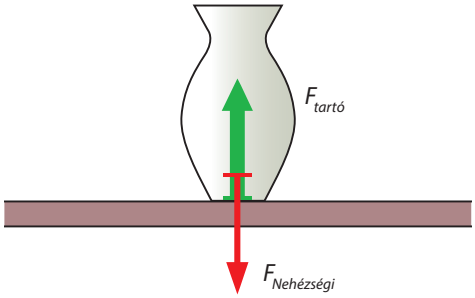
20 dkg = 0,2 kg, ezért → $0{,}2\ \text{kg} \cdot 10\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 2\ \text{N}$,

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

A gravitációs erő most is lefelé akarja gyorsítani a testet, de a rugó által kifejtett erő ezt megakadályozza, így a test nyugalomban marad.



Hasonlóképpen, ha a testeket asztalra tesszük, akkor is hat a testre egy fölfelé mutató erő, amelyik a lefelé ható gravitációs erő hatását ellensúlyozza. Ezt **tartóerő**nek nevezzük.

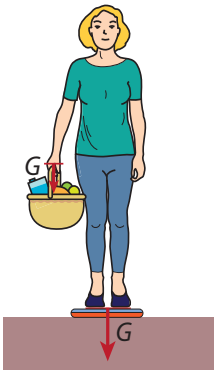


Súly

A bevásárlókosár húzza a karunkat. A talpunkkal nyomjuk a talajt. **Azt az erőt, amellyel a test a felfüggesztést húzza, illetve az alátámasztást nyomja, súlyerőnek nevezzük.** A mérleg a testsúlyunkat mutatja.

A súlyerő tehát lefelé, az alátámasztásra vagy a felfüggesztésre hat.

A súlyerő jele: *G*.





A háztartási mérleggel, a piaci mérleggel a súlyerő nagyságát mérjük, amelynek a mértékegysége N. A mérleg kijelzőjén mégis kg-beosztást látunk, amely a tömegnek a mértékegysége. A hétköznapi életben ugyanis azt szoktuk meg, hogy kg-ban kérjük a krumplit, dkg-ban mérjük ki a süteményhez a lisztet, ezért a mérleg kijelzőjét a gyakorlathoz igazították. Minden 1 kg tömegű test súlya 10 N.

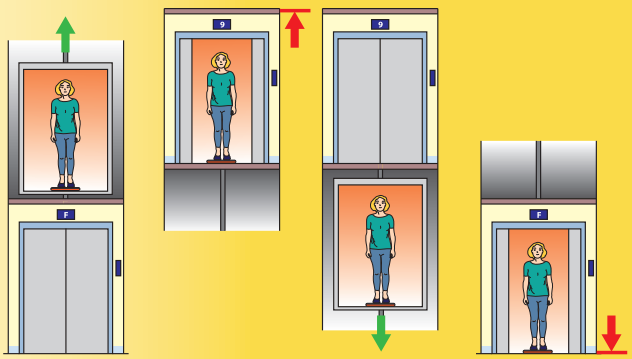
Érdekesség

Ha a liftbe mérleget helyezünk és ráállunk, akkor a mérleg, álló lift esetén, ugyanakkora erőt mutat, mint a testünkre ható gravitációs erő nagysága. Így van ez akkor is, ha a lift egyenletes sebességgel mozog felfelé, illetve lefelé. Induláskor és megálláskor azonban mást mutat.

Többet mutat, ha az álló lift felfelé indul, vagy az egyenletesen lefelé haladó lift megáll.

Kevesebbet mutat, ha az álló lift lefelé indul, vagy az egyenletesen fölfelé haladó lift megáll.

A súly tehát kisebb és nagyobb is lehet, mint a testünkre ható gravitációs erő.



Súlytalanság

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 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. Ilyenkor a testre csak a gravitációs erő hat. A Föld körül keringő űrhajó utazói is ezt élik át.

Összefoglalás

A Föld felszínén levő testekre mindig hat a gravitációs erő.
A gravitációs erő nagysága a tömegnek és a gravitációs gyorsulásnak a szorzata.
A súly az az erő, amivel a test az alátámasztást nyomja, vagy a felfüggesztést húzza.
A súlytalanság állapotában a testek szabadon esnek.

Kérdések, feladatok

1. Nézz utána, hogy mennyi a gravitációs gyorsulás értéke az Egyenlítőn, illetve az Északi- és a Déli-sarkon!
2. Egy ember ráállt a mérlegre. A mutató 72 kg-ot mutat. Mennyi a súlya?
3. Egy 70 kg tömegű embernek a liftben 720 N a súlya. Mit mondhatunk el a lift mozgásáról? Karikázd be a helyes megoldást!
   a) Áll.
   b) Egyenletes sebességgel mozog felfelé.
   c) Fölfelé indul.
   d) Lefelé indul.
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.

3. AZ ERŐ SEBESSÉGVÁLTOZTATÓ HATÁSA

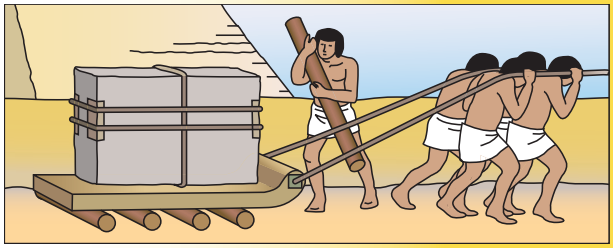
Induláskor az autót – közvetve – a motor által kifejtett erő gyorsítja. Vannak azonban más erők is, amelyek a testek sebességét befolyásolják.

Súrlódás

Egy fontos mozgást befolyásoló tényező a súrlódás. Legtöbb esetben a súrlódás akadályozza a mozgást. Ez azt jelenti, hogy a súrlódási erő iránya mindig a mozgás irányával ellentétes.

Hallottál róla?

A piramisok építéséhez felhasznált kövek alá farönköket tettek, így az építőanyag gurításával könnyebbé vált a vontatás.
Ha henger vagy gömb alakú tárgyakat teszünk a mozgó testek közé, sokkal kisebb erő szükséges a mozgatáshoz.



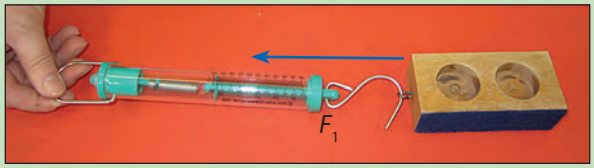
A gördülési ellenállás általában kisebb, mint a csúszósúrlódás. Ez a felismerés vezetett a kerekes járművek építéséhez, illetve a golyóscsapágyak alkalmazásához.

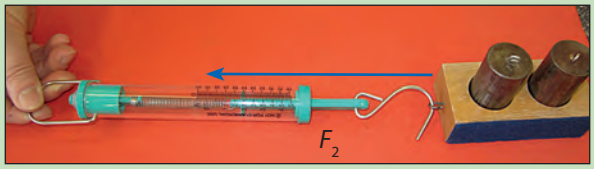


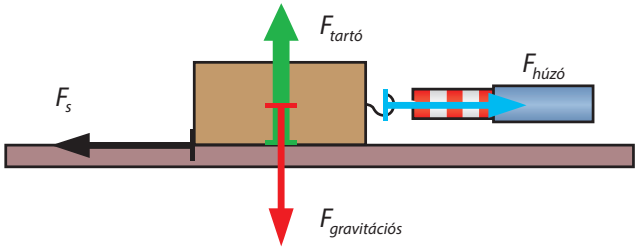
A súrlódási erő nagysága egyenesen arányos a súrlódó felületeket összenyomó erő nagyságával.

1. kísérlet

Húzzunk rugós erőmérővel egy fahasábot állandó sebességgel! A mért erő nagysága egyenlő lesz a súrlódási erő nagyságával. Vizsgáljuk meg, hogyan változik az erő nagysága, ha a fahasábra különböző nagyságú nehezékeket teszünk! Ezzel növeljük a felületeket összenyomó erőt.
Tapasztalat:
Minél több súlyt teszünk a fahasábra, annál nagyobb értéket mutat az erőmérő.







2. kísérlet

Végezzük el a kísérletet úgy is, hogy a hasábot különböző lapjaira fordítva húzzuk!
Tapasztalat: **A súrlódási erő nagysága nem függ a súrlódó felületek nagyságától.**

3. kísérlet

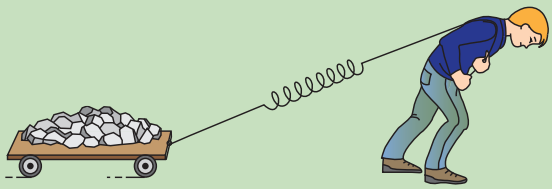
Húzzunk rugós erőmérővel egy fahasábot, állandó sebességgel az asztalon, csiszolópapíron, üvegen! Figyeld meg, a húzóerő nagysága hogyan függ az érintkező felületek minőségétől!
Tapasztalat: **A súrlódási erő függ a súrlódó felületek anyagi minőségétől.**

4. kísérlet

Mérjük meg, hogy egy asztal mozgatásának elindításához, vagy egyenletes sebességgel történő vontatásához szükséges-e nagyobb erő!

Tapasztalat:

Az elindításhoz nagyobb erő szükséges, mint a vontatáshoz.



Ha a test egyensúlyban van, akkor a súrlódási erő nagysága ugyanakkora, mint a testre ható erők nagysága. A tapadási súrlódási erőnek van azonban egy maximális értéke. Ha ennél nagyobb a húzóerő, a test megcsúszik, és ettől kezdve csúszási súrlódási erő hat rá! Ez az erő nem függ a húzóerő nagyságától!

Baleset-megelőzés

A súrlódás életünk fontos része, súrlódás nélkül nem tudnánk közlekedni. A cipőtalp és az autógumi esetében minél nagyobb tapadásra van szükség. A gépjárművek fékezésénél is fontos a nagy súrlódási erő létrehozása. Télen az utakat és járdákat le kell takarítani, és tapadást növelő anyaggal felszórni. A lépcsőket is gyakran látják el csúszásgátló szalaggal.





Hallottál róla?

A súrlódás sok esetben káros jelenség. (A mozgást akadályozza, a mozgó alkatrészek kopnak általa és gyakran felmelegszenek.) A súrlódás nagy mértékben csökkenthető, ha az érintkező mozgó felületek közé olajat, zsírt vagyis kenőanyagot tesznek. Ez kitölti az egymással érintkező felületek egyenetlenségeit. Így a mozgó alkatrészek a kenőanyagon csúszva mozdulnak el egymáson.



Közegellenállás

5. 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 papírlap azért nem egyszerre esett le a földre, mert azt, amelyiket nem gyűrtük össze, jobban gátolta az esésben az őt körülvevő levegő.

Kerékpározáskor már szélcsendes időben is érezhető, hogy a levegőnek is van fékező hatása. Még erősebben észlelhető ez a visszatartó erő vízben történő úszáskor, vagy futáskor.

Azt az erőhatást, amelyet a folyadékok, illetve gázok a bennük mozgó testekre, a mozgással ellentétes irányban kifejtenek, közeg-ellenállási erőnek nevezzük.

Tudod-e, hogy mitől függ a közeg-ellenállási erő nagysága? Függ a test alakjától. A madarak, a halak áramvonalas testfelépítését másoltuk le, mi, emberek, amikor hajót és repülőt építettünk.

Természetesen, minél gyorsabban mozog a test, annál nagyobb a közegellenállási erő!

Azonos sebességgel mozgó, azonos alakú testek közül arra hat nagyobb közegellenállás, amelyiknek a haladás irányára merőlegesen nagyobb a keresztmetszete. Az erő függ a közegtől is, hiszen a vízben nehezebb haladni, mint a levegőben.

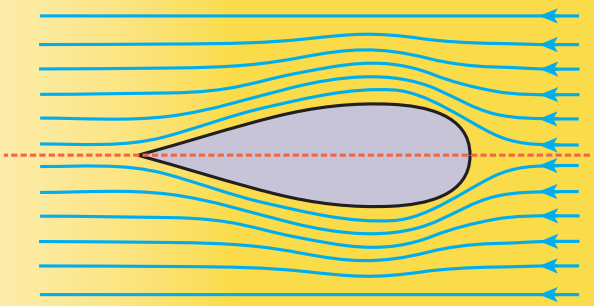


A közegellenállás hasznos is lehet az ember számára. Kiugrás után az ejtőernyős felgyorsul, majd amikor kinyitja az ejtőernyőt, a nagy közegellenállási erő miatt újra csökken a sebessége. Ettől kezdve, megközelítőleg, állandó sebességgel süllyed a leérkezésig.

Hallottál róla?



A gépkocsik légellenállását szélcsatornában vizsgálják! Ezeknek a méréseknek, többek között, az a céljuk, hogy az autó alakját minél áramvonalasabbá formálják.



Tudtad, hogy az azonos keresztmetszetű testek közül a csepp alakúnak a legkisebb a közegellenállása?

Gyorsítás

Newton II. törvénye alapján a testre ható erő és az általa létrehozott gyorsulás között egyenes arányosság van. Tehát a test mozgásállapota megváltozik. Az erőnek mindig van gyorsító hatása.



A futballmérkőzés kezdésének pillanatában a labda nyugalomban van, a labda súlya és a talaj tartóereje azonos nagyságú és ellentétes irányú. De a játék alatt folyamatosan változik sebességének nagysága és iránya is. Erősebb rúgás szükséges ahhoz, hogy gyorsabban száguldjon a labda.

Példa

Egy autó nyugalomból indulva 10 s alatt éri el a 130 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ (autópályán megengedett) haladási sebességet.

a) Mekkora a gyorsulása?
b) Mekkora erő gyorsította az autót ha a tömege 1100 kg?

Megoldás:

a)

$t = 10\ \text{s}$

$v = 130\ \frac{\text{km}}{\text{h}} \approx 36\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$a = \frac{v}{t} = \frac{36\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}{10\ \text{s}} = 3{,}6\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Az autó gyorsulása 3,6 $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

b)

$m = 1100\ \text{kg}$

$a = 3{,}6\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

$F = m \cdot a = 1100\ \text{kg} \cdot 3{,}6\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 3960\ \text{N}.$

Az autóra ható gyorsító erő 3960 N.

Összefoglalás

A csúszási súrlódási erő mindig a mozgás irányával ellentétes.
A súrlódási erő nagysága függ a felületeket összenyomó erő nagyságától, a súrlódó felületek minőségétől, de nem függ a súrlódó felület nagyságától.
A közeg-ellenállási erő függ a mozgó test sebességétől, a közeg anyagától, a mozgó test keresztmetszetétől és alakjától.

Kérdések, feladatok

1. Melyik közlekedési eszköz alakja emlékeztet legjobban az áramvonalas testre?
2. Írj legalább 5 példát arra, hogy a hétköznapi életben a súrlódás hasznos számunkra!
3. Írj a mindennapi életből 5 példát arra, hogy káros a súrlódás, éppen ezért igyekszünk csökkenteni!
4. Nézz utána interneten, mit jelent az ABS! Tarts róla néhány perces kiselőadást!
5. Egy láda elmozdításához 80 N erő szükséges. Mekkora súrlódási erő hat a ládára, ha 60 N nagyságú erővel próbáljuk megmozdítani?
6. 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?

4. MUNKA, TELJESÍTMÉNY, MECHANIKAI ENERGIA

Jó, ha tudod

A munka kifejezést a köznapi értelemben sokféleképpen használjuk. Munkát végez, dolgozik mindenki, aki a foglalkozását űzi. Például a bolti pénztáros, a hivatalnok, a bútorszállító, az autóvezető, a tanár és az orvos. A tanárok a diákok az orvosok, a színészek szellemi munkát végeznek. Természetesen fizika órán a munkavégzés kifejezést csak olyan munka esetén használjuk, ami erőkifejtéssel jár. Ez azonban még mindig nem elég. Ha egy nehéz zsákot tartunk a vállunkon hosszú ideig, akkor elfáradunk, de fizikai értelemben a zsákon munkát nem végzünk.
A fizika megfogalmazása szerint az a test végez munkát, amelyik egy másik testre erővel hat és elmozdítja azt. Eszerint a munkavégzés annál nagyobb minél nagyobb az erő és az erő irányába eső elmozdulás.

Fizikai értelemben akkor végzünk munkát, ha erő hatására az erő irányába elmozdulás jön létre! Ha tehát az elmozdulás merőleges az erőre, akkor nincs munkavégzés. Így ha az előbb említett nehéz zsákot, amelyre függőlegesen felfelé ható erőt fejtünk ki, sikerülne úgy vízszintes irányba mozgatnunk, hogy a zsák függőlegesen ne mozduljon el, akkor nem végeznénk munkát!
Vajon mitől függ a munkavégzés számértéke?
Ha egy testet magasabbra emelünk, akkor jobban elfáradunk, több munkát végeztünk.

Ha egy úton nehezebb testet kell vinnünk, akkor jobban elfáradunk, több munkát végeztünk.

Eszerint a munkavégzés annál nagyobb, minél nagyobb erőt fejtünk ki, minél hosszabb úton.
A munkavégzés számértéke az erő nagyságának, és az erő irányába eső elmozdulásnak a szorzatával egyenlő. Képlettel felírva $W = F \cdot s$. A munka mértékegysége tehát N · m, amit Joule-nak hívunk, és J-vel jelölünk. Kiejtése nem egységes, a zsul, dzsul és dzsaul alakokkal is lehet találkozni.





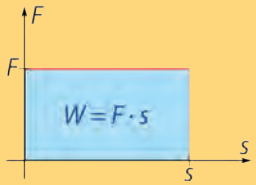
James Prescott *Joule* (1818–1889) angol fizikus, a munka és az energia kapcsolatát vizsgálta, de foglalkozott a gázok nyomásával, és az elektromos áram hőhatásával is. Tudományos tevékenysége elismeréseként az Angol Királyi Társaság tagjává választotta. Róla nevezték el a munka mértékegységét.

A munkavégzés fajtái

Milyen esetekben végzünk a hétköznapi életben fizikai értelemben munkát?
A leggyakoribb eset, amikor fel kell emelnünk egy testet. Ebben az esetben az erő és az elmozdulás azonos irányú, tehát a munkavégzés egyszerűen kiszámítható! Ilyenkor **Emelési munkáról beszélünk.**

Példa

Mennyi munkavégzés szükséges egy 20 kg tömegű test 3 m magasra nagyon lassan, egyenletes sebességgel történő emeléséhez?



Megoldás:
Ha a testet egyenletes sebességgel emeljük, akkor a gravitációs erővel megegyező nagyságú, felfelé mutató erőt kell kifejtenünk.
$m = 20$ kg
$s = 3$ m
$F = m \cdot g = 20 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 200$ N. Az elmozdulás $s = 3$ m.
Így a munkavégzés $W = F \cdot s = 200 \text{ N} \cdot 3 \text{ m} = 600$ J.

Érdekesség

Felvonó 140 személlyel

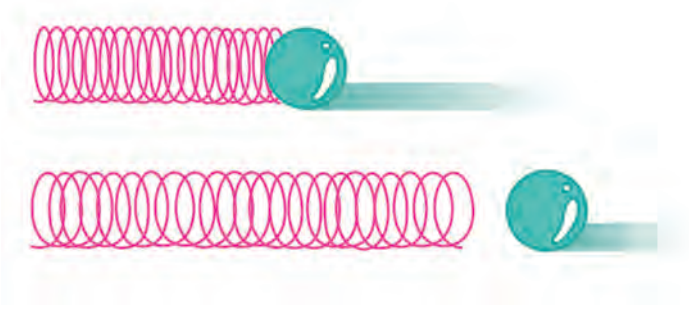
Ausztriában, a Kaprun-völgy végén egy olyan, sínen közlekedő felvonó működik, amelynek az alsó állomása 1209 m, a felső állomása pedig 1649 m magasan van a tenger szintje felett. A szintkülönbség tehát 440 méter. A felvonó nyitott lapján (platóján) egyszerre 140 ember utazhat. Közben mintegy 50 000 000 J munkát végez a felvonó.



Jó, ha tudod

A súrlódást nem csak a vízszintesen mozgatott test esetén kell leküzdeni. Bármilyen gépet építünk, annak a mozgását és a forgását is akadályozza a súrlódás. Ezért a befektetett munkának csak egy része hasznosítható. A hasznos munkának és a befektetett munkának a hányadosát a fizikában hatásfoknak nevezzük. Ez a hányados mindig kisebb mint 1, vagy ha százalékban adjuk meg, akkor 100%-nál kisebb.

Miközben egy spirálrugót összenyomunk munkát végzünk, mert az általunk kifejtett erő valamekkora elmozdulás okozott. Ha most elengedjük a testet, akkor a rugó által kifejtett erő munkát végez, miközben gyorsítja a testet. A munkavégzés addig tart, amíg a rugó fel nem veszi nyugalmi alakját.



Teljesítmény

A jól működő gépek el tudják végezni a kitűzött feladatot. A gépeknek van egy jellemző adatuk, amely fontos szerepet játszik a kiválasztásában. Két gép közül azt érdemesebb megvenni, amelyik gyorsabban tudja elvégezni ugyanazt a munkát. A gépek munkavégzésének gyorsaságát teljesítménynek nevezzük. Könnyebb összehasonlítani a gépek munkavégzését, ha minden gépet például 1 másodpercig működtetünk. A teljesítmény nagysága megmutatja, hogy a gép másodpercenként mennyi munkát végzett el. A teljesítmény jele: P. Egy gép teljesítményét úgy is kiszámolhatjuk, hogy az elvégzett munkát elosztjuk a munkavégzéshez szükséges idővel.

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

A teljesítmény mértékegysége: $\frac{\text{J}}{\text{s}}$ = watt, amit James Watt angol fizikus és feltaláló tiszteletére wattnak (W) nevezünk. Például egy 1200 W-os fúrógép, másodpercenként, 1200 J munkát végzett, egy 60 W-os izzó másodpercenként 60 J munkát végez azért, hogy fényesen világítson.

Példa

1. Egy mosogatógép 40 perc alatt végez egy adag edény mosogatásával, miközben 3600 kJ munkát végzett el. Mekkora a teljesítménye a mosogatógépnek?

Megoldás:

$W = 3600 \text{ kJ} = 3600\,000 \text{ J}$

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

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

A mosogatógép teljesítménye 1500 W.

2. Egy 80 W teljesítményű hűtőszekrény egész nap működik. Mennyi munkát végez el ez idő alatt?

Megoldás:

$P = 80 \text{ W}$

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

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

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

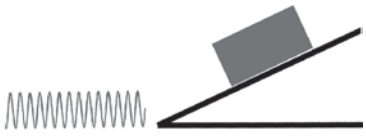
Ha a hűtőszekrény egész nap működik 6912 kJ munkát végez.

Mechanikai energia

Amikor egy golyó nekigurul egy rugónak, erővel hat rá, összenyomja azt, vagyis munkát végez Eközben a sebessége folyamatosan csökken, majd egy pillanatra megáll. Vagyis a mozgó golyónak munkavégző képessége van. Ezt a munkavégző képességet mozgási energiának nevezzük. Miután a golyó egy pillanatra megállt, az összenyomott rugó elkezdi gyorsítani, erővel hat rá, tolja maga előtt, vagyis ebben a folyamatban a rugó végez munkát. Most azt a megállapítást tehetjük, hogy az összenyomott rugónak munkavégző képessége van, ezt nevezzük rugalmassági energiának.

A mechanikai energia megmaradása

Az előzőekben azt láthattuk, hogy a környezetünkben levő testeknek lehetnek helyzeti, mozgási és rugalmas energiái. Amikor a testek kölcsönhatásai során a helyzetük, mozgásuk, alakjuk megváltozik, a folyamatban munkavégzés történik és megváltozik az energiájuk. A következő rajzon a lejtő tetejéről leguruló kis hasábnak csökken a helyzeti energiája, nő a sebessége, vagyis a mozgási energiája. A lejtő alján elkezdi összenyomni a rugót, ekkor csökken a mozgási energiája, de nő a rugó rugalmassági energiája.



Sok hasonló folyamatot megfigyelve, pontos méréseket végezve arra a következtetésre juthatunk, hogy a résztvevő összes test energiájának összege állandó marad. Ennek a feltétele, hogy ne legyen súrlódás a felületek között és nagyon jó minőségű rugót nyomjunk össze.

Érdekesség



James *Watt* (1735–1819) jelentős újításokat vezetett be az akkor még újnak számító gőzgépekhez. Ezzel olyan gépeket alkotott, melyek teljesítménye nagymértékben megnőtt. *Watt* tökéletesítette a gőzgépet; azt is szerette volna megtudni, mennyivel lettek jobbak az általa fejlesztett gépek, ezért kitalált egy módszert a teljesítmény mérésére. Akkoriban a gőzgépeket bányákban használták. *Watt*, mérések alapján, kiszámolta, hogy egy bányaló egy perc alatt mennyi szenet hoz a felszínre. Ezt választotta a teljesítmény egységének, ez lett 1 lóerő (1 LE). Ez a magyarázata annak, hogy az első gőzgépek teljesítményét lóerőben mérték. Manapság az autók motorjának teljesítményét szokták még – a watt mellett – lóerőben is megadni.

Összefoglalás

Fizikai értelemben munkának nevezzük az erőnek és az erő irányába eső elmozdulásnak a szorzatát.
A munkavégzés leggyakoribb fajtái az emelési, a gyorsítási és a súrlódási erő ellenében végzett munka.
A teljesítmény a végzett munkának, és a munka elvégzéséhez szükséges időnek a hányadosa.
A testek munkavégző képességét energiának nevezzük.
A mechanikai energiák: mozgási, helyzeti, rugalmassági energia.

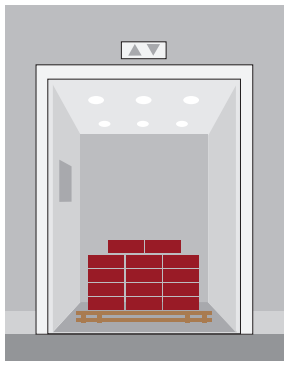
Kérdések, feladatok

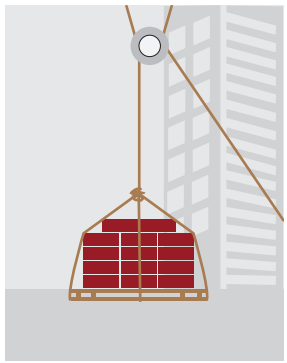
1. Keress otthon háztartási gépeket! A gépeken feltüntetik a teljesítményüket is. Gyűjtsd ki azokat a füzetedbe! Melyik a legnagyobb teljesítményű? Mit gondolsz mi ennek az oka?
2. Milyen magasra lehet egy 32 kg tömegű testet testet 2560 J munka árán egyenletes sebességgel felemelni?
3. Ha a 2. feladatban a testet gyorsítva emelnénk, akkor több vagy kevesebb munkát végeznénk?
4. Mennyi idő alatt tudjuk az 1. feladatban a testet felemelni, ha a teljesítményünk 40 W?
5. Nézz utána, hogy milyen teljesítmény mértékegységek léteznek még, és mi a váltószám köztük és a W között!
6. Egy energiatakarékos, 18 W-os égőt naponta 3 órán keresztül használunk. Ez mennyi munkavégzést jelent egy 30 napos hónapban?
7. Mennyi idő alatt készül el a pirítós, ha a kenyérpirító teljesítménye 900 W, és 140 400 J munka kell a pirítós kenyér elkészítéséhez?

5. GÉPEK

A gépek különféle energiát felhasználva végeznek számunkra hasznos munkát. Az elvégzendő munka meghatározza, hogy milyen gépet használunk. A gépek munkavégző képességét, erőkifejtő képességét, teljesítményét és szerkezetét úgy tervezik meg a mérnökök, hogy az adott feladatot a lehető legegyszerűbben, hatékonyan és célszerűen, jó hatásfokkal végezzék el. A gépek munkája nélkül nem épülhetett volna fel az a környezet, amiben ma élünk.

Tetőtér beépítés alkalmával az építőanyagot szállító autó daruja emelte fel a téglákat a padlástérbe. A daru azonban elromlott, ezért a rakodómunkás kénytelen volt kézben felhordani a téglákat. Szerette volna egy fordulóval felvinni az összeset, de belátta, hogy nem képes akkora erőt kifejteni, hogy egyszerre megemelje mindet és felmenjen vele. Kipróbálta, hogy nyolc darabot még nagy erőlködés nélkül meg tud emelni, így nyolcasával, több fordulóval vitte fel a téglákat.







Érdekesség



Már a középkorban foglalkoztatta az embereket olyan gép megalkotása, amely energiabefektetés nélkül végzi feladatát. Több ilyen masinát is bemutattak a nagyközönségnek. Ezek általában folyton forgó kerekek voltak, ezért nevezték örökmozgónak (perpetuum mobile). Előbb-utóbb azonban minden gépről kiderült, hogy nem mozog örökké. Végül a XIX. században több fizikus is bebizonyította, hogy nem lehet olyan gépet építeni, amely (energiabefektetés nélkül) örökké mozogna.



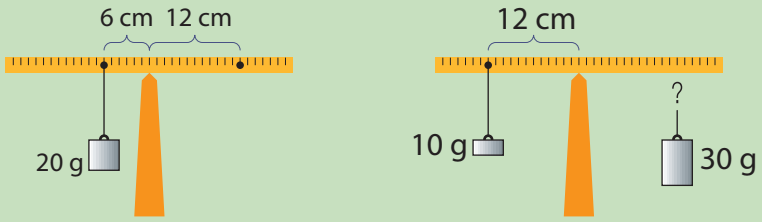
Az ember munkavégző képességének két határa van. Véges energiánk van, amit valamilyen időtartamon belül munkavégzésre tudunk fordítani. Általánosan elfogadott dolog, hogy az ember napi rendszerességgel nyolc órán át végez aktív munkát. Ez alatt elvesztett energiáját a szervezete másnapra pótolni tudja. Erőkifejtő képességünk is véges. Ez meghatározza munkavégző képességünket, még akkor is, ha lenne elegendő energiánk az adott munka elvégzésére. Egy kátyúba rekedt autót ki tudnánk menteni, ha 3000 N erővel meg tudnánk emelni a végét 20 centiméterre. De 3000 N-t nem tudunk kifejteni, csak 300 N-t, így a kocsi meg se moccan. Pedig 300 N erőt ki tudunk fejteni 200 cm hosszon, vagyis tudunk annyi munkát végezni (van annyi energiánk), amennyi a kocsi kimentéséhez kell. Tehát az ember egy olyan „gép”, aminek erőkifejtő és munkavégző képessége nagyon is korlátozott. A valódi gépeket leggyakrabban elektromos energia vagy nagynyomású, magas hőmérsékletű gáz energiája működteti. (Ezekről az energiákról később fogunk részletesebben tanulni.) Ezekhez a gépekhez megfelelő szerkezeteket (például emelőszerkezet vagy fogaskerekek) kapcsolva számunkra hasznos munkát tudunk végeztetni. A bevezetőpéldában téglát emeltettünk egy daruval a padlástérbe.

Léteznek a fentieknél egyszerűbben működő gépek, amiket valóban egyszerű gépeknek nevezünk. Ezeket az ember használja munkavégzése során és abban adnak segítséget, hogy kisebb erő kifejtésével tudjuk elvégezni a szükséges munkát, változtatást. Munkát nem takarítunk meg velük, de használatuk megkönnyíti munkavégzésünket.

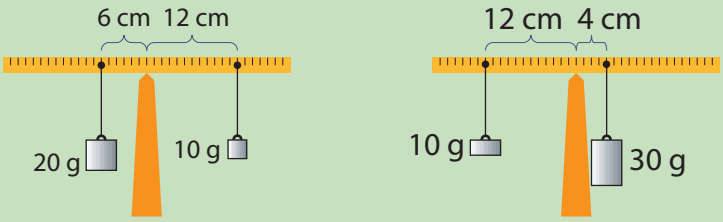
Az erő forgató hatása

Kísérlet

Helyezzük el a testeket úgy, hogy a mérleg egyensúlyban legyen!



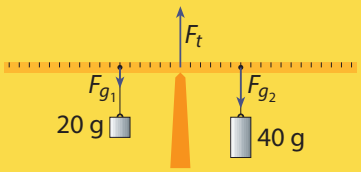
Tapasztalat:



Erő hatására a testek nem csak haladó, hanem forgómozgást is végezhetnek.
A forgómozgást forgatónyomatékkal jellemezzük.

Jó, ha tudod

Az erő forgató hatása – forgatónyomaték



- Az erőhatás a testeknek a forgását is megváltoztathatja. **Az erőnek forgató hatása is lehet.**
- Az erő forgató hatása csak akkor érvényesül, **ha hatásvonala nem megy át a forgástengelyen.**
- Változatlan erő forgató hatása függ attól, hogy hatásvonala milyen messze van a forgástengelytől. **Az erő hatásvonalának a forgástengelytől mért távolságát erőkarnak nevezzük.** Jele: *k*; mértékegysége: m, cm, …
- A forgató hatás egyenesen arányos az erő nagyságával és az erőkar hosszával.
- **Egyenlő nagyságú forgató hatásoknál az erő és az erőkar szorzata egyenlő. Ezt a szorzatot forgatónyomatéknak nevezzük.** Jele: *M*.
- $M = F \cdot k$, így mértékegysége Nm (newtonméter).

Egyszerű gépek

Léteznek a lecke elején bemutatott gépeknél egyszerűbben működő gépek, amiket valóban egyszerű gépeknek nevezünk. Ezeket az ember használja munkavégzése során és abban adnak segítséget, hogy kisebb erő kifejtésével tudjuk elvégezni a szükséges munkát, változtatást. Munkát nem takarítunk meg velük, de használatuk megkönnyíti munkavégzésünket. Megkülönböztetünk emelő típusú és lejtő típusú egyszerű gépet. Emelő típusú egyszerű gépek közé tartozik az emelő, a csiga és a hengerkerék. Lejtő típusú egyszerű gép a lejtő, az ék és a csavar. Egy teherautóhoz támasztott pallón (lejtő) könnyebb felgurítani egy hordót, mint felemelni. Egy gyaluval (ék) könnyen levághatunk a fából egy darabot. A feszítővassal (emelő) könnyen kiemelhető a csatornafedél. Egy csavart könnyen behajthatunk

a fába. Csigák segítségével könnyen felhúzható a hajó vitorlája. A kerekes kút hajtókarjával (hengerkerék) könnyen felhúzható a vödör víz. Az egyszerű gépek emberi vagy állati erővel dolgoznak. Munkát nem spórolunk velük, csak könnyebbé teszik a feladat elvégzését.

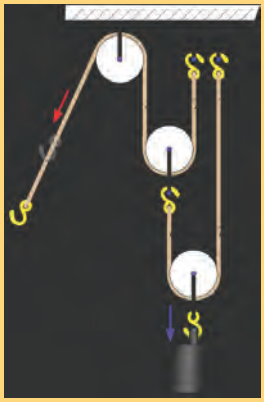







Nézz utána!

Az ókor egyik nagy tudósa, *Arkhimédész* foglalkozott az egyszerű gépekkel. Az egyiptomiak számára egy csavar alakú, egyszerű szerkezetet, városának pedig csigákból álló gépet tervezett. *Arkhimédész* nevéhez kötődik egy híres mondás, amit az emelő típusú, egyszerű gépekről jegyzett meg. Mi volt ez a mondás?

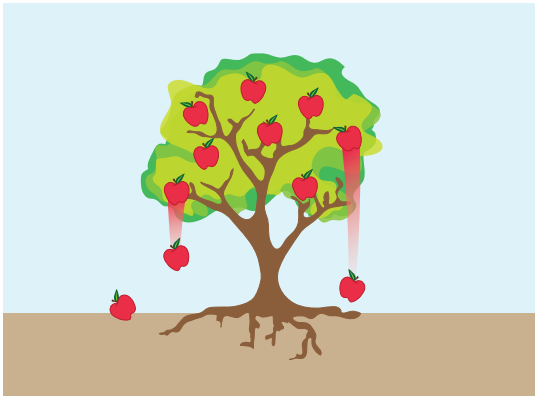



Kérdések, feladatok

1. Hova üljenek a gyerekek a 3 m hosszú mérleghintán, hogy egyensúlyban legyenek? Tömegük 10 kg és 20 kg.
2. Az alábbiakban konyhai eszközöket látsz felsorolva. Döntsd el, hogy a hatféle egyszerű gép melyikének felelnek meg! Hústű, kés, sörnyitó, tojásszeletelő, krumplinyomó, kézi húsdaráló, fokhagymaprés.



6. ÖSSZEFOGLALÁS



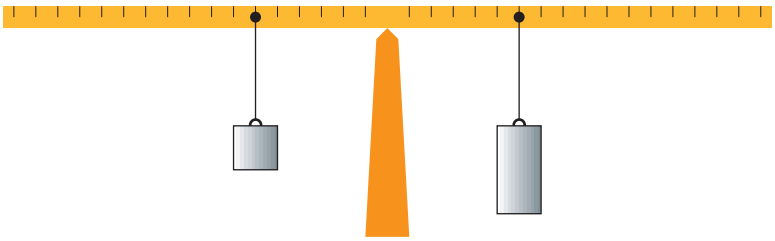
Erőhatás következtében a testek mozgásállapota, illetve alakja is megváltozhat.
Erő jele: F
Mértékegysége: N (newton)

Erő fajtái:
- gravitációs erő (F_g) minden testre hat a Földön,
- súlyerő (G) alátámasztásra vagy felfüggesztésre hat,
- súrlódási erő,
- közeg-ellenállási erő.

A súlytalanság állapotában a testek szabadon esnek.

Egyensúly feltétele: a testre ható erők eredője nulla.
A testek egyensúlyi helyzete biztos, bizonytalan, vagy közömbös lehet.

Az egyszerű gépek emberi vagy állati erővel dolgoznak. Munkát nem spórolunk velük, csak könnyebbé teszik a feladat elvégzését.



Emelő típusú egyszerű gép: emelő, csiga, hengerkerék.
A forgatónyomaték egyenesen arányos az erőkar nagyságával és az erőkar szorzatával. $M = F \cdot k$.
Mértékegysége: Nm.

Lejtő típusú egyszerű gép: lejtő, ék, csavar.



A gépek munkavégzésének gyorsaságát **teljesítmény**nek nevezzük.
A teljesítmény jele: P, mértékegysége W.

Mechanikai energiafajták: helyzeti, mozgási, rugalmas energia.

A mechanikai energia megmaradásának tétele.

1. A NYOMÁS

Ha havon akarunk járni, és nem szeretnénk térdig belesüppedni, akkor a talpunkat kell valamivel megnagyobbítanunk.
Minél nagyobb tappancsunk van, annál kevésbé fogunk elmerülni a hóban.



1. kísérlet



Helyezzünk lisztre vagy homokra egy alumínium hasábot 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

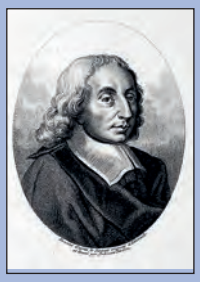


Helyezzünk lisztre vagy homokra egy rézből, egy alumíniumból és egy fából készült hengert, amelyeknek ugyanakkora az alapterülete! Figyeljük meg, melyik henger süpped be legmélyebben a homokba!
Tapasztalat:
A rézhengernek a legmélyebb a nyoma, mert a rézhenger a legnehezebb a három test közül.

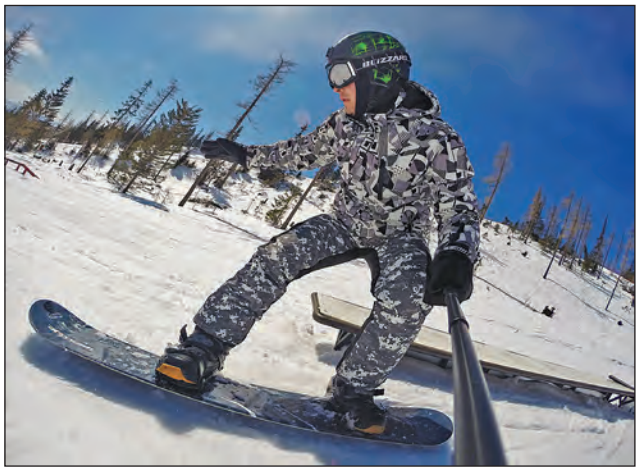
Ha a nyomóerő nagyságát elosztjuk a nyomott felület nagyságával, fontos fizikai mennyiséget kapunk, amelyet nyomásnak nevezünk.
A nyomás jele: p.
Számítása:

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

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



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.



A mindennapi életben használt eszközöknél a különböző nyomás elérése a cél.
Hogyan érhetünk el kis nyomást?
1. Az érintkező felület növelésével.
   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, így könnyebb a járművet kiszabadítani.



Hogyan érhetünk el nagy nyomást?

1. Az érintkező felület csökkentésével.
2. A nyomóerő növelésével.

Minél nagyobb szöget akarunk beverni a fába, annál nagyobb erőt kell kifejtenünk, annál nagyobb kalapácsra van szükségünk. Tudjuk, hogy ha valamit préselni szeretnénk, nagyobb erővel eredményesebbek lehetünk. Ezért is használnak a szőlő levének a kinyerésére szőlőprést.



A konyhai eszközök egy része is a nagy nyomás elérése révén éri el a kellő hatást.



3. kísérlet

Egy üres dobozt ragasszunk le egy papírlappal! Próbáljuk meg a papírlapot különböző tárgyakkal (pl. ceruza tompa végével, ceruza hegyes végével, tűvel) átszakítani. Melyik esetében kell a legkisebb erőt kifejteni?

Tapasztalat:

A tűvel a legkönnyebb átszakítani a papírt, mert az érintkezik vele a legkisebb felületen. A tű annál könnyebben hatol át az anyagon, minél hegyesebb. Miközben varrunk, a tű fokát az ujjunkkal toljuk előre. Itt nem kívánatos a nagy nyomás, de ennek a résznek is hegyesnek kell lenni, különben nem tudnánk áthúzni az anyagon. Ezért szoktunk a varráshoz gyűszűt használni.



Példák

1. Egy 50 kg tömegű gyermek két cipőtalpának együttes területe 500 cm^2.
Mekkora nyomással nehezedik a gyermek a padlóra?

Megoldás:

$m = 50$ kg → $F_{nyomóerő} = 500$ N

$A = 500$ cm^2 = 0,05 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 dm^2, álló helyzetben 3000 Pa nyomást fejtenek ki a talajra. Mekkora a létra tömege?

Megoldás:

$p = 3000$ Pa

A = 2 dm^2 = 0,02 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:

$m = 15$ kg → $F = 150$ N

$p = 15$ kPa = 15 000 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 m^2.

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 $\left(p = \frac{F}{A}\right)$.
A nyomás mértékegysége. Pa = $\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$.
A nyomás növelhető:
– a nyomóerő (súly) növelésével,
– a nyomott felület csökkentésével.
A nyomás csökkenthető:
– a nyomóerő (súly) csökkentésével,
– a nyomott felület növelésével.

Kérdések, feladatok

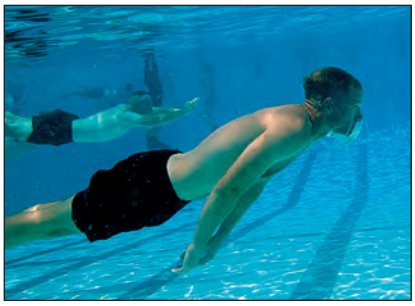
1. A fakírok egyik kedvenc mutatványa, hogy ráfekszenek a szöges ágyra. Mit gondolsz, miért nem szúrják meg testüket a szögek?
2. Havas úton a keskeny vagy a széles kerekű autóval lehet biztonságosabban közlekedni?
3. A teve a laza szerkezetű, süppedős homokban jár. Magyarázd el, hogy a teve patájának az alakja hogyan segíti homokban való járást!
4. Keress a mindennapi életből minél több példát, amikor a nyomás növelése a célunk! Hogyan érjük el?
5. Keress a mindennapi életből minél több példát, amikor a nyomás csökkentése a célunk! Hogyan érjük el?



6. Számítsuk ki a táblázatban hiányzó erő, nyomás, felület értékeit!

F	50 N	150 N		6 N	
A	0,2 m^2		2 m^2	300 cm^2	40 dm^2
p		50 $\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$	20 $\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$		300 $\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

2. A HIDROSZTATIKAI NYOMÁS



Aki búvárkodott már úszás közben, tapasztalhatta, hogy a víz alatt könnyen bedugulhat a füle.
Aki járt már nagy akvárium mellett, megfigyelhette, hogy az akvárium fala nagyon vastag (16 cm), átlátszó anyagból készült.

Mi a magyarázata a tapasztaltaknak?



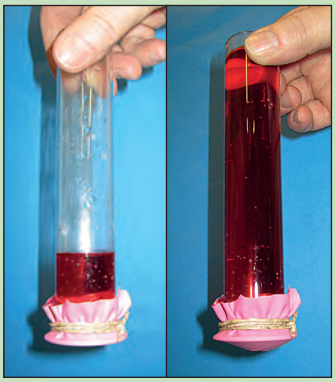
Egy folyadék olyan alakot vesz fel, amilyen alakú edénybe öntik. A súlyából adódóan nyomja a tárolóedény alját, tehát a folyadéknak van nyomása.

1. kísérlet

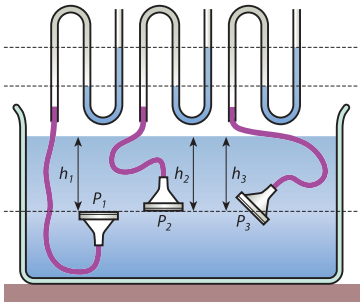
Erősítsünk egy 3–4 cm átmérőjű üvegcső egyik végére egy gumihártyát! Töltsünk a csőbe megfestett vizet!
Figyeljük meg, hogyan változik a gumihártya alakja, miközben töltjük a hengerbe a színes vizet!

Tapasztalat:

Ahogy emelkedik a víz szintje a hengerben, úgy domborodik ki egyre inkább a gumihártya az alján. Nagyobb mennyiségű víznek nagyobb súlya van, amitől a gumihártya jobban meg fog nyúlni!



Víz alatt a gumihártya domborulatának változása lehetővé teszi, hogy a folyadék nyomásának változását vizsgálhassuk vele úgy, hogy összekötjük egy U alakú csővel. Ebben az U alakú csőben 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.
Egy adott felületen a hidrosztatikai nyomásból származó erő nagysága minden irányban ugyanakkora.



A folyadékok nyomását mérőműszerrel is mérhetjük, az erre szolgáló eszköz neve: **manométer**.
Figyeld meg, hogy a gyakorlatban milyen mértékegységet használunk a nyomás értékének megadásakor!
Járj utána, hogy 1 *bar* hány *pascal*nak felel meg!



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?

2. kísérlet



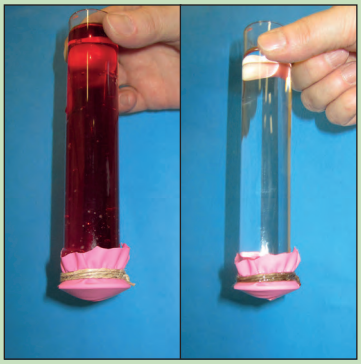
Lyukasszunk ki egy műanyag flakont egymás alatt, 3 különböző helyen, majd fogjuk be a lyukakat, és töltsük meg a flakont vízzel!
Figyeljük meg, hogyan fog kifolyni a víz a lyukas palackból!

Tapasztalat:

Minél magasabb a vízoszlop a lyuk felett, annál távolabb ér a vízsugár. Sőt, ahogy csökken a folyadékoszlop magassága, úgy csökken a kifolyó vízsugár íve. A kifolyó vízsugár íve függ a lyuknál levő folyadéknyomástól. Vagyis minél magasabb a vízoszlop a lyuk felett, annál nagyobb a víz nyomása.

A folyadék nyomása függ a folyadékoszlop magasságától. 10 m magas vízoszlop nyomása 100 000 Pa.

3. 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 denaturáltszesz-oszlop.

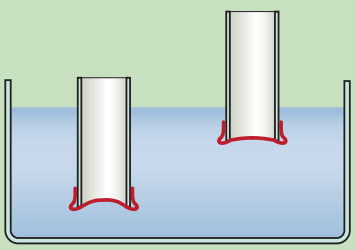
A folyadék nyomása függ a folyadék sűrűségétől is.
Azonos magasságú folyadékoszlop esetén a nagyobb sűrűségű folyadéknak nagyobb lesz a hidrosztatikai nyomása.



A Duna mellett sétálva megfigyelhetjük, hogy a folyópartot ferdére építették.
Amikor az árvíz ellen védekeznek, a több sorba lerakott homokzsákokat, oldalról, még meg is támasztják!
Miért? Nem csak lefelé hat a víz nyomása?



4. kísérlet



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

Tapasztalat:

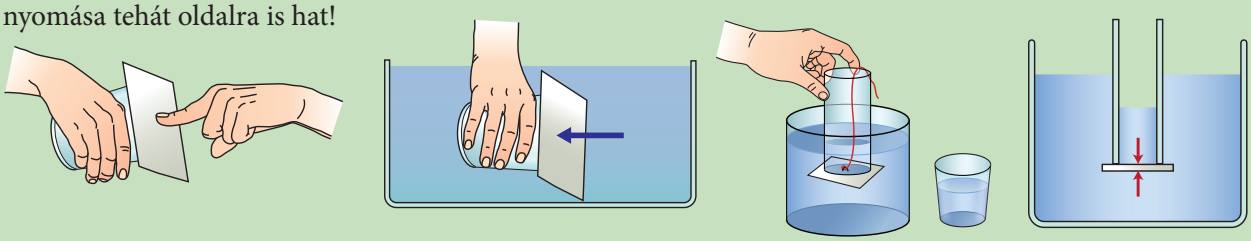
Azt látjuk, hogy minél mélyebbre merül a cső, annál homorúbb lesz az alját fedő gumi. Ez arra utal, hogy a víz nyomása felfelé is hat.

5. kísérlet

Szorítsunk műanyag lapot egy oldalra fordított pohár szájára, és merítsük az egészet víz alá! A víz alatt engedjük el óvatosan a lapot! Leesett a műanyag lap?

Tapasztalat:

Nem esett le. A műanyag lap csak akkor nem esik le, ha a pohár szájához valami odanyomja. Mielőtt vízbe merítettük, a kezünket használtuk, a víz alatt pedig maga a víz szorította a műanyag lapot a pohárhoz. A víz nyomása tehát oldalra is hat!



A folyadék nyomása zárt térben

A folyadéknak nem csak a súlya miatt lehet nyomása!

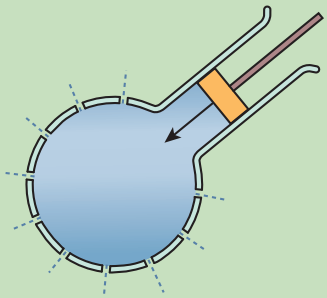
6. kísérlet

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 lévő folyadékkal kiválóan lehet a külső nyomást továbbítani.



Zárt térben lévő folyadékban a külső nyomás minden irányban ugyanakkora. Ez Pascal törvénye. Ezen az elven működik a konténerszállító emelője, a teherautó billentője, az emelőkocsi, és a szervizekben az autóemelő is.

Összefoglalás

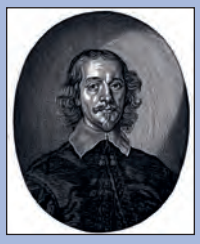
A folyadék súlyából származó nyomást hidrosztatikai nyomásnak hívjuk.
A hidrosztatikai nyomás annál nagyobb: – minél nagyobb a folyadékoszlop magassága,
– minél nagyobb a folyadék sűrűsége.
A folyadékok nyomását manométerrel mérhetjük.
A folyadékban, azonos mélységben, a hidrosztatikai nyomás minden irányban ugyanakkora.
Zárt térben lévő folyadékban a külső nyomás minden irányban ugyanakkora.

Kérdések, feladatok

1. Miért dugulhat be a füled a víz alatt?
2. Magyarázd el, miért szélesednek lefelé a gátak!
3. A gumihártyás kísérleti eszközünket 5 cm mélyen belemerítjük egy vízzel teli nagy lavórba, majd 5 cm mélyen, egy vízzel telt, karcsú vázába. Hol lesz nagyobb a nyomás?
4. 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?

3. A LÉGNYOMÁS

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



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. Nézz utána, mi volt ez a kísérlet!

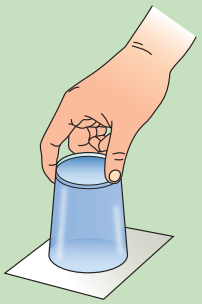


A levegő, a szilárd testekhez hasonlóan, nyomja az alatta lévő felületet. De nem csak azt!

1. kísérlet

Tegyünk egy vízzel teli pohár szájára egy kartonlapot, majd fordítsuk meg a poharat, szájával lefelé, és engedjük el a papírt! Óvatosan oldalra is fordíthatjuk.

Tapasztalat:
Meglepő módon nem esik le a papír, noha mi már nem tartjuk.
A levegő nyomása az, amely bármilyen irányból, alulról és oldalról is, odaszorítja a papírt a pohárhoz.

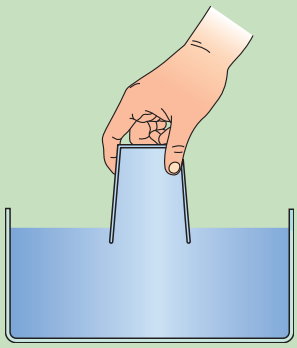


A légnyomás tehát minden irányba hat.
Guerickének is azért sikerülhetett a kísérlete, mert gömbjét minden irányból szorította a levegő. A fizikában a mennyiségeket igyekszünk meghatározni, de hogy lehet kb. 40 km magas levegő súlyát, esetleg nyomását mérni?

2. 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, majd egy minél nagyobb mérőhengerrel!

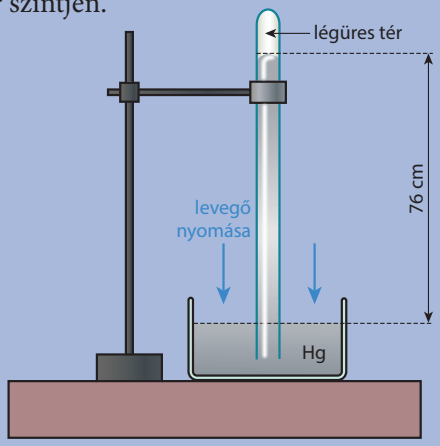
Tapasztalat:
A víz nem folyt ki a pohárból, kémcsőből, mérőhengerből. Amilyen magasan kiemelkedtek ezek a vízből, ugyanolyan magasan állt a víz is bennük. Ez azért lehetséges, mert a légnyomás, amely minden irányba hat, annyira nagy, hogy a vizet képes ekkora magasságba is felnyomni.



Így már könnyű lenne meghatározni a légnyomás értékét, csak azt kellene megmérni, hogy milyen magasra képes a vizet felnyomni egy csőben.
Tapasztalat szerint 10 méter magas vízoszlopot kapnánk, vagyis mégsem lenne ez a kísérlet annyira könnyű.



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.



A levegő nyomása 76 cm magas higanyoszlop nyomásával egyezik meg.
Értéke: 101 323 Pa, tehát 1013,23 hPa, **közelítőleg 101,3 kPa.**
Sok helyen használnak más légnyomás-mértékegységet is.
Például: atmoszféra, bar, torr, higanymilliméter. Találkoztál már ezekkel? Hol?

Manapság a képen látható eszközzel szoktunk légnyomást mérni. **A légnyomás mérésére szolgáló eszköz neve: barométer.**
Figyeld meg a fényképen, milyen mértékegységekben mér ez a műszer! Mit gondolsz, miért van rajta két mutató? Olvasd le, mit mutat a műszer!



Érdekesség

Egy 13–14 éves gyermek testfelülete kb. 1,3 m². Ha a légnyomást az egyszerűség kedvéért 100 000 Pa-nak 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?

Mitől függ a légnyomás?



Több magyar hegymászó is elérte a 8000 méter feletti magasságot.
Beszámolóikból megtudhatjuk, hogy már 4000 métertől kezdődően megmutatkoznak a hegyi betegség jelei: a légzés elmélyülése, a szívverés gyorsulása, a hőségérzet, a lüktetés a halántékon, a látótér elsötétedése, a szédülés és a hányinger. Ilyenkor a hegymászó minden iránt közönyösnek érzi magát, s nehezen legyőzhető észbeli restséget tapasztal. Ezek a tünetek a légnyomás csökkenése miatt jelentkeznek, mert a tüdőhólyagocskák nem tudnak megfelelő mennyiségű oxigént felvenni.
A tapasztalat szerint 5000 méter magasan a légnyomás már csak a fele a tengerszinten mért értéknek, 8000 méteren pedig csupán a harmada. Nagy magasságok meghódítása csak úgy lehetséges, ha a hegymászók szerveze-

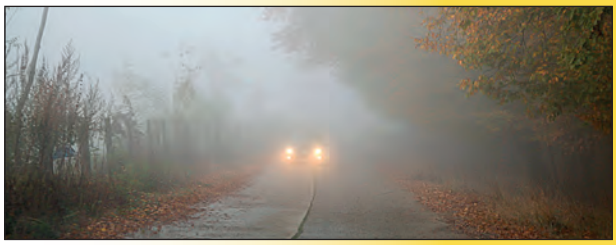
te, több héten keresztül, alkalmazkodik a hegyi viszonyokhoz.
A légnyomás értéke függ a levegőoszlop magasságától. Minél nagyobb a tengerszint feletti magasság, annál kisebb a nyomás.
Már régen megfigyelték, hogy az időjárás változása igen érezhetően hat az emberek többségének lelkiállapotára, egészségére.
Kint, a szabadban, eső előtt, előjönnek a hangyák, ilyenkor a fecskék is alacsonyabban röpködnek. A változó időjárás kihat a légnyomásra: minél párásabb a levegő, annál kisebb lesz a légnyomás, ez hat az emberekre és az állatokra is.
A légnyomás értéke függ a levegő páratartalmától.

Jó, ha tudod

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

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.



Nyomáskülönbségen alapuló eszközeink

Nem is gondoljuk, milyen sokszor használunk a napi tevékenységeink során olyan eszközöket, tárgyakat, amelyekben – a légköri nyomáshoz képest – egy zárt térben lévő gáznak növeljük vagy csökkentjük a nyomását, az igényünknek megfelelően.

3. kísérlet



Szívj fel egy csepp vizet az orrcseppentővel úgy, hogy a gumi részét összenyomod, és beleteszed a nyílását a vízbe. Lassú elengedés után az orrcseppentő felszívta a vizet, majd 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.
A legtöbbel már biztosan találkoztál! Mire és hol használhatjuk ezeket?


Lefolyó tisztító pumpa


Illatszerszóró


Kút


Matrac pumpa


Kerékpár pumpa



Szódásüveg



Üvegtábla emelő



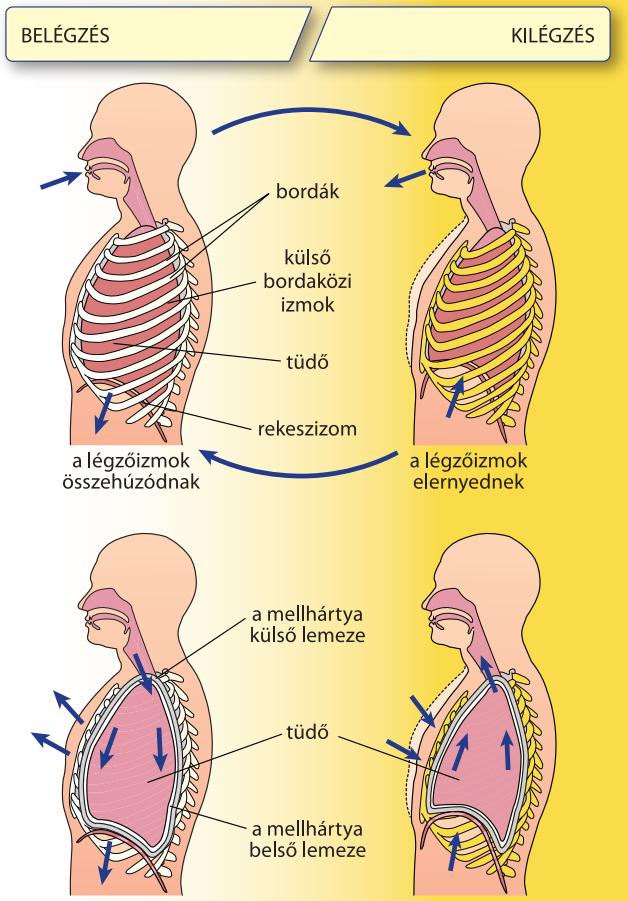
Vizipisztoly

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.

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.



Kérdések, feladatok

1. Mit gondolsz, miért nem hagyja el a Földet, és oszlik el a világűrben a levegő?
2. Használható-e a 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. Nézz utána, hogy egy átlagos ember mennyi levegőt szív be egy lélegzetvétellel!
6. Fontos, hogy a Torricelli-csövet feltétlenül függőlegesen tartsuk?



4. KÖZLEKEDŐEDÉNYEK, HAJSZÁLCSÖVESSÉG



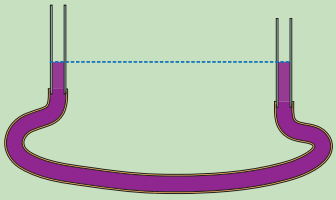
Nagyobb városokban, a turisták – különleges kidolgozottságuk, egyedi szépségük miatt – gyakran fényképezik a régi víztornyokat. A manapság, főként kisebb falvak szélén épült víztornyok formája nagyon egyszerű. Mindkét építménynek ugyanaz a szerepe: biztosítaniuk kell a település házainak vízellátását.

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 folyadék 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 az egyik végén se!
Figyeljük meg a folyadékszintek egymáshoz viszonyított helyzetét!
Tapasztalat: Hiába emeljük meg bármelyik ágat, a festett víz szintje akkor is megegyező magasságban marad.



2. kísérlet

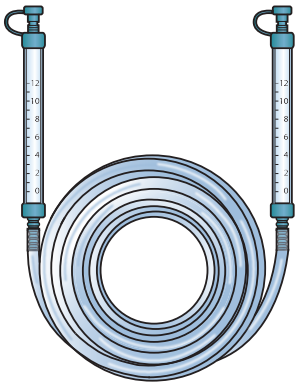
Öntsünk vizet különböző átmérőjű és alakú, több ágból álló közlekedőedénybe! Döntsük meg lassan ide-oda, és nézzük meg, mi történik!
Tapasztalat: Az alaktól és az üvegcső átmérőjétől függetlenül, a folyadék felszíne minden ágban, a közlekedőedény legalsó pontjához képest, ugyanolyan magasan van.
Ez nem is lehet másképp, mert ugyanabban a vízszintes síkban a folyadék nyomása azonos.



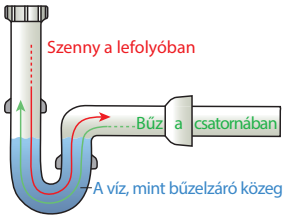


A felül nyitott edények vagy csövek rendszerét, amelynek ágai között a folyadék szabadon áramolhat, közlekedőedénynek nevezzük.

A közlekedőedény minden ágában egy vízszintes síkban ugyanakkora a hidrosztatikai nyomás. Ezért a nyugvó folyadék felszíne minden ágban ugyanabban a vízszintes síkban van.







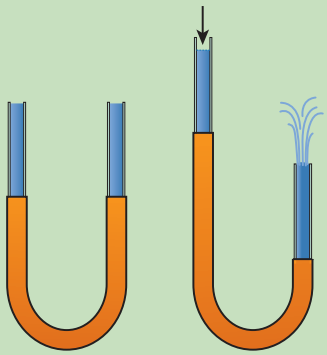
Közlekedőedény a teáskanna, az öntözőkanna, a tartályok folyadékszint jelzője, és a slag vízmérték is.

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.

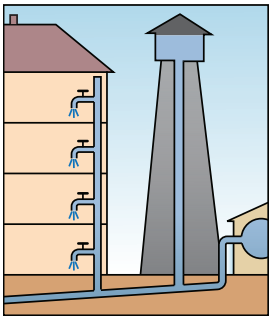
3. kísérlet

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

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 kellene állnia a víznek, ezért folyik ki a másikon.



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.
Gondold végig az átkelés lépéseit!
1. Magasabb vízállású helyről az alacsonyabb szintre!
2. Alacsonyabb vízszintről a magasabb vízállású szintre!

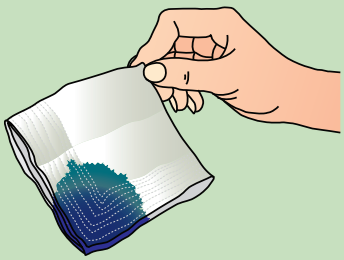


Hajszálcsövesség

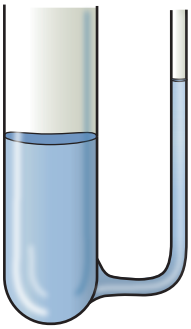
4. kísérlet

Mártsuk tintába egy papírzsebkendő sarkát! Mit veszünk észre?

Tapasztalat: A papírzsebkendő felszívta a tintát.

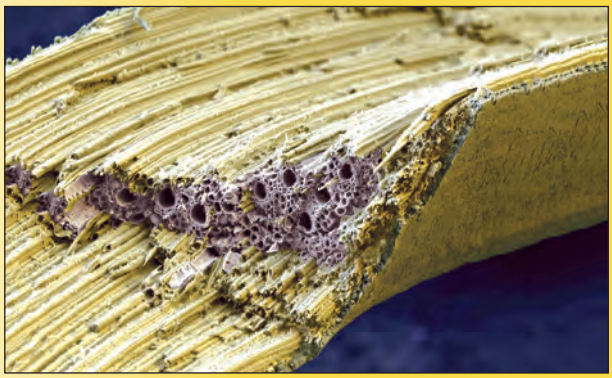


A papírzsebkendőben, kockacukorban, törölközőben, textilpelenkában **kicsi keresztmetszetű**, hajszálvékony járatok vannak. Ezekben a víz ugyanúgy viselkedik, mint a képen látható, hajszálvékony üvegcsőben. Megfigyelhető, hogy **a hajszálcsövekben a víz felszíne magasabban van, mint a külső folyadékszint. Ezt a jelenséget hajszálcsövességnek nevezzük.**



Jó, ha tudod

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 pamut trikó 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

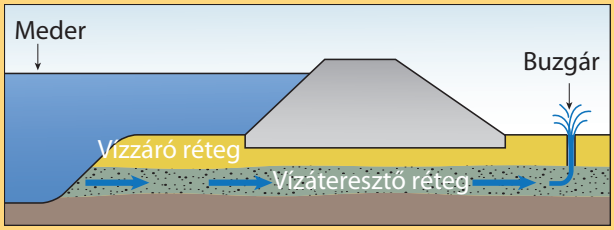
A felül nyitott edények vagy csövek rendszerét, amelynek ágai között a folyadék szabadon áramolhat, közlekedőedénynek nevezzük.
A közlekedőedény minden ágában a nyugvó folyadék felszíne ugyanabban a vízszintes síkban van.
A kicsi belső átmérőjű csöveket hajszálcsöveknek nevezzük.
A hajszálcsövekben a 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 törölköző 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?







5. ARKHIMÉDÉSZ TÖRVÉNYE

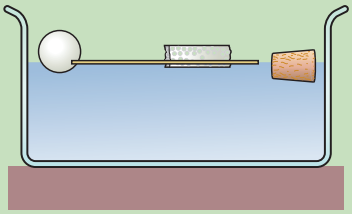


Ázsiában, a Holt-tengerben, azok sem süllyednek el a vízben, akik egyáltalán nem tudnak úszni. Sőt, akár újságot is olvashatnak a vízben, hanyatt fekve!
Hogyan lehetséges ez?
Miféle különleges vize van a Holt-tengernek?



1. kísérlet

Nyomjunk víz alá, majd engedjünk el egy parafa dugót, pingponglabdát, hungarocelldarabot, hurkapálcát!
Ismételjük meg a kísérletet úgy, hogy a tárgyakat a denaturált szesz felszíne alá nyomjuk!
Mi történt az elengedés után a parafa dugóval, pingponglabdával, hungarocelldarabbal, hurkapálcával?

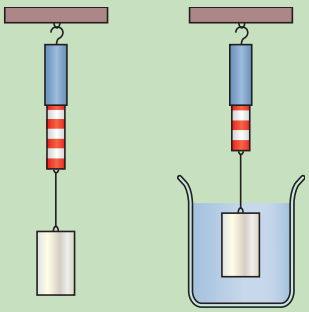


Tapasztalat: Mindegyik feljött a víz felszínére, illetve a denaturált szesz tetejére.
A felfelé mozgáshoz erőre volt szükség, amit a víz, illetve a denaturált szesz fejtett ki a belemerített tárgyakra. Ezt a felfelé irányuló erőt **felhajtóerőnek** hívjuk.

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 mártása után azért mutatott kisebb értéket a gravitációs erőnél, mert a vízben már a felhajtóerő is hatott a testre. Amennyivel kevesebb értéket mutatott a vízbe mártás után az erőmérő, akkora erővel emelte a víz a hengert, vagyis ez pontosan megegyezik a felhajtóerő nagyságával.

Ezzel a módszerrel megállapíthatjuk a felhajtóerő nagyságát.

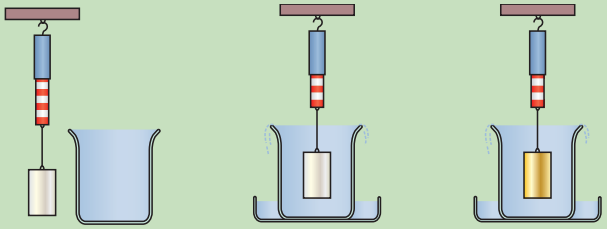
Elvégezhetjük a második kísérletet egy magas pohárban, vagy mérőhengerben is, a hengert hosszú fonálon lógatva. Akkor azt tapasztaljuk, hogy bármilyen mélyen lógatjuk a vízbe a hengert, az erőmérő ugyanakkora értéket mutat. Tehát a felhajtóerő nagysága nem függ attól, hogy milyen mélyen van a test a folyadék felszíne alatt.

Jó, ha tudod

Ha vízből kell kiemelni egy nehezebb tárgyat (például hajóroncsot, háborús bombát, autót), nem elég, ha a víz alatt egy daru meg tudja emelni, a víz fölött is meg kell tudnia tartani, amihez bizony nagyobb erő szükséges. Amíg ugyanis az emelt tárgy a víz alatt van, a víz felhajtóereje is segíti az emelést.

3. kísérlet

Töltsünk tele vízzel egy főzőpoharat! Ebbe fogjuk mártani az alumínium hengert. Függesszük fel az alumínium hengert a rugós erőmérőre, majd olvassuk le, mekkora értéket mutat!
Ezután merítsük bele a vízbe, és határozzuk meg az alumínium hengerre 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.

A felhajtóerő nagysága megegyezik a henger által kiszorított víz súlyával.



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.



Felhajtóerő bizonyíthatóan nem csak 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.**



Ha a medence szélén megkapaszkodunk, érezhetjük, hogy testünket emelgeti a víz. Miért nem érezzük a szabad levegőn járva ezt az „emelgetést”? A különbség a felhajtóerő nagyságában van.
Számítsuk ki ezt a felhajtóerőt!

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:

$$\varrho = \frac{m}{V} \rightarrow V = \frac{m}{\varrho} = \frac{70\ \text{kg}}{1070\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \cong 0{,}065\ \text{m}^3 = 65\ \text{dm}^3$$

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

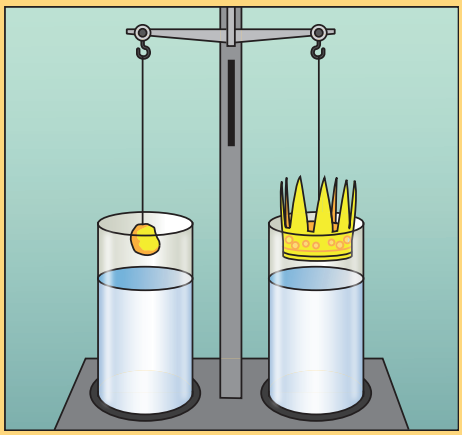
A vízben, kerekítve, 770-szeres a felhajtóerő nagysága, a levegőben számított értékhez képest $\frac{650\ \text{N}}{0{,}845\ \text{N}} \cdot 770\ \text{N} \cdot$ Ez választ is ad a kérdésünkre.
(Mivel ugyanarra a testre ható felhajtóerőket számítottuk ki, úgy is gondolkodhatunk, hogy ahányszor nagyobb 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. Vizsgáld meg, hogy hol hat rá nagyobb felhajtóerő?
3. Nézz utána, hogyan bizonyította be Arkhimédész, hogy tiszta aranyból készült-e a korona!
4. A Kurszk nevű atom-tengeralattjárót 1994-ben bocsátották vízre. A hajó méretei méltóságot sugalltak, hiszen a hossza 154 m, szélessége a legszélesebb részen: 18 m, legnagyobb sebessége: 52 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ volt, a térfogata pedig 16 400 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”.
   Nézz utána, hogy a tengeralattjárók milyen mélységben „közlekednek”!





6. ÚSZÁS, LEBEGÉS, MERÜLÉS

A világ legnagyobb konténerszállító hajója Európa és Ázsia között közlekedik. Gigantikus méretei miatt Európában csak néhány kikötő képes fogadni. 18 000 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 üvegkádat 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.
A következő táblázatba kigyűjtöttük a vízbe tett tárgyak anyagának sűrűségét aszerint csoportosítva, hogy úsznak vagy elmerülnek.
Milyen összefüggést vehetünk észre?

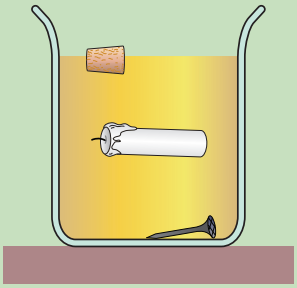


A víz sűrűsége 1 $\frac{g}{cm^3}$			
Úszik a vízen		Elmerül a vízben	
hungarocell	0,02 $\frac{g}{cm^3}$	gyurma	1,6 $\frac{g}{cm^3}$
parafa	0,24 $\frac{g}{cm^3}$	üveg	2,6 $\frac{g}{cm^3}$
tölgyfa	0,8 $\frac{g}{cm^3}$	kavics	2,65 $\frac{g}{cm^3}$
fenyőfa	0,5 $\frac{g}{cm^3}$	alumínium	2,7 $\frac{g}{cm^3}$
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 $\frac{g}{cm^3}$

Azt láthatjuk, hogy azok a tárgyak úsznak a vízen, amelyeknek a sűrűsége kisebb a víz sűrűségénél, és azok a tárgyak merültek el, amelyeknek a sűrűsége nagyobb a vízénél.

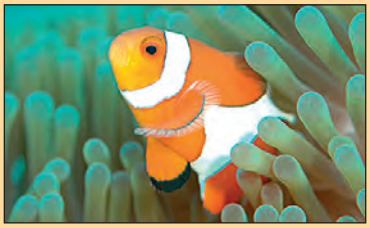
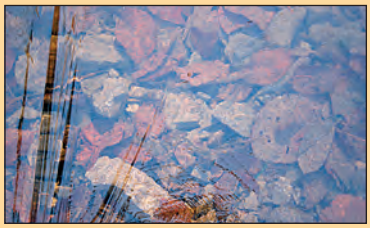
2. kísérlet

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.
Vizsgáljuk meg ezeknek az anyagoknak a sűrűségét!



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 $\frac{g}{cm^3}$

Ezek szerint a gyertya azért lebeg az olajban, mert ugyanakkora a sűrűsége.

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.
		
$\varrho_{test} < \varrho_{folyadék}$	$\varrho_{test} = \varrho_{folyadék}$	$\varrho_{test} > \varrho_{folyadék}$

Az óriás szállítóhajók tömege 100 000 tonnánál is több lehet. Vasból épülnek, és hatalmas terhet szállítanak. Hogy lehet a szállítóhajók sűrűsége a tengervízénél kisebb, hogy úszni tudnak?



3. kísérlet

Alufóliából hajtogassunk egy hajót, és egy tömör alumínium hengerrel együtt tegyük mindkettőt a vízbe!

Mit látunk?

Tapasztalat: Az alumíniumból készült hajónk úszik, a tömör alumíniumdarab elmerül.

Ezután fogjuk az alumínium kishajónkat és gyűrjük össze kézzel olyan picire, amilyenre csak tudjuk! Igyekezzünk minden levegőt kiszorítani belőle! Majd tegyük a vízbe megint!

Mit látunk?

Még mindig úszik az alumíniumgombóc, noha mélyebbre merül az alja, mint hajó állapotában.

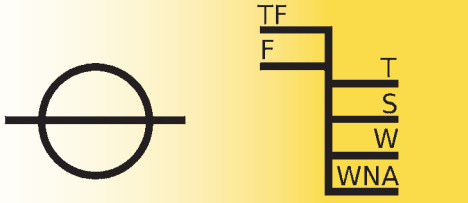
Minden igyekezetünk ellenére az összegyűrt hajóban maradt levegő. Ha nem is sok, de annyi biztosan, hogy a gombóc átlagsűrűsége mégiscsak kisebb lett, mint a vízé. A hajók esetében ugyanennek a feltételnek kell megfelelni, vagyis az átlagsűrűségüknek kell a víz sűrűségénél kisebbnek lenni.



Érdekesség

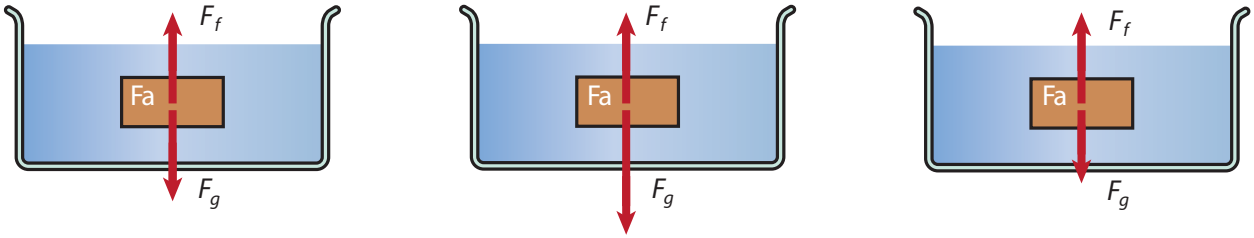
A világ tengerein, nagy folyóin közlekedő hajók merülését befolyásolja a víz sótartalma és hőmérséklete, ugyanis ezek a tényezők kihatnak a víz sűrűségére. Ha csökken a víz sűrűsége, a hajó mélyebbre fog süllyedni, ami veszélyes is lehet. Ezért a nemzetközi forgalmú hajók oldalára ún. Plimsoll jelet 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

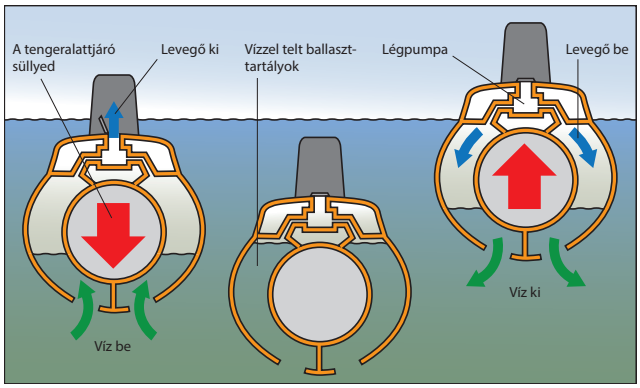


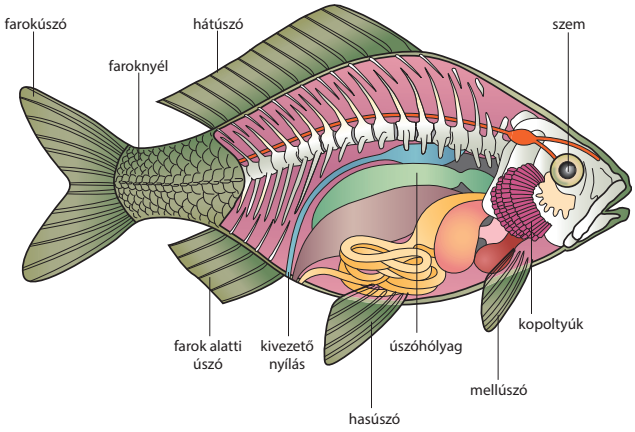


Hogyan tudnak a halak, a tengeralattjárók emelkedni és süllyedni a vízben?
Egy nyugalomban lévő, lebegő testre a lefelé mutató gravitációs erő és a felfelé irányuló felhajtóerő hat. Ha ez a két erő azonos nagyságú, a test nem mozdul el se felfelé, se lefelé.
Ahhoz, hogy függőleges irányba elmozduljon, meg kell változnia valamelyik erőnek.



A halak a rugalmas falú úszóhólyag gáztartalmának változtatásával képesek testük térfogatát módosítani. Ha növekszik a térfogatuk, a víz felhajtóereje is nő, ellentétes változásnál csökken, ami lehetővé teszi, hogy emelkedhessenek, süllyedhessenek.





A tengeralattjárók a ballaszttartályuk vízzel való feltöltésével érik el, hogy megnövekedjen a rájuk ható gravitációs erő, és ettől süllyedni fognak.
Emelkedésnél levegővel helyettesítik a ballaszttartályok vizét.

Meddig emelkedhetnek a hőlégballonok és a héliumos lufik? A hőlégballonok emelkedését is a felhajtóerő biztosítja. A ballon levegőjét felmelegítik, amely ettől kitágul, így a sűrűsége csökken. Ahogy a víz alá nyomott gyertya elindul felfelé, mert sűrűsége kisebb a vízénél, úgy fog a hőlégballon is felfelé igyekezni.
Nézz utána, milyen magasságig emelkedett fel az ember egy hőlégballonnal!
A hőlégballonnál magasabbra lehet jutni, ha meleg levegő helyett a ballont héliummal töltik meg. A hélium sűrűsége a levegő sűrűségének kb. a hetede. Az eddigi legnagyobb magasság 41 km volt, ahová egy ember feljutott egy héliummal töltött ballon segítségével. Innen szabadeséssel, majd ejtőernyővel érkezett a földre.





A születésnapi, ballagási lufik emelkedési magasságát befolyásolja, hogy a lufi anyaga mennyire képes elviselni az egyre csökkenő hőmérsékletet, és a benne, illetve körülötte lévő nyomás közti egyre nagyobb különbséget.

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, mely 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 és a jég sűrűségét ismerve, magyarázd meg a jelenség okát!



7. ÖSSZEFOGLALÁS



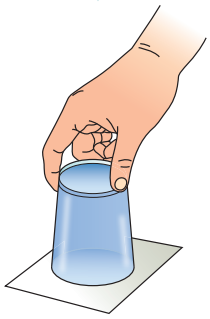
Nyomásnak nevezzük a nyomóerőnek és a nyomott felületnek a hányadosát.
Jele: p
Mértékegysége: Pa = $\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ (pascal)
Számítása: $p = \frac{F}{A}$



Nyomás növelése:
- erő növelése,
- felület csökkentése.

Nyomás csökkentése:
- erő csökkentése,
- felület növelése.

A levegő súlyából származó nyomást légnyomásnak hívjuk, amely minden irányba hat.
Barométerrel mérhetjük meg.



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

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



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.

Egy test a folyadékban		
úszik	lebeg	elmerül
$\varrho_t < \varrho_f$	$\varrho_t = \varrho_f$	$\varrho_t > \varrho_f$
$F_g = F_f$	$F_g = F_f$	$F_g > F_f$

A kicsi belső átmérőjű csöveket hajszálcsöveknek nevezzük.





1. 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.

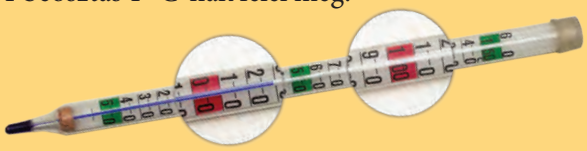
Figyeld meg!

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.

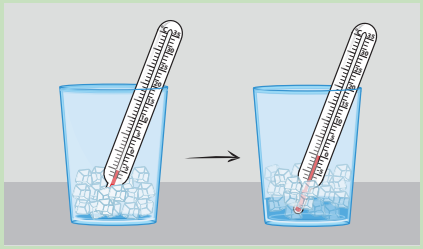


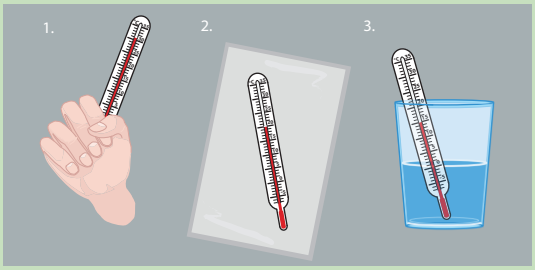
A hőmérséklet a testek hőállapotát jellemző fizikai mennyiség. A hőmérséklet jele: T (A latin *temperatura* = hőmérséklet szóból származik.) Mértékegysége Celsius-fok (C).

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.



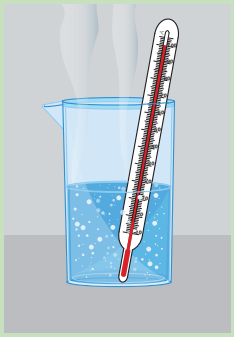


Fogd most markodba a hőmérőt, és olvasd le ezt az értéket is! Ezután rakd vissza a hőmérőt a tálcára, és figyeld meg, hogyan változik a mutatott érték!

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.

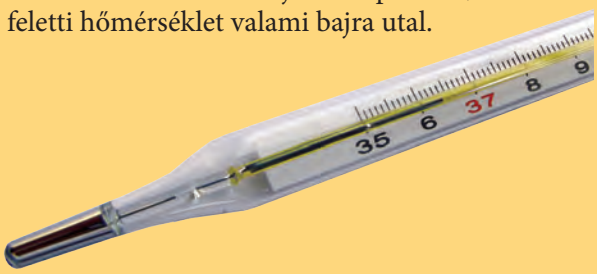
A láz mérésénél problémát okoz a hőmérőnek az a tulajdonsága, hogy a környezete hőmérsékletét méri. Ugyanis amint nem a testünkkel érintkezik a hőmérő, már nem a test hőmérsékletét méri, hanem a levegőét.

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

Figyeld meg!

Figyeld meg, hogy milyen alakú a folyadékos lázmérő!
A lázmérő folyadéktartálya fölött egy kicsit összeszűkül az egyébként is vékony cső. Lázmérés után, a hőmérő lehűlésekor, a higany ebben a szűkületben elszakad, ez az oka annak, hogy mindaddig mutatja a test hőmérsékletét, amíg le nem rázzuk.
A lázmérőn a 37 °C-ot jelölték pirossal, mert az e feletti hőmérséklet valami bajra utal.



Járj utána!

Mekkora lehet a béka testhőmérséklete?



Érdekesség

Léteznek ún. 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



fürdővíz hőmérő



sütőhőmérő



szobahőmérő


kültéri hőmérő



akváriumi hőmérő

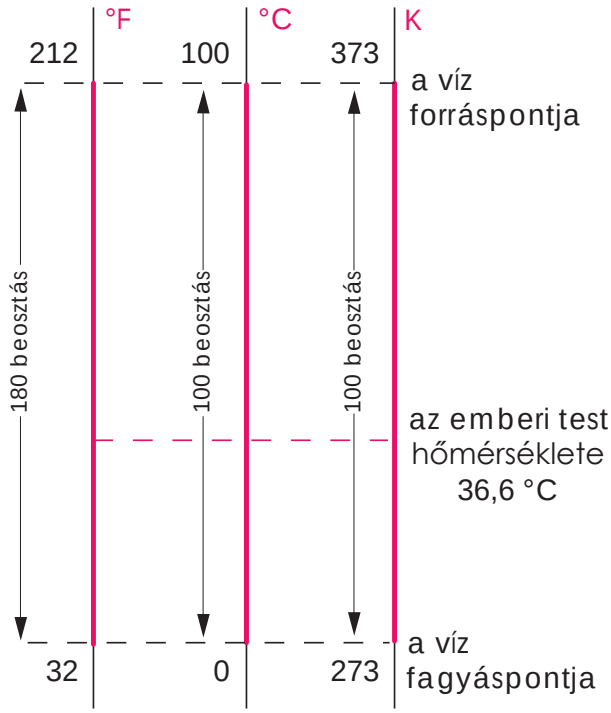


a mosáshoz választható hőmérsékletek

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 hőmérőmatrica is más elven működik.

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 felel meg!

20 °C = _____ K

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

273 + 20 = 293

Tehát a 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 a 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!



2. HŐTERJEDÉS



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, műanyag keretes ablakokra. Ezekről te is biztos, hogy hallottál már. Azt is tudod, miért teszik ezt?

Hővezetés

1. kísérlet

Fogj egy fém kiskanalat, egy műanyag kiskanalat (ha nincs, jó a szívószál is), valamint egy hurkapálcát! Tedd bele őket egy kb. 10 cm magas pohárba, majd a pohár aljától 11–12 cm-re tegyél mindegyikre egy borsószem méretű margarint! Ezután óvatosan önts a pohárba, kb. 8 cm magasságig, forró vizet! Ügyelj arra, hogy a margarinok a helyükön maradjanak! Figyeld meg, mi történik!



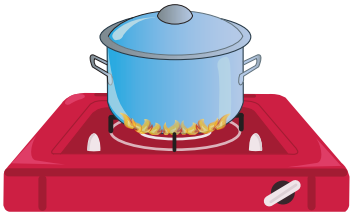
Tapasztalat: A margarindarabkák egymás után belecsúsznak a vízbe.
A tárgyaink átmelegedtek ott, ahol érintkeztek a forró vízzel, de a vízből kiálló részeknek is fokozatosan emelkedett a hőmérséklete, ettől olvadt meg egy kicsit, majd csúszott bele a vízbe a margarin.

Ezt a jelenséget, mely során a melegítés helyétől távolabb is meleggé válik egy hidegebb szilárd test, **hővezetés**nek nevezzük.
Azt is megfigyelhetted, hogy a fém kanálról és a hurkapálcáról nem egyszerre csúszott le a margarindarabka. Az anyagok különböző mértékben vezetik a hőt.



Ha kövön, járólapon mezítláb járkálsz, édesanyád biztos figyelmeztet, hogy vegyél fel papucsot, mert nem szeretné, ha felfáznál.

Ha levesszük a tűzről az edényt, nem tanácsos közvetlenül megfogni a fülét, mert megégethetjük vele a kezünket.



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.

Megfigyelés



Nézd meg, hogy milyen anyagból készült a cipőd talpa! 100 évvel ezelőtt, amikor még nem volt műanyag, bőrből készítették a cipőket, és persze a talpukat is! A cipőknél az a cél, hogy ne vegye át a talp anyaga a környezete hőmérsékletét.

Gondolkozz!

Ha a forró edények fülét nem tanácsos megfogni, a palacsintasütő nyele miért nem melegszik át?





Tapasztalhattad a kísérletezés során, hogy vannak olyan anyagok, amelyek rossz hővezetők. Ezeket **hőszigetelők**nek 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

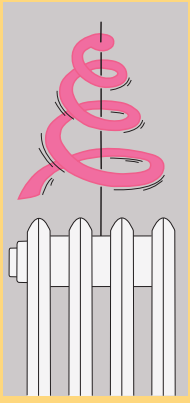
Tegyél 1 szem hipermangán kristályt (vagy 1 kiskanál teafüvet) egy főzőpohárba! Várd meg, míg a főzőpohárban nyugalom lesz, majd kezdd el melegíteni alulról az edényt! Figyeld meg oldalról, hogy mi történik!
Tapasztalat: Gyönyörű, felfelé mozgó és elmosódó lilás csíkot vagy felfelé igyekvő teafüvet láthatunk. Ahogy a lánghoz közelebb eső vízréteg melegszik, „elindul” felfelé, így fog keverés nélkül a folyadék egésze felmelegedni.



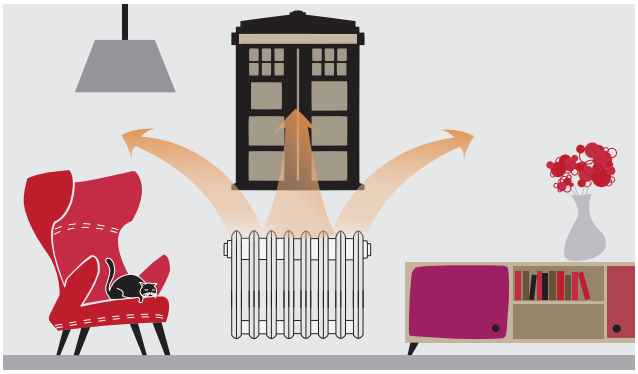
Ezt a jelenséget, amikor az átmelegedett folyadék vagy gáz áramlik, **hőáramlásnak** nevezzük.

Figyeld meg!

Figyeld meg, hogy a meleg radiátor fölé tett papírkígyó, hogyan viselkedik!
Ennek, vagyis a meleg levegő felfelé áramlásának a következményével találkozhat az a gyermek, aki aludt már a plafonhoz közelebb, egy emeletes ágy felső szintjén. Mivel a meleg levegő felfelé mozog, a mennyezethez közelebb néhány fokkal melegebb van, mint a padló szintjén.



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.



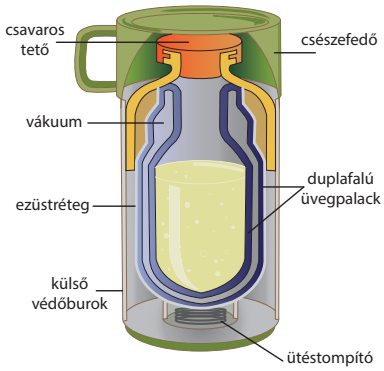
Hősugárzás

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 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, **hősugárzás**nak nevezzük.



Mit gondolsz?

Mikor van hűvösebb éjszaka, ha felhős az ég, vagy ha derült az idő?
A napsugarak által felmelegített talaj is sugároz. A felhős ég visszaveri az éjszaka kisugárzott hőt, ezért nem hűl le annyira a levegő!



Ha nem szeretnénk, hogy kihűljön a teánk, termoszba szoktuk önteni. Figyeld meg, hogyan lehet megakadályozni a tea lehűlését ezzel az edénnyel! Régebben a termoszt dupla falú üvegből készítették, ami hőszigetelő anyag. A két üvegfal között vákuum volt, ami szintén szigetelt. A külső üveget bevonták egy sima, fényes felülettel. Ez a hősugarakat nem nyelte el, hanem visszaverte, így a tea meleg maradt. A ma kapható termoszok kettős falú, fémből készült edények, amelyeknél a szigetelést, a két fala között szintén vákuum biztosítja. A sima, fényes felületek kevésbé nyelik el a hősugarakat, mint a sötét, érdes felületek.



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.

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.

Kérdések, feladatok

1. Jégből házat is lehet építeni. Ezt iglunak hívják. Miért nem fáznak ebben az eszkimók?
2. Gyakran látunk fémből készített utcai padokat. Jó ötletnek tartod ezt?
3. 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?
4. Az albatrosz hosszú órákig képes egyetlen szárnycsapás nélkül repülni. Mit gondolsz, hogy képes erre?
5. Szerinted milyen színűre érdemes festeni a sütők belső felületét? Miért?
6. Az időjárás-előrejelzést nézd meg az interneten, vagy a TV-ben! Figyeld meg, felhős lesz-e az éjszaka vagy sem, és hogyan alakul ettől függően az éjszakai lehűlés!
7. Készíts néhány perces előadást a tengeráramlatok hatásairól! A mellékelt ábra segít ebben.







3. 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. A képek segítségével határozd meg ezeket!

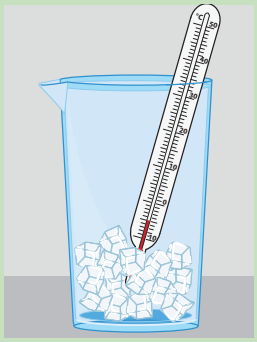






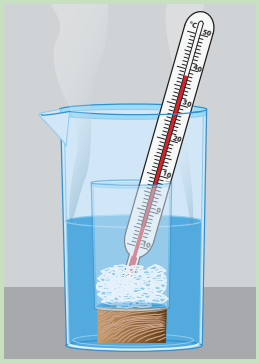
1. kísérlet

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.



2. kísérlet

Tegyünk egy 250 cm^3-es főzőpohárba 100 cm^3 50–55 °C-os vizet, majd egy kisebb 50 cm^3-es főzőpoharat, amelybe előzőleg 2–3 cm^3, kristályos szalolt töltöttünk. Óvatosan tegyünk, a szalolt tartalmazó főzőpohárba egy hőmérőt!
A szalol: fehér, kristályos anyag, régebben gyomorfertőtlenítésre használták.
Figyeljük meg, mi történik a szalollal, és hogyan változik közben a hőmérséklete!
Tapasztalat: A meleg víz hatására, a szobahőmérsékletű szalol hőmérséklete növekedni kezdett, majd egy bizonyos hőmérsékleti értéknél, az összes kristály folyékonnyá vált. Ezután néhány °C-ot tovább melegedett a folyékony szalol.

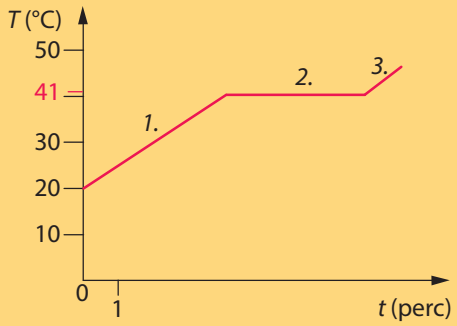


Ha egy szilárd anyagból folyékony anyag lesz, csak a halmazállapota változik meg, az anyag ugyanaz marad.
Azt a halmazállapot-változást, amely során egy szilárd anyagból folyékony anyag lesz, olvadásnak nevezzük. Azt a hőmérsékletet pedig, amelyen egy anyag megolvad, olvadáspontnak hívjuk.

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.

Gondolkozz!

1. Milyen halmazállapotú az anyag a szalol melegítését ábrázoló grafikon egyes szakaszain?
2. A grafikon mely szakasza tartozik az olvadáshoz?
3. Olvasd le a szalol olvadáspontját! Ha a tanórán mért érték nem egyezik ezzel, vajon mi lehet ennek az oka?



Az anyag neve	Olvadáspont (°C)	Olvadáshő $\left(\frac{kJ}{kg}\right)$
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

Az olvadásnak feltétele van. A hóember olvadásának a feltétele az, hogy a hőmérséklet 0 °C fölé emelkedjen; a főzőpohárban a jeget a tanterem levegője melegítette, a szalolt pedig meleg vízzel melegítettük. Az olvadáshoz hőre van szükség. Példáinkban ezt a hőt vagy közvetlenül a Nap, vagy a meleg levegő, vagy a forró víz biztosította. Azt, hogy mennyi hő szükséges az olvadáshoz, az **olvadáshő** mutatja meg.

Jó, ha tudod

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: cseszöpík) fekvő Holland-sziget, amelyen 1910-ben még 360 ember lakott, a tengerszint emelkedésének lett az áldozata.





Fagyás

3. 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. Ezen kívül megfigyelhetjük azt is, hogy a hőmérséklet folyamatos csökkenése során nincs egy olyan pontos érték, amelyen a halmazállapot-változás bekövetkezik.

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.

Jó, ha tudod

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

Figyeljük meg!

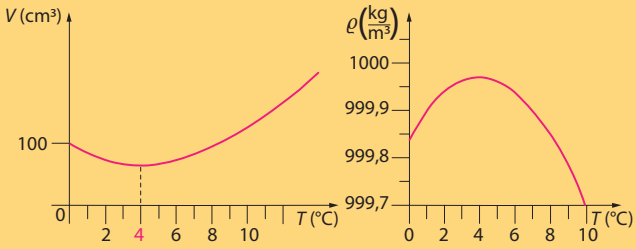
Mi történt az előző nap fagyasztószekrénybe helyezett, csapvízzel megtöltött lezárt befőttesüveggel?

Jó tanács! Ha kipróbálod műanyag dobozba tedd az üveget!



Gondolkozz!

Mi lehet az oka az üveg megrepedésének, törésének? 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.



Jó, ha tudod

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.



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

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?



4. A PÁROLGÁS

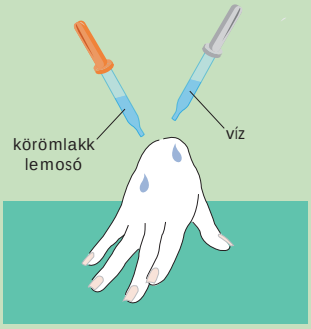


Tavasszal vagy ősszel, ha nagyon sok eső esik, az országban több ezer hektárt is belvíz boríthat. Ilyenkor olyan sok a víz, hogy a talaj teljesen átnedvesedik, és nem tud ennyi vizet magába szívni. A belvíz tönkreteheti az elárasztott területen lévő vetést, az állatok pusztulásához vezethet és utakat is elzárhat. 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?

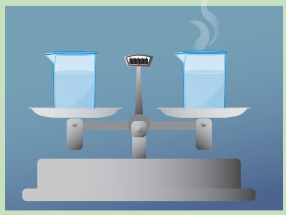
1. kísérlet

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.



A párolgás sebessége függ az anyagi minőségtől. Ezért kell figyelni arra, hogy a kölni, az arcszesz, a körömlakklemosó, a benzin, nagyon jól záródó üvegbe kerüljön, különben hipp-hopp elillan!

2. kísérlet

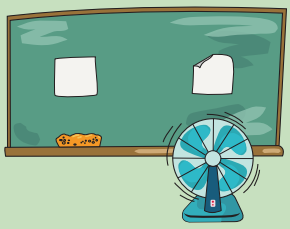


Egyensúlyozzunk ki egy mérleget, azonos mennyiségű hideg és nagyon forró vizet tartalmazó főzőpoharakkal. Figyeljük meg, mi történik!
Tapasztalat: Az egyensúly hamar megbillen, a forró vizes edény könnyebb lesz, mint a hideg vizes. A forró víz sokkal gyorsabban párolog a főzőpohárból, ezért csökkent a mennyisége.

A párolgás gyorsabb, ha magasabb a folyadék és a környezet hőmérséklete. Jól tudjuk, hogy meleg időben a strandon, miután kijöttünk a vízből, gyorsabban száradunk meg, ha napra állunk, mintha árnyékba. A ruhák is gyorsabban száradnak a nyári hőségben. Az előzőkben tapasztaltuk, hogy párolog a meleg víz, párolog a szobahőmérsékletű víz, valamint körömlakklemosó is. Egy folyadék párolgásának sebességét meghatározza a hőmérséklete, de a folyadék minden hőmérsékleten párolog.

3. kísérlet

Itassunk át, két itatóspapírból kivágott, kb. 5 cm oldalú négyzetlapot vízzel, és tapasszuk fel a tábla két távoli pontjára!
Az egyiket legyezgessük, a másikat ne! Figyeljük meg, mi történik!
Tapasztalat: A legyezett itatós papír hamarabb le fog esni, mint a másik.
A legyezéssel ugyanis a papír mellől a páradús légréteget elhessegetjük, így a helyébe szárazabb kerül, amiben a párolgás gyorsabb.





A párolgás sebessége függ a környező levegő páratartalmától. A természetben a legyezésnek a szél felel meg, ezért az udvarra, erkélyre kiteregetett ruhák még felhős időben is hamar megszáradnak, ha van egy kicsi légmozgás, vagyis szél.

4. kísérlet

Tegyél 5–5 csepp körömlakklemosót egy-egy óraüvegre. Az egyik óraüvegen lévő körömlakklemosót kend jól szét üvegbottal. Figyeld meg, melyik párolog el hamarabb!

Tapasztalat: A szétmázolt körömlakklemosó sokkal rövidebb idő alatt elpárolog, mint a másik óraüvegen lévő.

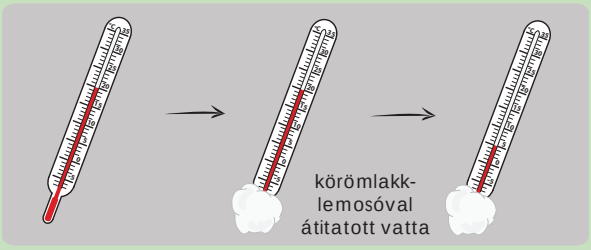
A párolgás sebessége függ a párolgó felület nagyságától.

A mosógépből kivett ruha is hamarabb megszárad, ha kiteregetjük.

5. kísérlet

Olvasd le, mit mutat a hőmérő, majd göngyöld be a folyadéktartályát körömlakklemosóval átitatott vattával! Figyeld meg, hogy a hőmérő által mutatott érték változik-e, és ha igen, hogyan!

Tapasztalat: A hőmérő által mutatott érték csökken. Ennek oka, hogy a párolgáshoz a folyadéknak hőre van szüksége, amit a környezetétől fog elvonni. Ha ez a vatta szálai közötti légréteg, akkor attól. A hőelvonás lehűlést eredményez, ezért fog a hőmérő kevesebbet mutatni.







Ha sokat mozgunk, ha nagyon meleg van, mindannyian izzadunk. Szervezetünk ilyen módon hűti magát.

Az Ecuadorban élő waorani indiánok azonban alig verejtékeznek; folyamatosan melegben és a nagy páratartalmú esőerdőben élnek, így hiába izzadnának, az nem hűtené őket. A waorani indiánok szervezete, hosszú idő alatt, így alkalmazkodott az életkörülményeikhez.

Jó, ha tudod

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 tengeri sólepárló mezői nemzeti és az európai kulturális örökség részét képezik.



A párolgó folyadék hűti a környezetét.

Ez ad magyarázatot arra, hogy a vízből kilépve mindenki kicsit fázik, pedig nincs hideg!



Jó, ha tudod

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.

Összefoglalás

Azt a halmazállapot-változást, amelynek során egy folyadék légnemű anyaggá válik, párolgásnak nevezzük. 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.

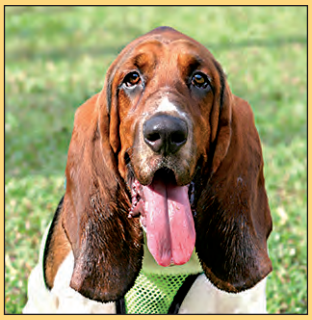
A párolgó folyadék hűti a környezetét!

Kérdések, feladatok

1. Miért elviselhetőbb a hőség, ha bekapcsoljuk a szobában a ventilátort?

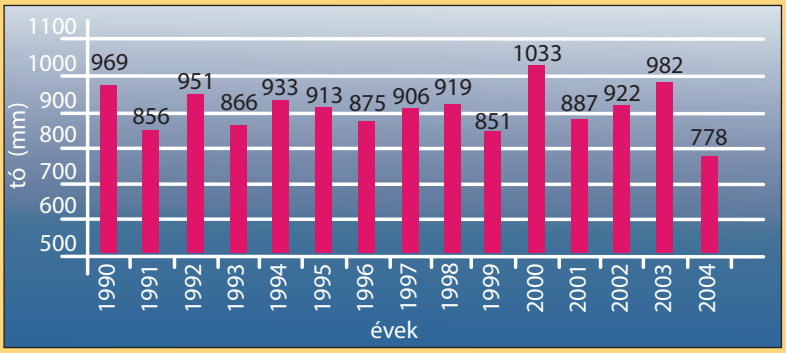


2. Miért célszerű a szántóföldek köré erdősávot telepíteni?
3. Miért nem jó, ha véletlenül benne felejted a tornazsákban a vizes törölközőt, izzadt tornaruhát?
4. A kutyák lihegnek, ha nagyon melegük van. Magyarázd el, hogyan hűti így magát a kutya!

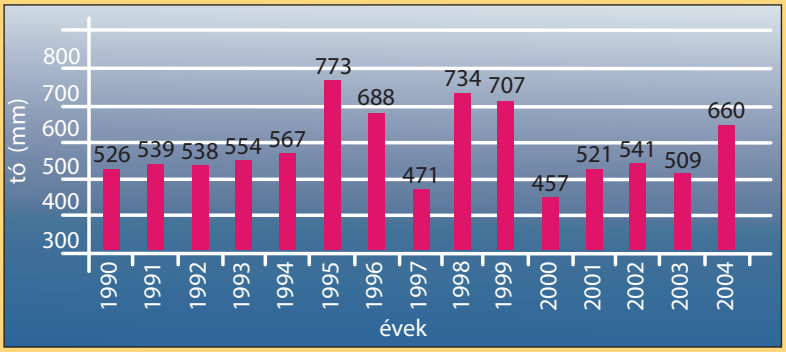


5. A mellékelt 3 grafikon a Balatonra vonatkozó néhány statisztikai adatot tartalmazza. Mitől függhet az, hogy mennyi víz párolog el 1 év alatt a tó felszínéről? Milyen összefüggéseket tudsz megállapítani az adatokból?

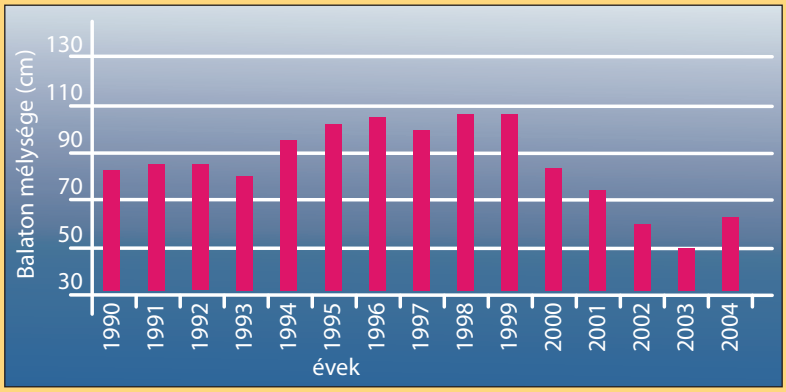
Párolgás a tó felszínéről (1990–2004)



Csapadék a tó teljes felszínén (1990–2004)



A Balaton évi átlagos mélysége (1990–2004)



Forrás: Varga Balázs: *A csapadék és a párolgás hatása a Balaton vízszintjének alakulásában az elmúlt években* (Veszprémi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar)

5. A FORRÁS, LECSAPÓDÁS



Forró-e a forró víz?

A képen látható edényben lévő víz hőmérséklete valószínűleg 100 °C, mivel az aljáról buborékok emelkednek fel, tehát forr, és néhány órával ezelőtt megmértük a forrásban lévő víz hőmérsékletét.

1. 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.

Forráspont

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

Azt a halmazállapot-változást, amelynek során a folyadék légneművé válik és nem csak a felszínén, hanem a belsejében is képződik gőz, forrásnak nevezzük. Ehhez hőre 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.

Jó, ha tudod



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!

2. kísérlet



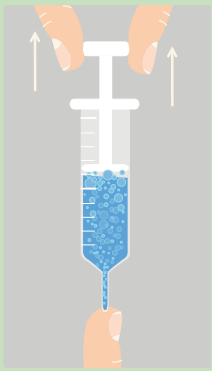
Forraljunk vizet lombikban 1–2 percig, majd zárjuk el a borszeszégőt, és a lombik száját egy dugóval dugaszoljuk el! Ezután a lombikot hűtsük le csapvízzel! Figyeljük meg, mi történik!

Tapasztalat: A víz, amely a borszeszégő eloltásával abbahagyta a forrást, meglepő módon a hűtéstől ismét forrni kezdett. Ennek oka, hogy a forrás során a lombikban csak víz és vízgőz maradt. A gőz a hűtés miatt ismét vízzé vált, így a lombikban csökkent a nyomás, amitől a víz újra forrni kezdett.

A forráspont tehát függ a nyomás értékétől. Alacsonyabb nyomáson a víz forráspontja is alacsonyabb lesz, magasabb nyomáson pedig nő a víz forráspontja.

3. kísérlet

Az injekciós fecskendőbe szívjál fel annyi csapvizet, hogy kb. $\frac{2}{3}$ 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. Hasonlót tapasztalunk, mint amikor vizet forraltunk a borszeszégő lángján. Bármilyen meglepő, olyan körülményeket teremtettünk, amelyen a víz kb. 15–20 °C-on forr.



Denis *Papin* (ejtsd: papen, 1647–1712) francia fizikus és matematikus megfigyelte, hogy a forráspont értéke függ a légnyomástól, vagyis magasabb forráspontot lehet elérni nagyobb nyomáson. 1679-ben megépítette a mai kukta elődjét, amelyben 120 °C körül forrt a víz.

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.



A lecsapódás

Sok gyerek rajzolt már párás ablaküvegre, fürdőszobában a tükörre, a busz vagy vonat párás ablakára.
Minden évszakban lehet párás vonatablakra rajzolni?



4. kísérlet

Lehelj rá egy óraüvegre, és nézd meg, mi történik!
Tapasztalat: Az óraüveg bepárásodott.
A leheletedben, amely légnemű halmazállapotú, a kilehelt gázok mellett vízgőz is található. A leheletednél hűvösebb üveglapra lecsapódik a vízgőz, apró, folyékony cseppecskék formájában.



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 nőtt a forrásban lévő anyag energiája.

A rosszul szigetelt, nem egyenletes belső hőmérsékletű lakások leghidegebb pontjain a mindig jelen levő vízgőz rendszeresen lecsapódik ezért itt elszaporodnak a penészgombák.





Ha a levegőből a vízgőz lecsapódik a földfelszín közelében egy fűszálra, falevélre, harmat vagy 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.



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 a folyadék légneművé válik, és nemcsak a felszínén, 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, ellentétben a forrással, nem köthető egy hőmérsékletértékhez.
Lecsapódás közben az anyag energiája csökken, a környezeté nő.

Kérdések, feladatok

1. Válaszold meg a címben feltett kérdést! Forró-e a forró víz?
2. Van olyan halmazállapot-változás, amely bármilyen hőmérsékleten végbemehet?
3. Miért szoktak páraelszívót szerelni a tűzhely fölé?
4. Járj utána, hogy miből áll a sugárhajtású repülőgépek mögött látható kondenzcsík, és miért tűnik el egy idő múlva!
5. Minden szemüveges tudja, hogy télen, amikor belép az iskolába, a szemüvege elhomályosul. Magyarázd meg ennek az okát!

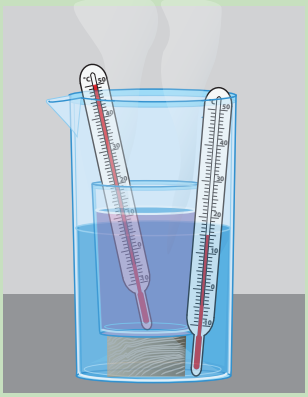


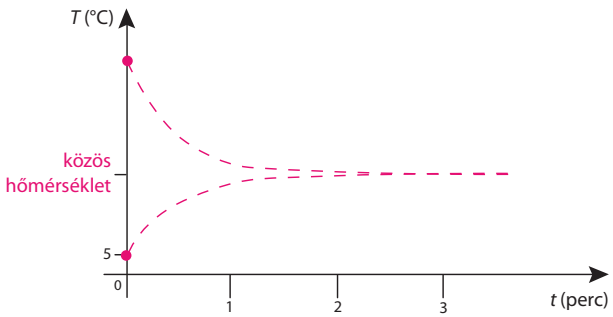
6. A TERMIKUS KÖLCSÖNHATÁS

Ha az utcán 5 °C a hőmérséklet, a lakásban pedig 15 °C, még senkinek nem jutott eszébe, hogy attól lesz melegebb a szobában, ha kinyitja az ablakot. Mindenki pontosan tudja, hogy ettől a lakás le fog hűlni.
Ez annyira természetes, olyan sokszor tapasztaltuk már, mi fog történni, hogy nem is gondolkodunk el ezen a fizikai jelenségen.
Az eddig használt hő kifejezés helyett gyakran energiát mondunk a köznapi beszédben. Később erről részletesebben fogunk tanulni. A továbbiakban használjuk a hőt vesz fel kifejezés mellett a nő az energiája, vagy energiát vesz fel, és a hőt ad le kifejezés mellett a csökken az energiája, vagy energiát ad le kifejezéseket is.

1. kísérlet

Tegyél egy nagyméretű 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.
Ábrázold ugyanazon a grafikonon a hideg, és a meleg víz hőmérsékletének változását!





2. kísérlet

Tegyél egy kisebb főzőpohárba ismét forró vizet, majd mérd meg félpercenként a hőmérsékletét! Tegyél a tálcádra egy másik hőmérőt is, ami a levegőnek a hőmérsékletét fogja mérni! Ezt is olvasd le félpercenként! Figyeld meg, mi történik! Méréseidet rögzítsd a munkafüzetedben található táblázatba!
Tapasztalat: A víz, az előző kísérlethez képest, lassabban, de hűlni fog egészen addig, míg a levegő hőmérsékletét el nem éri. A levegő hőmérsékletét mérő hőmérő több perc elteltével is ugyanazt az értéket mutatja.
Ábrázold közös grafikonon a meleg víz és a levegő hőmérsékletének változását!

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.

A kísérletben a víz és a levegő volt a két test. A hőmérsékletük különböző volt, tehát itt is egy termikus kölcsönhatást figyelhettünk meg, mégsem tapasztalhattuk azt, hogy mindkét test hőmérséklete változott volna. Mi lehet ennek az oka?
Kísérletünkben a forró víz mennyisége – a levegő mennyiségéhez képest, amivel kölcsönhatásba került – 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 változást okozzon a terem levegőjében.

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 hőenergiát. A hősugarak felmelegítik a köveket, a homokot, amin aztán sütkérezhetnek a kígyók.

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. Ezen kívül az sem mindegy, hogy fürdőszobát vagy előszobát kívánunk fűteni.



Járj utána!

Járj utána, milyen sűrűn esznek a kígyók!



Jó, ha tudod

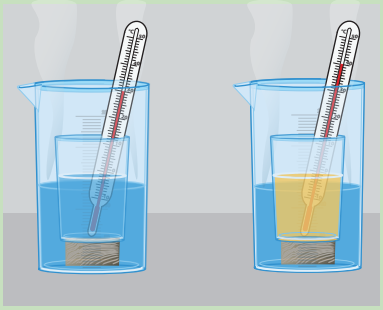
Amikor szendvicssütővel készítesz uzsonnát magadnak, két fontos fizikai jelenséggel is találkozhatsz. A sütőfelület érintkezik a szendviccsel, amelynek hővezetés útján átadja az energiáját, ami ettől átmelegszik. Vagyis közben egy termikus kölcsönhatás is létrejön.



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.

Jó, ha tudod

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.



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 jóval nagyobb a fajhője, mint az étolajnak, ezért ugyanannyi energia kisebb mértékben emelte a hőmérsékletét.

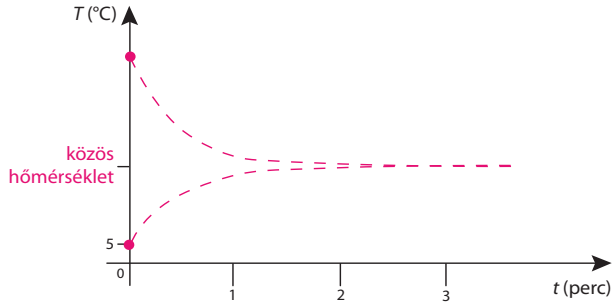
Összefoglalás

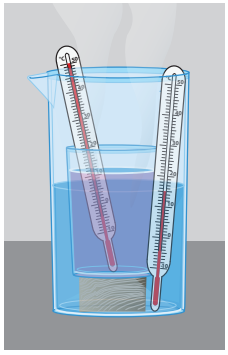
Termikus kölcsönhatás jön létre, ha két, különböző hőmérsékletű test érintkezik egymással.
Termikus kölcsönhatás folyamán energiaátadás történik.
A kölcsönhatás addig tart, amíg a két test hőmérséklete egyenlővé nem válik.
A termikus kölcsönhatás közben kialakuló közös hőmérséklet függ:
1. a testek kiindulási hőmérsékletétől, 2. a két test tömegétől, 3. a két test anyagi minőségétől.
Termikus kölcsönhatás jön létre hővezetés, hőáramlás és hősugárzás közben.
Hősugárzásnál nem érintkezik a hősugárzással összecsatolt két test. Ebben más, mint a hővezetéssel összecsatolt két test esete.

Kérdések, feladatok

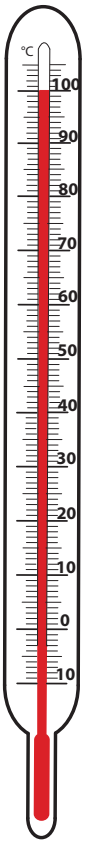
1. Az életünk során számtalanszor találkozunk a termikus kölcsönhatás jelenségével, csak nem gondolunk rá. Gyűjts 5 példát arra, hogy egy napod során milyen termikus kölcsönhatásokat tapasztalsz!
2. Ha az utcán 5 °C a hőmérséklet, a lakásban pedig 15 °C, és kinyitjuk az ablakot, hány °C lesz a szobában 5 perc múlva, majd 1 óra múlva?
3. Miért nem szabad a hűtőszekrény ajtaját percekre nyitva hagyni?
4. Az óceánok partvidékén kialakult éghajlat jellemzője a hűvös nyár, az enyhe tél, a kicsi hőingás. Ezt úgy is szokták mondani, hogy az óceán télen „fűti", nyáron „hűti" a part menti tájakat. A termikus kölcsönhatás ismeretében magyarázd el, mit jelent ez!
5. 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!

7. ÖSSZEFOGLALÁS





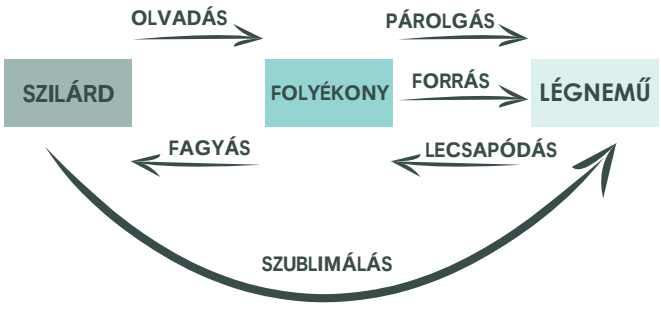
Termikus kölcsönhatás jön létre, ha két különböző hőmérsékletű test érintkezik egymással.
A kölcsönhatás addig tart, amíg a két test hőmérséklete egyenlővé nem válik.
A kialakuló közös hőmérséklet függ:
1. a testek kiindulási hőmérsékletétől
2. a két test tömegétől
3. a két test anyagi minőségétől



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).

1. A HANGKELTÉS

A nagymama azt mondja az óvodás Petinek, egyen sok répát, mert attól fog tudni 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 beszédét, 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.

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.

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?







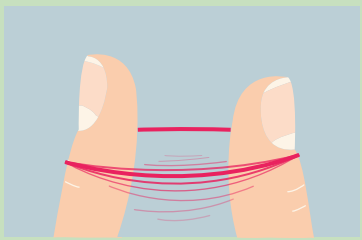


Kísérlet

Feszíts ki két ujjad közé egy befőttes gumit, 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.



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.



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 **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.



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?

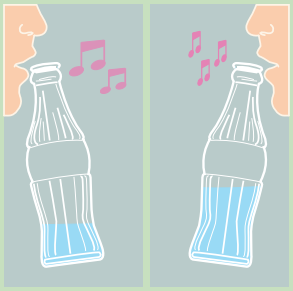


Kísérlet

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.



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.



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 sípok hangját a síp hosszának megváltoztatásával módosíthatjuk.
A hangszóróban lévő membrán rezgetése hangot kelt.

Kérdések, feladatok

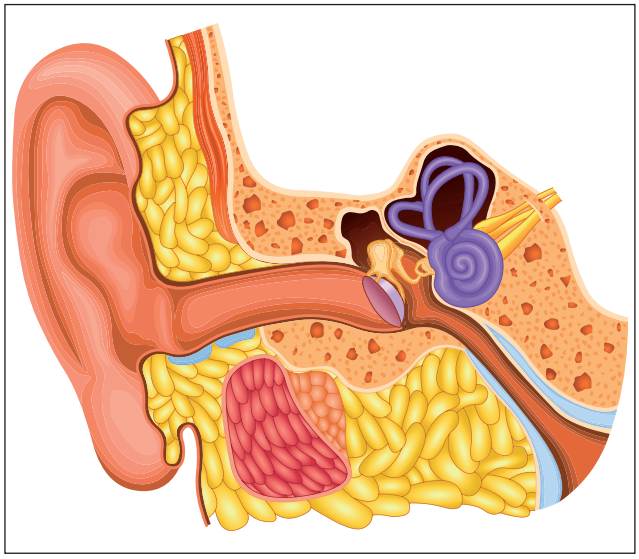
1. A lecke elején szó van a fütyülésről. Ajkaink csücsörítésével és a nyelvünk segítségével akkora sebességgel fújjuk ki a levegőt, hogy a szánkon kijőve hang keletkezik, a hangszálunkat nem használjuk hozzá. Keress még olyan hangkeltést, ami a szánkon keresztül kijőve hallható, de mégsem használjuk 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?





2. 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.



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.

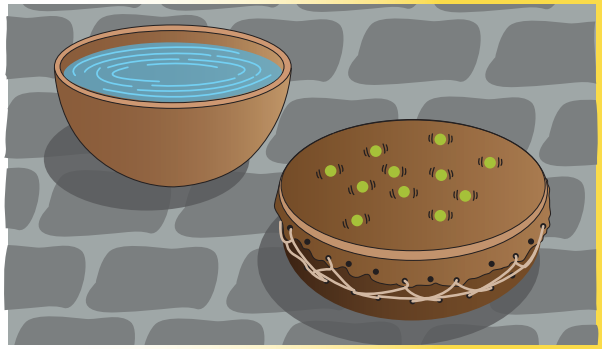
Figyeld meg!

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.



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 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!



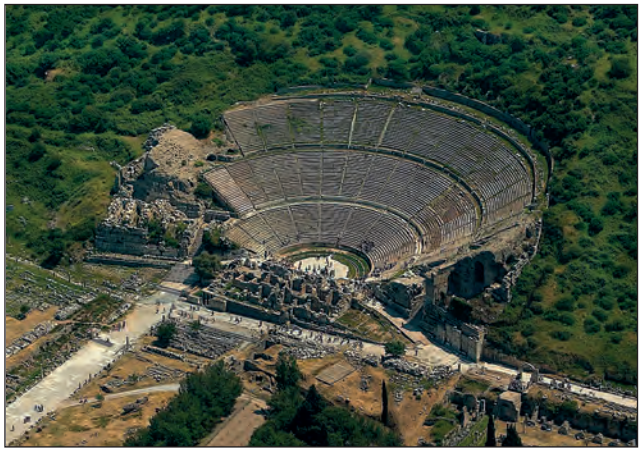
Az előírások szerint, ha tartósan 80 dB-nél hangosabb hang ér bennünket, akkor a halláskárosodás megelőzése érdekében fülünket védenünk kell.
Hogyan, milyen módszerekkel lehet védekezni a túl hangos hangok ellen?

A túl hangos berendezéseket **hangtompító eszközzel** látják el azért, hogy a hang erősségét csökkentsék. A gépjárművek kipufogó rendszerében 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 nézők felé terelte. A hangszerek teste, azok öblös kialakítása is épp ezt a célt 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 terelő munkások 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?

3. 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 **közvetítőanyag**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 közvetítőanyagban 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.

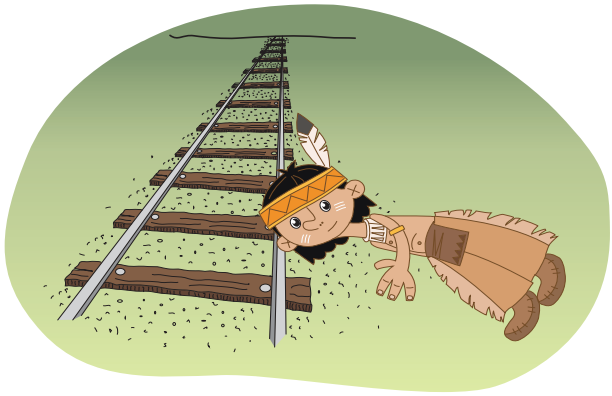
A hangsebesség levegőben, körülbelül 340 $\frac{\mathbf{m}}{\mathbf{s}}$**.**

Ez azt jelenti, hogy a hang másodpercenként mintegy 340 m távolságra jut.

Érdekesség

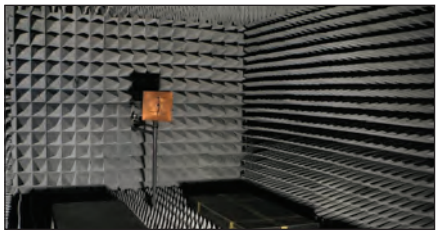
A villámok távolságát magad is könnyen megállapíthatod. Amikor megpillantasz egy villámot, lassan kezdj el számolni (körülbelül másodpercenként), majd hagyd abba a számolást, amikor meghallod a dörgést! A kapott számot oszd el hárommal! Mivel a hang másodpercenként közel $\frac{1}{3}$ km utat tesz meg, ezért az eredmény a villám keletkezésének távolságát adja meg km-ben.

A 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 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$. Az indiánok azért tapasztották a fülüket a vasúti sínekre, hogy meghallják, jön-e a vonat. A vonat hangja így nem halt el a levegőben, sőt majdnem hússzor gyorsabban jutott az indián fülébe.



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 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Amikor a hang a közvetítőanyagban terjed, 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?

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?

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.

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?

4. A MAGAS ÉS MÉLY HANGOK

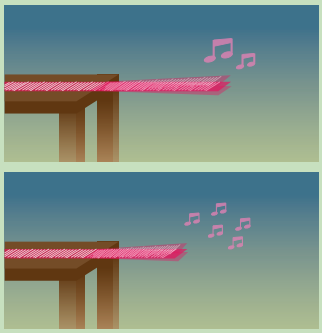
Énekórán az énekeket szolmizálva is elénekelhetjük. Minden hangnak megvan a saját neve aszerint, hogy milyen mély vagy magas a hang. A nevek azonban egy idő után ismétlődnek. Hogyan lehet egy szolmizációs hangsorban mély és egy magas hangnak is dó a neve? Miért éppen azokat a hangokat hívjuk dó-nak?

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.

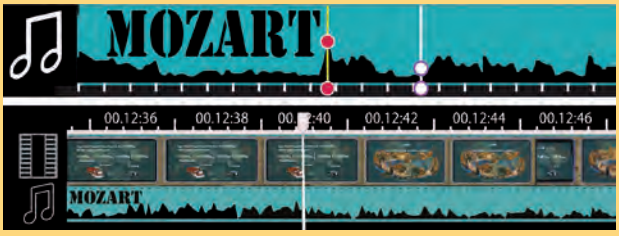


A hangmagasság



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.**

Figyeld meg!



Ha a vonalzót erősebben pendíted meg, akkor nagyobb tartományban fog mozogni és erősebben szól. A gitár is hangosabb, ha jobban kitérítjük a húrt, amikor megszólaltatjuk. Azt mondjuk, hogy a hangforrás rezgésének terjedelme, a rezgés tágassága határozza meg a hang erősségét.

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.

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 · 110 Hz = 2365 Hz.

A legkisebb húr frekvenciája körülbelül 2365 Hz.

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.

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 dó-nak.

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.

Nézz utána!

Kutakodj *Kempelen* Farkas, a híres magyar tudós és feltaláló, hangokkal kapcsolatos felfedezése után! Mi volt ez a találmány? Miben különleges?



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.



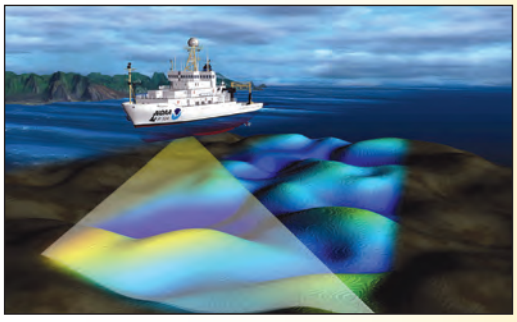
Az általunk nem hallható, 20 000 Hz-nél nagyobb frekvenciájú hang az **ultrahang**. A kutyák meghallják az ultrahangot, a denevérek és a delfinek használják is a kommunikáció és a tájékozódás során. Ultrahangos vizsgálat során figyelik meg az édesanya hasában a magzatot, vagy találják meg a vesekövet 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.





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 lévő tengeralattjáró a farönk felé kibocsátott ultrahangjelet 0,1 másodperc múlva érzékeli. Milyen távol van a farönktől? (A hang sebessége tengervízben kb. 1500 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$.)

5. 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.

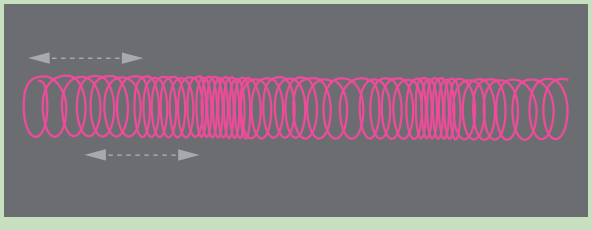


2. kísérlet

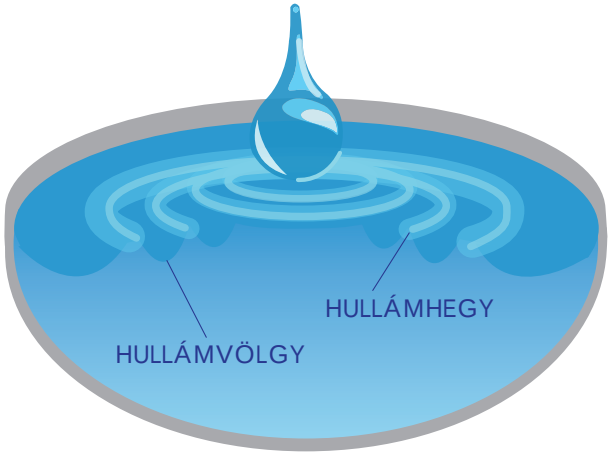
Húzz ki az asztalon egy lépcsőjáró rugót, majd rezgesd ide-oda az egyik végét! A rugón hullámok fognak terjedni: a rugó egyik vége a hullámforrás, innen indulnak a hullámhegyek és a hullámvölgyek. Most mozgasd úgy a kezedet, hogy rezgése a rugót húzza-nyomja!

Tapasztalat:

A rugón ekkor is láthatunk terjedést, de itt a rugó sűrűsödése távolodik a hullámforrástól, és nem alakulnak ki hullámhegyek és -völgyek.



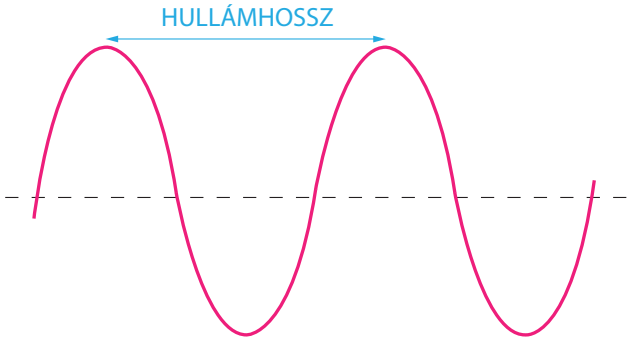
A folyadékok felszínén, rezgetéssel, hullám hozható létre. **Hullámforrás**nak nevezzük azt a helyet, ahol a rezgetés történik. Az 1. kísérletben a csöpögtetés helye a hullámforrás. A hullámforrásból indul ki a hullám minden irányba a folyadék felszínén. A rezgetés hatására olyan vízhullámok alakulnak 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.

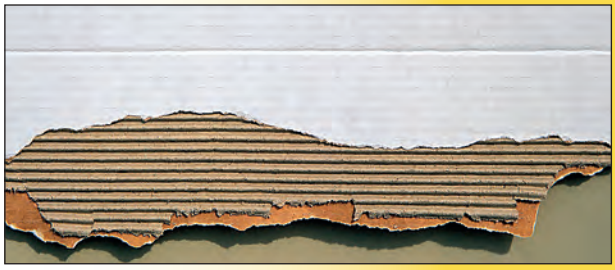
A hullámhossz

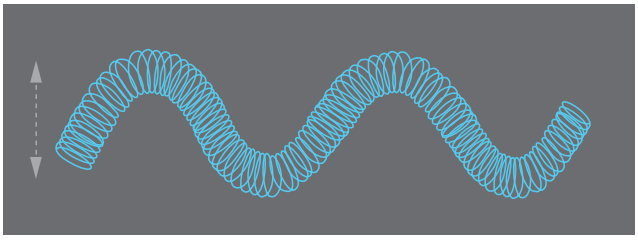


A kísérletből is látszik, hogy a hullámok alakja a hullámhegyek vagy a sűrűsödések ismétlődő sormintáját adja. Ennek a mintázatnak az egysége a **hullámhossz**. Két szomszédos hullámhegy, illetve sűrűsödés közötti távolságot, hullámhossznak nevezzük. Gondold végig! Amíg a hullámforrás egy teljes rezgést végez, addig a hullám pontosan egy hullámhossznyi távolságot halad.

Érdekesség

A természetben létrejövő hullámoknak csak egy kis része olyan, mely 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.



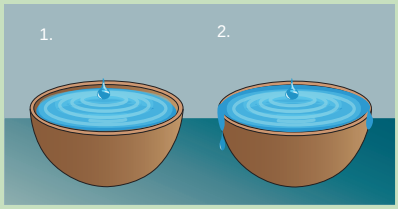




Nem csak a folyadékok és szilárd anyagok felszínén, hanem azok belsejében is terjedhetnek hullámok. Földrengés alkalmával a föld belsejében lévő hullámforrásból indulhatnak ki hullámhegyek és -völgyek, de sűrűsödések és ritkulások is. Sőt, a levegőben is terjedhetnek hullámok, mégpedig levegősűrűsödések 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:

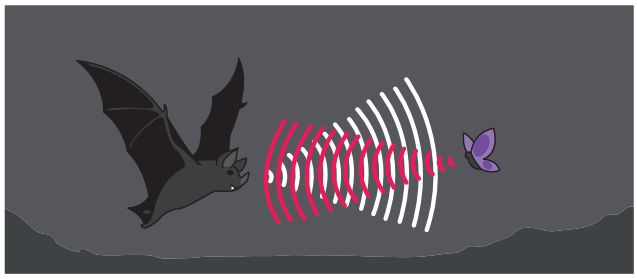
A hullámok a falról visszaverődnek. Ismételd meg a kísérletet úgy, hogy a tál színültig van vízzel! Ebben az esetben a hullámhegy a falhoz érve nem verődik vissza, hanem átbukik a fal fölött, és kilöttyen egy kevés víz.

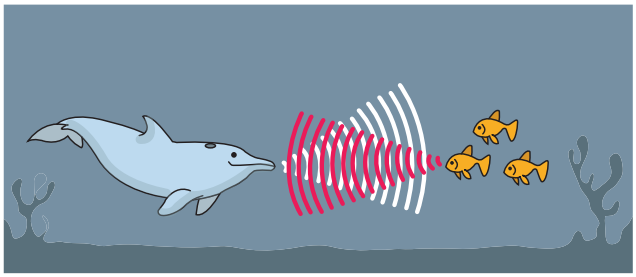
Érdekesség

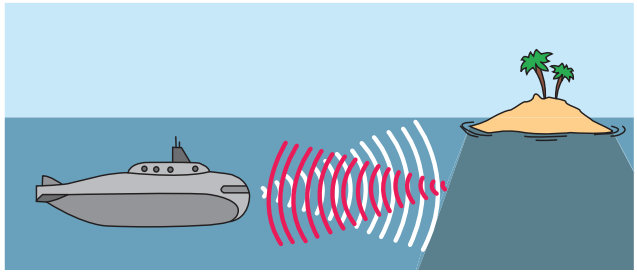
Az úszómedencében az úszókat zavarná az általuk keltett hullámok visszaverődése a medence faláról, ezért a medencék szélén túlfolyót alakítanak ki. Ha a medence vizének felszínén keletkező hullám eléri a medence szélét, akkor a hullámhegy túlcsordul, a hullám nem verődik vissza, a víz felszíne sima marad. 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, viszont a frekvenciája nem változik.** A fény törésénél és visszaverődésénél hasonló jelenség játszódik le.







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.

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?



6. ÖSSZEFOGLALÁS

A sípok hangját a síp hosszának megváltoztatásával módosíthatjuk. A hosszabb síp mélyebb hangot ad.

A hangmagasság a hang frekvenciájától függ.

Az emberi fül 20 Hz–20 000 Hz közötti tartományban hallja a hangokat. A 20 Hz alatti hangok infrahangok, a 20 000 Hz feletti hangok ultrahangok.

A hosszabb húr mélyebb hangot kelt. A kifeszített húr hangját a húr hossza, vastagsága és feszessége befolyásolja.

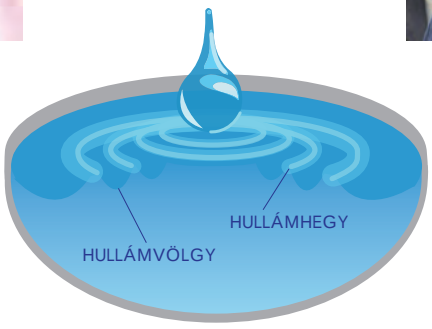


A fül érzékeli a hangokat. A fülkagyló a dobhártyára tereli a hangot, amelyet megrezegtet.





A hangokat a hangforrás rezgése hozza létre.



A hangerősséget decibelben mérjük. A hallásküszöb 0 dB, a fájdalomküszöb 130 dB.

A hang terjedéséhez közvetítő anyagra van szükség. A hang sebességét befolyásolja a közvetítő anyag fajtája és a hőmérséklete is.

A hang is egy hullám.

A hullámforrás rezgetéssel kelti a hullámokat. A hullám hullámhegyek és -völgyek, vagy sűrűsödések és ritkulások terjedésével távolodik a hullámforrástól.

A hullám az anyag határáról visszaverődhet, és át is léphet egy új anyagba. Ekkor megváltozik a terjedés sebessége.

A hullám bármely halmazállapotú anyagban létrejöhet.

A hangsebesség levegőben körülbelül 340 m/s.

1. A FÉNY TERJEDÉSE ÉS VISSZAVERŐDÉSE

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.
A fényforrások közül a világító testet elsődleges fényforrásnak, a megvilágítottat másodlagos fényforrásnak nevezzük.



A gyertya elsődleges, a megvilágított gyertyatartó másodlagos fényforrás.

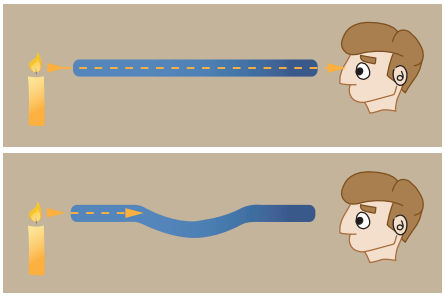


A Napnak saját fénye van: elsődleges fényforrás.



A Hold másodlagos fényforrás, fényét a Naptól „kapja”.

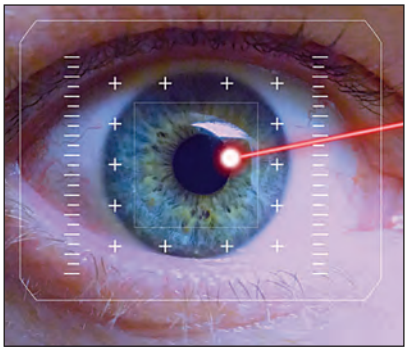
A fény terjedése



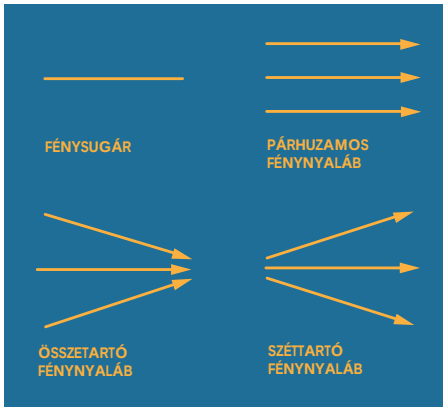
A meghajlított csövön keresztül nézve nem látjuk a gyertya fényét.



A lombok között besütő napsugár útját látjuk: a fény egyenes vonalban terjed.



A vékony, párhuzamos fénynyalábot fénysugárnak nevezzük. A keskeny lézerfény fénysugárnak tekinthető. (A kép lézeres szemműtétről készült.)



Ábrák készítésekor egyenesekkel jelképezzük a fénysugarakat.

1. 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.



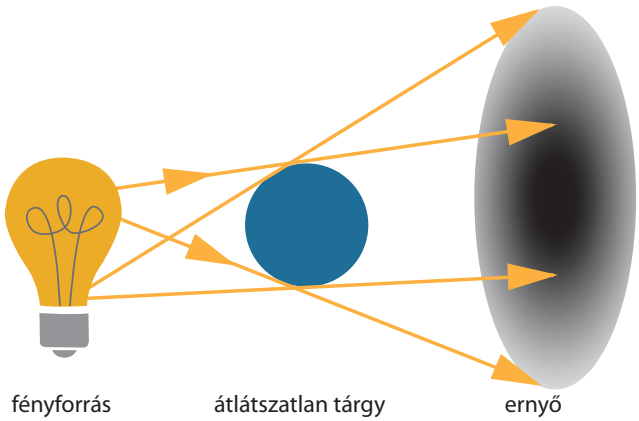
A fénysugár megjelenítése

A fénysugarak helyzetét, találkozását gyakran az útjukba helyezett síklapon, az ún. **ernyő**n vizsgáljuk.

Árnyékjelenségek

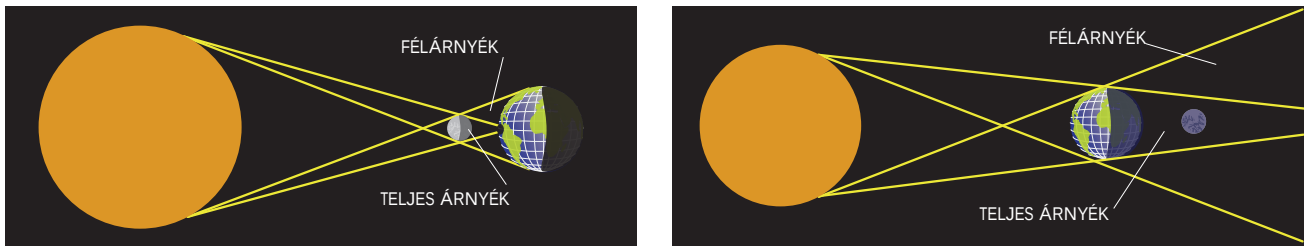


A fénysugár útjába helyezett, átlátszatlan tárgyak az ernyőn árnyékjelenségeket okoznak. Ez is a fény egyenes vonalú terjedésének a következménye.
Az átlátszó anyagokon a fény átmegy, nem okoz árnyékjelenséget.



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.

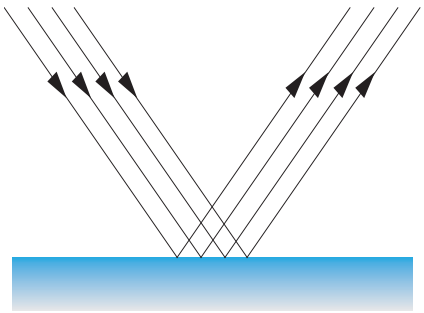


A Nap, a Föld és a Hold elhelyezkedése napfogyatkozáskor, illetve holdfogyatkozáskor. (Az ábrák nem méretarányosak.)

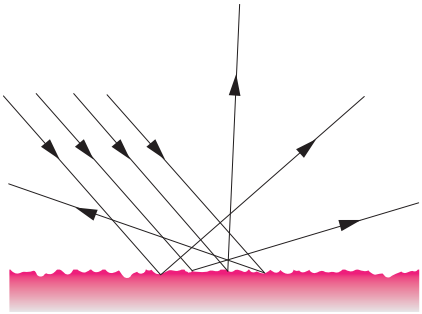
A fény visszaverődése



A tükröződő vízfelületen megjelenő kép a fény visszaverődésének köszönhető. A sima víz felületéről a fény visszaverődése szabályos.



A tükörre érkező, párhuzamos fénysugarak a visszaverődés után is párhuzamosak. Az ilyen visszaverődést tükrös visszaverődésnek nevezzük.
A biliárdgolyó visszapattanása a falról megközelítőleg ugyanígy történik.

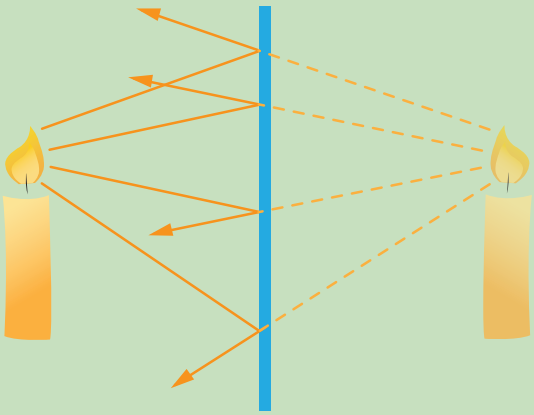


Érdes felületről a visszaverődés szabálytalan, szórt. A szórt visszaverődés miatt látjuk a (saját fénnyel nem rendelkező, de megvilágított) tárgyakat gyakorlatilag minden irányból.

A síktükör képalkotása

2. kísérlet

Figyeld meg egy tükör elé helyezett ceruzának és tükörképének 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.



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.

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.
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. Melyik irányból kapja a napfényt a Hold a holdas fényképen? (97. oldal)
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 (árbocát) pillantják meg. Mire következtettek ebből?
5. A metrókocsi üvegablakai „jól használható” tükrökként funkcionálnak, amikor a szerelvény a sötét alagútban halad. Az állomásra érve azonban már nem. Miért?

2. GÖMBTÜKRÖK

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 karácsonyfadísz külső felülete tükröző: domború gömbtükör.



A KRESZ-tükör egy gömb szelete, amelynek domború oldala tükröző.

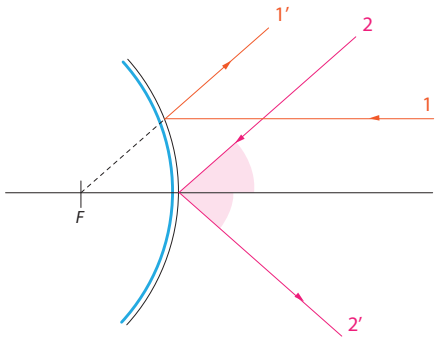


A kozmetikai tükör homorú.

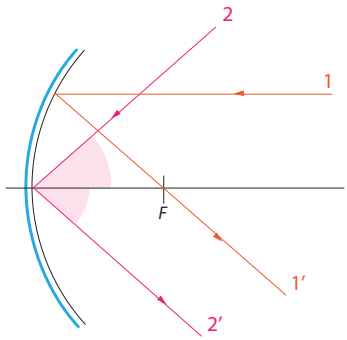
Fény visszaverődése gömbtükrökről

A gömbtükör felületére érkező fénysugár a tükrözés törvényei szerint verődik vissza.

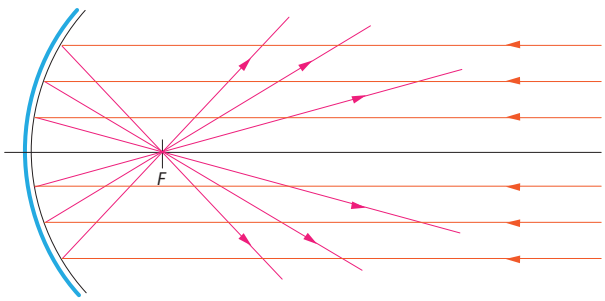
Visszaverődés domború felületről

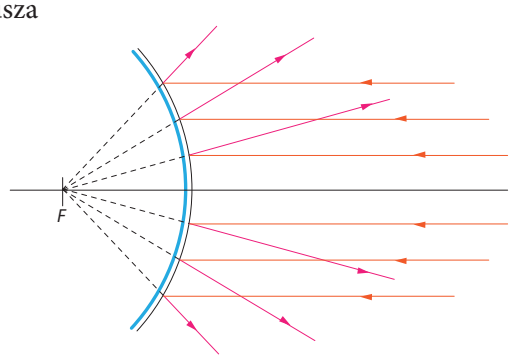


Visszaverődés homorú felületről



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.

Gömbtükrök képalkotása

Egy tárgypontnak ott keletkezik képe, ahol a tárgypontból kiinduló fénysugarak, a tükörről történő visszaverődés után, vagy azok meghosszabbításaik ismét találkoznak. Gömbtükrök előállíthatnak ernyőn megjeleníthető, azaz valódi képet, és ernyőn nem megjeleníthető, azaz látszólagos képet is.

Valódi kép keletkezése

Kísérlet

Egy égő gyertyát helyezünk egy homorú tükör fókuszpontján kívülre. Keressük meg a gyertya képét a megfelelően elhelyezett ernyőn!

A megfelelő helyre állított ernyőn megjelenik a gyertyaláng **valódi képe**. Érdekes látványt nyújt a megfordult gyertyaláng.
A valódi kép a tükörnek a tárgy felőli oldalán keletkezik.

Tapasztalat: A homorú tükör fókuszpontján kívülre helyezett tárgy esetében valódi kép keletkezik. A képen megfordul az alul-felül irány és a jobb oldal-bal oldal is; 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 tárgyról látszólagos képet készít.



Domború tükör képalkotása

A KRESZ-tükrök domborúak; látszólagos, egyenes állású képet állítanak elő. A kép és a tárgy a tükör ellentétes oldalain találhatók.



Nagyítás, kicsinyítés

Ha a kép nagyobb, mint a tárgy, akkor nagyított, ha kisebb, akkor kicsinyített képről beszélünk.

A domború gömbtükrök minden tárgyról látszólagos, kicsinyített, egyenes állású képet állítanak elő.
A homorú gömbtükrök
– a fókuszponton belülre helyezett tárgyakról látszólagos, nagyított, egyenes állású képet;
– a fókuszponton kívülre helyezett tárgyakról valódi, fordított állású képet állítanak elő, amely lehet nagyított, kicsinyített, akár a tárggyal azonos nagyságú is.

Keress az otthoni készletben egy fényes felületű kanalat! Ennek egyik oldala domború, a másik homorú tükörként viselkedik. Valódi gömbtükör helyett ezzel is kísérletezhetsz.

Gömbtükrök a gyakorlatban és a hétköznapokban

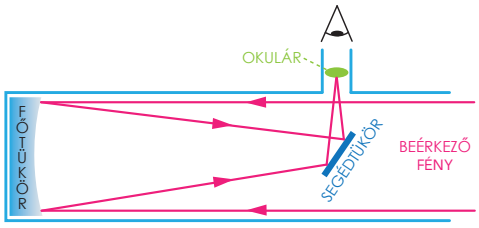
A fogorvosi tükör lehet sík- vagy homorú tükör. A homorú tükröt a fogorvos úgy helyezi el, hogy a vizsgált fog a tükör fókuszán belül legyen. A keletkezett kép egyenes állású, nagyított, látszólagos.
A gömb alakú, fényes karácsonyfadísz domború gömbtükör.





Csillagászati távcsövekben is alkalmaznak gömbtükröt.

A Newton-távcső a legkedveltebb amatőr csillagászati műszer. Fő tükre egy igen pontosan megmunkált, homorú tükör.



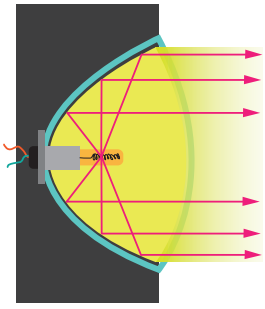
A járművek visszapillantó tükrei közül a belső síktükör, a külső általában domború, bár nem gömbtükör.



A járművek visszapillantó tükrei 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 gömb formától 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 merőlegesen elhelyezett síktükröt. Egy beeső fény először az egyik, majd a másik tükörről visszaverődik. Szerkeszd meg! Most egy más szögben beeső fény útját szerkeszd meg! Mit tapasztalsz?

3. A FÉNY TÖRÉSE

Most azt vizsgáljuk meg, hogy mi történik akkor, ha a fény egy átlátszó közegből átlép egy másik, átlátszó közegbe, például levegőből vízbe, vagy üvegbe.
Biztosan vannak hétköznapi tapasztalataink a fénytörésről, de a természetben is sokszor találkozunk vele.



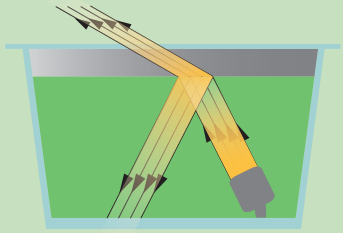
A vizespohárba mártott kanál töröttnek látszik. A jelenség oka a fénytörés.

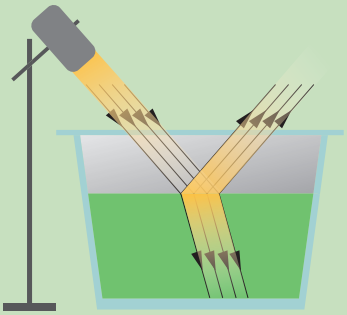


Csak a fénytan törvényeinek ismeretében jut táplálékhoz. Fénytörésből ötös.

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.



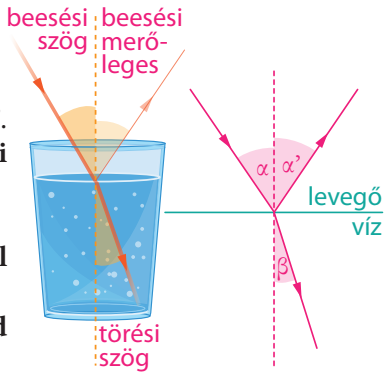


Tapasztalat:
Ha a fénysugár nem merőlegesen érkezik a vízfelületre, akkor irányváltozással halad tovább, vagyis megtörik.
Fordítsuk meg a fény haladási irányát: vízzel telt akváriumból bocsássunk fénysugarat felfelé! Most is észleljük a fénytörést, és azt is láthatjuk, hogy a vízfelülethez érkező fénysugár egy része visszaverődik, a másik része, haladási irányát megváltoztatva, kijut a levegőbe.

Ha a fény két átlátszó közeget elválasztó felülethez érkezik (pl. levegőből üvegbe, vízből levegőbe halad), akkor a fénysugár
– egy része az új közeg határán visszaverődik;
– másik része irányát megváltoztatva behatol a második közegbe, és megtörik.

Elnevezések

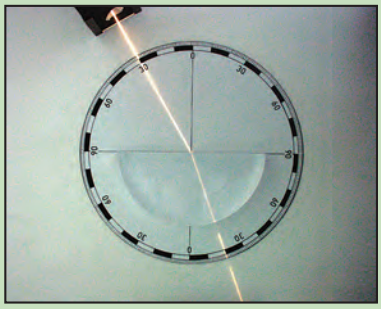
A beesési pontban a felületre állított merőleges a beesési merőleges.
A beesési merőlegesnek a beeső fénysugárral bezárt szöge a beesési szög: α.
A beesési merőlegesnek a megtört fénysugárral bezárt szöge a törési szög: β.
A beesési merőlegesnek a visszavert fénysugárral bezárt szöge a visszaverődési 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.



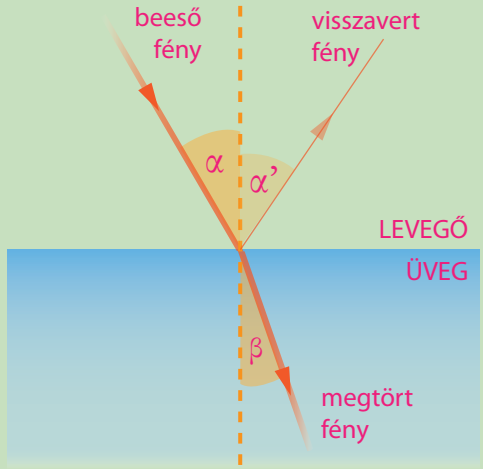
A beesési szög és a törési szög kapcsolatának vizsgálata

2. 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.
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 fény levegőből az üvegbe lép át



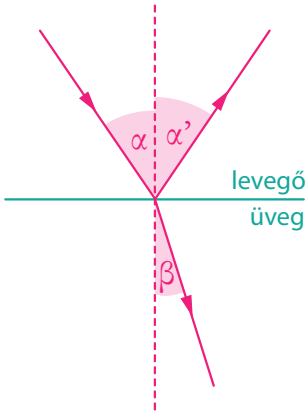
A beesési és visszaverődési szög egyenlő: $\alpha = \alpha'$.
A törési szög kisebb a beesési szögnél: $\beta < \beta$.

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.



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.

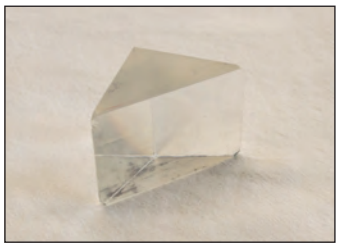
Kérdések, feladatok

1. Hogyan halad tovább a felületre merőlegesen érkező fénysugár?
2. A 2. kísérlet fényképéről határozd meg a visszavert és megtört fénysugár által bezárt szög nagyságát!
3. Legyen a 2. kísérletben a fény útja ellenkező irányú, vagyis üvegből levegőbe lépjen át. Ha ekkor a beesési szög 20 fok, mekkora a törési szög?

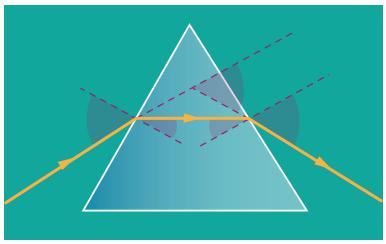
4. PRIZMÁK, LENCSÉK

Prizmák

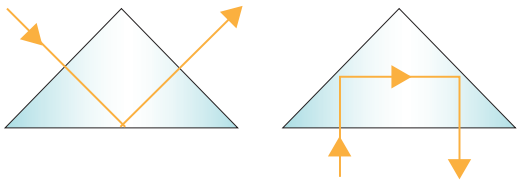
A prizmák is átlátszó anyagból: üvegből vagy műanyagból készülnek. Felületüket síklapok határolják.



Háromszögek és téglalapok határolják ezt az üvegprizmát.



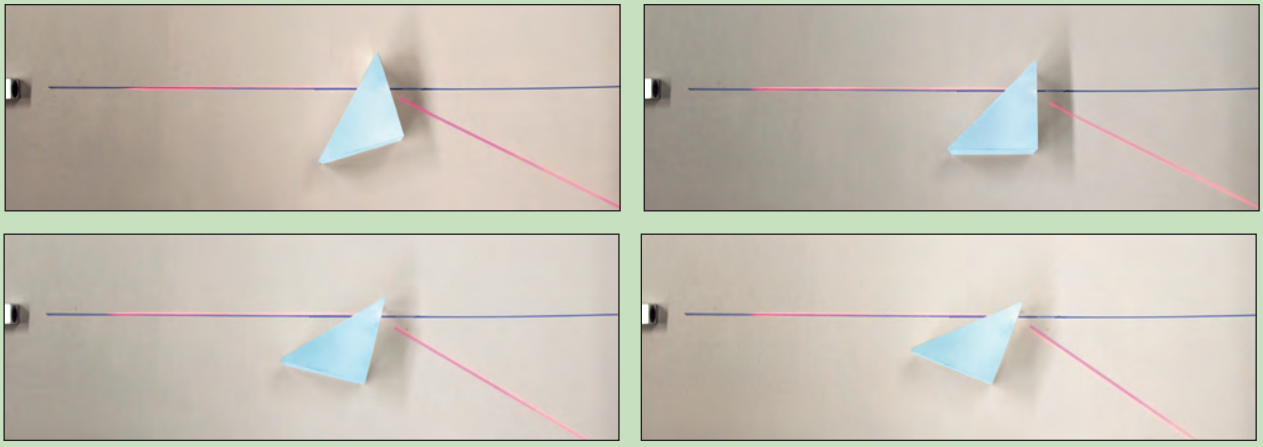
A prizmán áthaladó fénysugár kétszer törik meg: belépéskor és kilépéskor is a prizma vastagabb vége felé térül el.



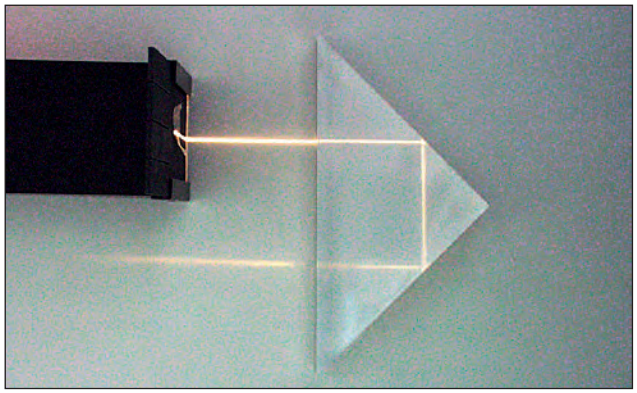
A megfelelő irányból beeső fénysugár, a prizmába belépés után, a következő határfelületnél nem lép ki, hanem visszaverődik.

1. kísérlet

Az áthaladó fényt a prizma eltéríti. Az eltérítés mértéke változik a beesési szög függvényében.

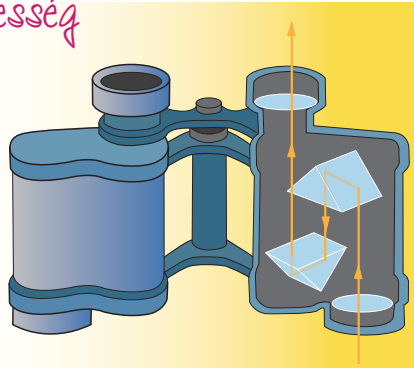


Tapasztalat: A prizmához érkező fény egy része visszaverődik; a többi belépéskor és kilépéskor is megtörik.



Derékszögű prizmával előállítható olyan helyzet is, mely során a fény két visszaverődés után a belépő fénysugárral párhuzamosan, de azzal ellentétes irányba lép ki.

Érdekesség



Távcsövekben derékszögű prizmapárt alkalmaznak. Az egyik a bal–jobb irányt, a másik a lent-fent irányt fordítja meg.

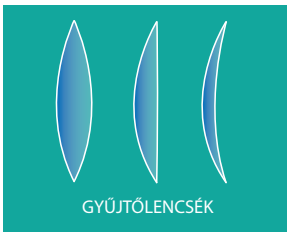
Lencsék



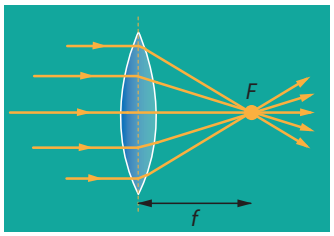




Optikai lencsével az élet számos területén találkozunk. Megtalálható: szemüvegekben, fényképezőgépekben, távcsövekben, nagyítókban, optikai eszközökben. Az optikai lencsék átlátszó anyagból: üvegből vagy műanyagból készülnek. Alakjuk domború, vagy homorú, felületük gyakran gömbfelület szelete.



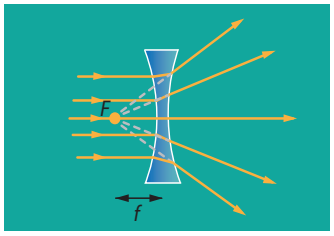
Középen vastagabbak, pozitív dioptriájúak



Gyűjtőlencse; fókuszpont = gyújtópont



Szélükön vastagabbak, negatív dioptriájúak



Szórólencse

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:

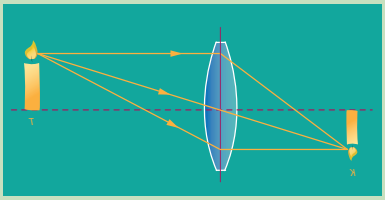
$$D = \frac{1}{f}$$

Például, a 8 cm méterben: 0,08 m. Az ilyen fókusztávolságú lencse $\frac{1}{0,08} = 12,5$ dioptriájú.

Gyűjtőlencsék képalkotása

2. kísérlet

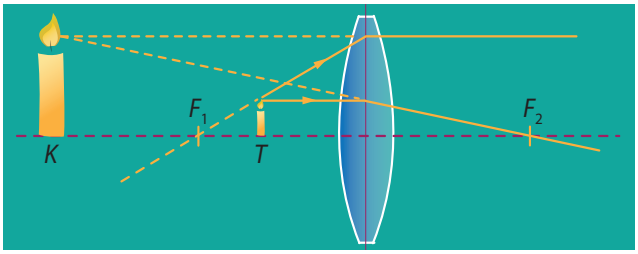
Optikai padon helyezzünk el ismert fókusztávolságú gyűjtőlencsét! Világító gyertyáról készítünk képet a lencse segítségével. Az ernyő helyének változtatásával keressük meg a gyertya éles képét! Figyeljük meg a keletkezett kép helyét és nagyságát! A gyertyát a lencse fókuszán kívülre helyezzük el!





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.

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, egyállású kép. Így „működik" a kézi nagyító.



Kisméretű tárgyat helyeztünk a gyűjtőlencse közelébe. Az ernyőn nem jelenik meg az előállított kép; mi azonban, a lencse tárggyal ellentétes oldaláról látjuk a nagyított képet. Az eszköz neve: kézi nagyító. Nagyítóként használt gyűjtőlencsét távcsövekben is találhatunk.

Szórólencsék képalkotása

3. kísérlet

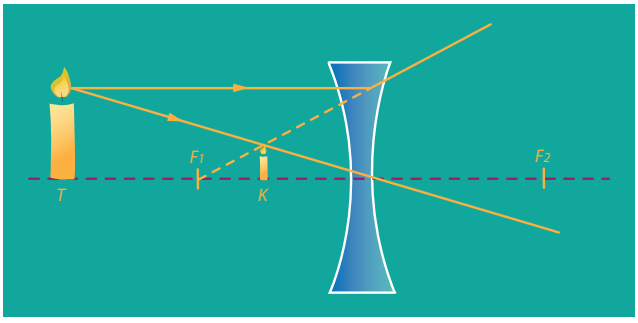
Helyezzünk el optikai padon egy égő gyertyát és egy szórólencsét! Az ernyő helyének változtatásával próbáljuk megkeresni a gyertya éles képét!

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.

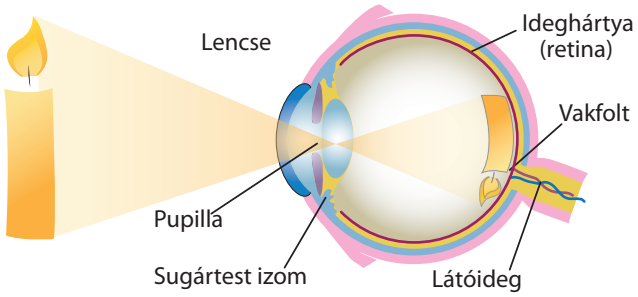
Kérdések, feladatok

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?
3. Ha látszólagos képet szeretnénk kapni, milyen lencsét használjunk? A lencse fókusztávolságához képest hová helyezzük a tárgyat?
4. Mi a prizmák szerepe a kézi távcsövekben?

5. A LÁTÁS, OPTIKAI ESZKÖZÖK

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.

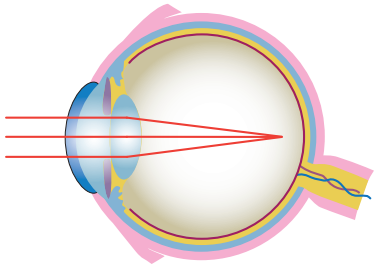


A pupilla a fény erősségétől függően szűkebbre húzódik, vagy tágabbra nyílik, és így kevesebb vagy több fényt enged a szembe. Amikor sötétség vesz körül, vagy behunyod a szemed: a pupillád kitágul. Ha ezután hirtelen erős fény éri, akkor jól látható módon összeszűkül.
Tükör segítségével figyeld meg ezt az érdekes folyamatot!

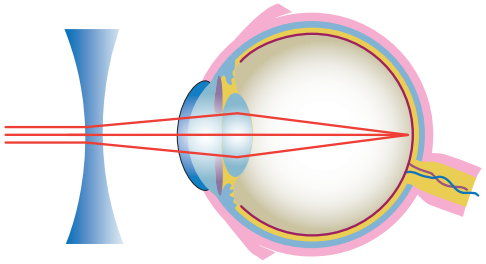
Látáshibák és javításuk

Az egészséges szem a képet az ideghártyára vetíti. A tárgy egyes pontjaiból kiindult 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

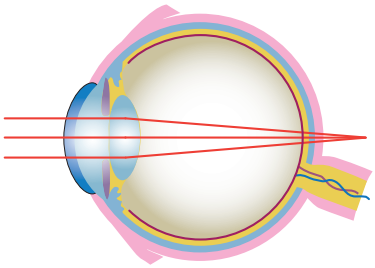


A rövidlátó ember messzire nem lát élesen. Látáshibáját az okozza, hogy a szemébe jutó fénysugarak nem az ideghártyán, hanem előtte metszik egymást, vagyis a fénysugarak túlságosan összetartók.



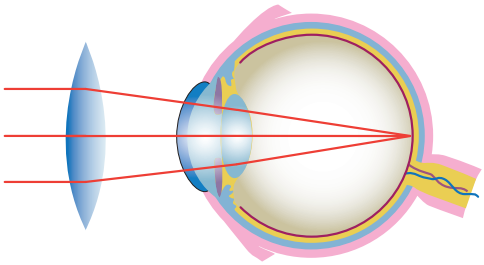
A rövidlátás javításakor a fénysugarak metszéspontját távolabbra, az ideghártyára helyezzük át. Ezt a célt szórólencsét tartalmazó szemüveg alkalmazásával érjük el. Az ilyen szemüveglencsék negatív dioptriájúak.

A távollátás és javítása



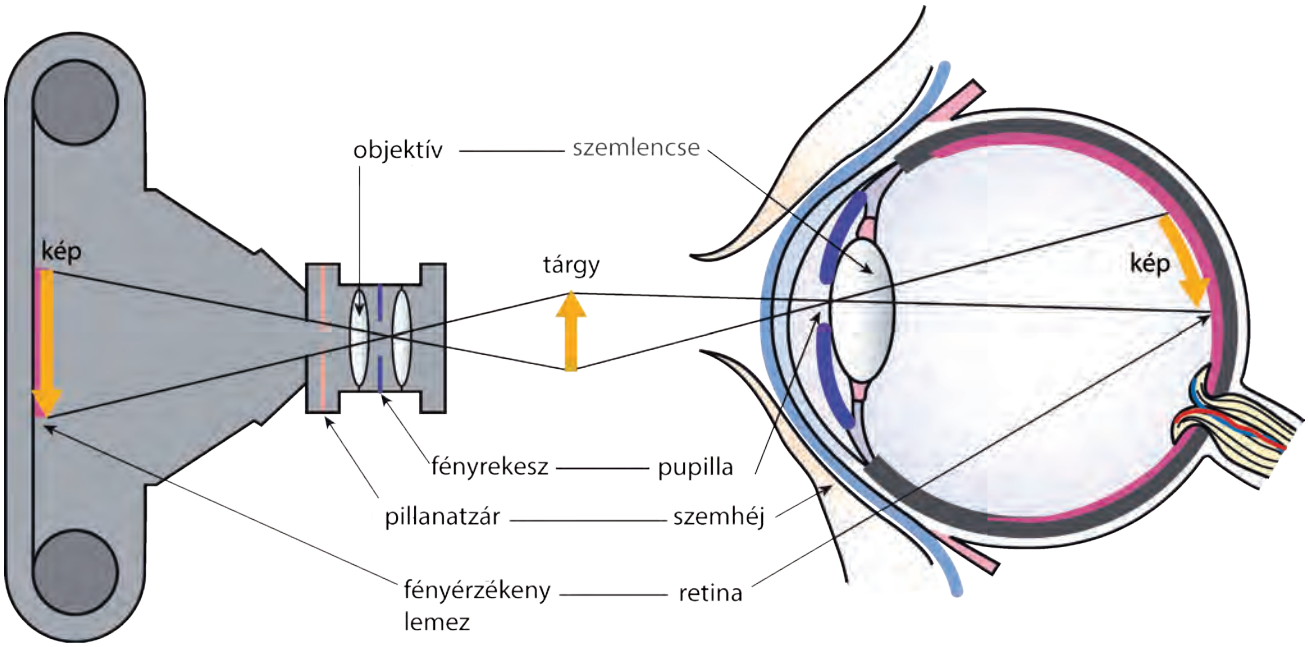
A távollátó ember közelre nem lát élesen. Látáshibáját az okozza, hogy a szembe érkező fénysugarak metszéspontja az ideghártya mögött van, vagyis a fénysugarak nem elég összetartók.

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.



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.



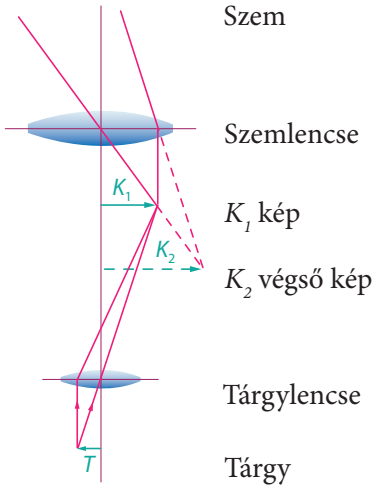
A **digitális fényképezőgépek** alapvető alkatrészei megegyeznek a hagyományos kamerák tartozékaival.
A lényeges különbség az, hogy a film helyén fényt érzékelő félvezető eszközöket tartalmazó képrögzítő eszköz (ún. CCD) található. A képeket a gép kivehető memóriakártyákon tárolja.

A mikroszkóp és a távcső

A tárgylencse a megvilágított T tárgyról valódi, nagyított, fordított állású képet állít elő a szemlencse fókuszán belül. (K_1 kép)

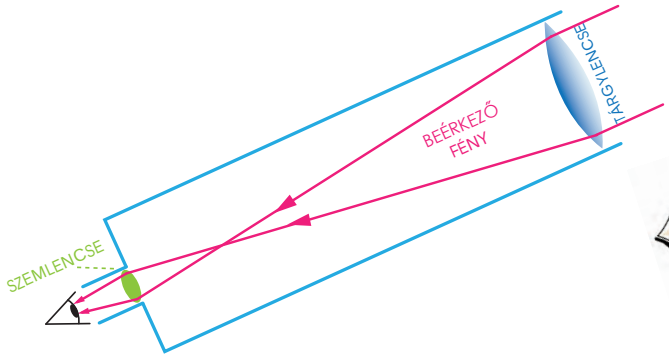
Ezt a képet szemléljük a szemlencsével mint egyszerű nagyítóval. (K_2 végső kép)

A végső kép az eredeti tárgyhoz képest fordított állású, látszólagos, nagyított.
A fordított állású képet a távcsöveknél megismert módon, prizmákkal meg lehet fordítani.

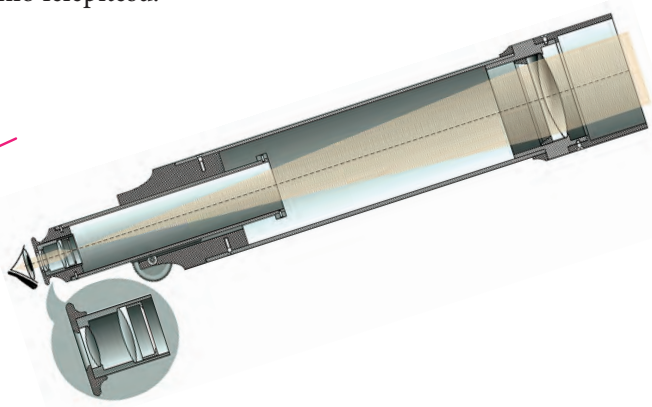




A Kepler-féle csillagászati távcső a mikroszkóphoz hasonló felépítésű.



A távcső felépítése



Egy Kepler-féle távcső.
Földi megfigyelésekre nem alkalmazták a fordított kép miatt.

A távcső és a mikroszkóp két-két gyűjtőlencsét tartalmaz, amelyek belső fókuszpontja közös.
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.

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.
Optikai eszközeink a lencse, a tükör, a nagyító, a szemüveg, a fényképezőgép, a mikroszkóp és a távcső.

Kérdések, feladatok

1. Mi a szerepe a látásban
   a) a pupilla méretváltozásának?
   b) a szemlencse dioptriaváltozásának?
2. Mi a vakfolt?
3. Melyek a fő szerkezeti elemei a Kepler-féle csillagászati távcsőnek és a mikroszkópnak?
4. Rajzold le a közel-, illetve a távollátó szembe érkező fénysugarak útját, szemüveg nélkül és szemüveggel is!

6. SZÍNEK, LÉGKÖRI JELENSÉGEK

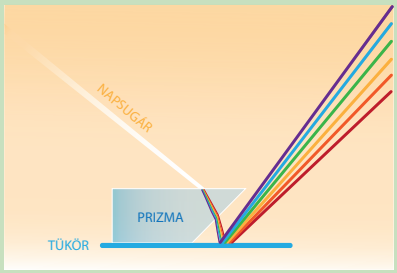
Színkép

Korábban tanultunk a prizmáról. Ebben a leckében egy nagyon látványos képességével ismerkedünk meg.

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 szivárvány színei: vörös, narancs, sárga, zöld, kék, ibolya.

A kísérletnél napfényt használunk. A napfény fehér fény. A prizma alatt elhelyezett síktükör lehetővé teszi, hogy a nagy távolságban lévő falfelületen tanulmányozzuk a jelenséget.

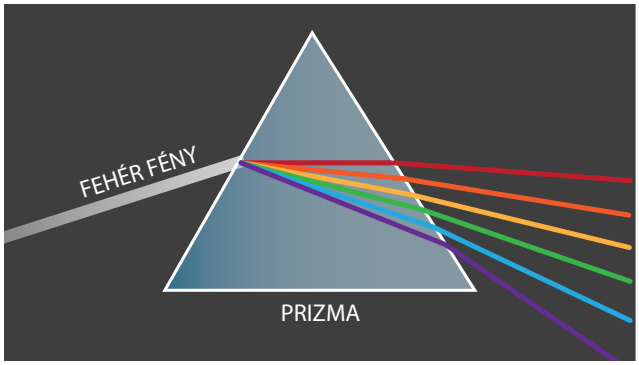


A jelenség magyarázata:

Fénytöréskor a különböző színű fénysugarak különböző szögben törnek meg: legerősebben 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.



Ha egy fényforrás fényét színeire bontjuk, akkor a fényforrás színképét kapjuk.

A Nap **színkép**e a szivárvány színeiből áll.

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

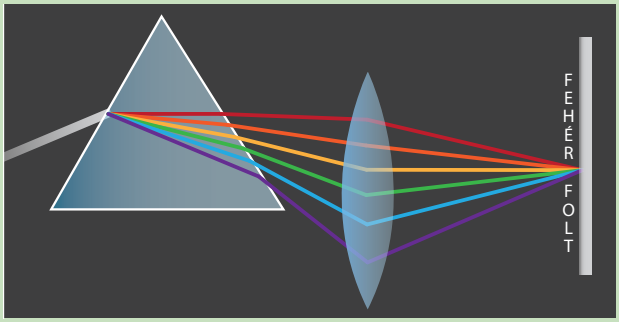
Egyesítsük a felbontott fehér fény színeit!

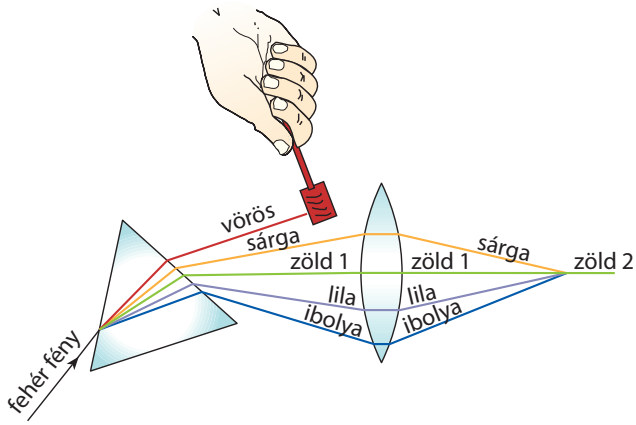
Tapasztalat:

Helyezzünk gyűjtőlencsét a prizma és az ernyő közé! Az ernyőn a színkép színeinek együttese, vagyis fehér fény jelenik meg.

Eszerint:

vörös + narancs + sárga + zöld + kék + ibolya = fehér.





Ha 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.
Az ábrát tanulmányozva két különböző zöldet találunk. („zöld 1”, és „zöld 2”). A „zöld 1” monokromatikus zöld, amely prizmával nem bontható fel. A „zöld 2” összetett szín; több szín keveréke, tehát prizmával felbontható.
Milyen színekre bontható a „zöld 2”?

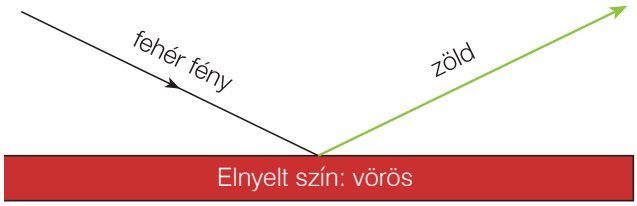
A kísérlet bármelyik színnel megismételhető. A tapasztalatokat a következő táblázat tartalmazza.

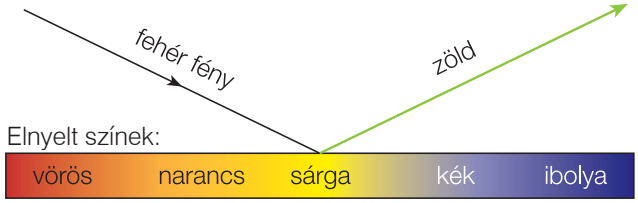
A fehérből eltávolított szín	vörös	narancs	sárga	zöld	kék	ibolya
A többi szín keveréke	zöld	ibolya	kék	vörös	sárga	narancs

Az egymás alatt szereplő színeket kiegészítő vagy komplementer színeknek nevezzük.

Az átlátszatlan testek színe

Az átlátszatlan testek a rájuk eső fény egy részét elnyelik, a többit visszaverik.





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.

Egy test azonban úgyis lehet zöld színű, ha a fehér fényből csak a zöldet veri vissza, a többit pedig elnyeli.

Sokféle színvariáció adódik abból, hogy a testek egyszerre többféle színt is elnyelhetnek, illetve visszaverhetnek, ráadásul ezek aránya általában különböző.

Érdekesség

Színek előállítása színkeveréssel



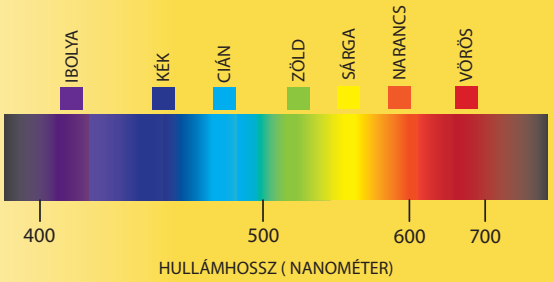


Képek színeit több szín keverésével állítják elő. Kétféle színkeverési módszer létezik: az összegző és a kivonó.
Összegző színkeverés akkor történik, ha különböző színű fényforrások egyidejűleg világítanak meg egy felületet. A különböző színek a három alapszín más és más arányú összekeverésével állíthatók 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 színszűrők segítségével kiszűrnek egyes részeket, és így állítják elő a különböző színeket. A színes anyagok a fehér fényből egyeseket átengednek, másokat elnyelnek, vagyis kivonnak az eredeti fényből, s így keletkezik új 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.

Jó, ha tudod

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 hullámhossz tartománya 390–760 nm.



$1\ \text{nm} = \frac{1}{1\,000\,000\,000}$ méter= 0,000000001 méter, vagyis a milliméter 1 milliomod része.

Légköri optikai jelenségek

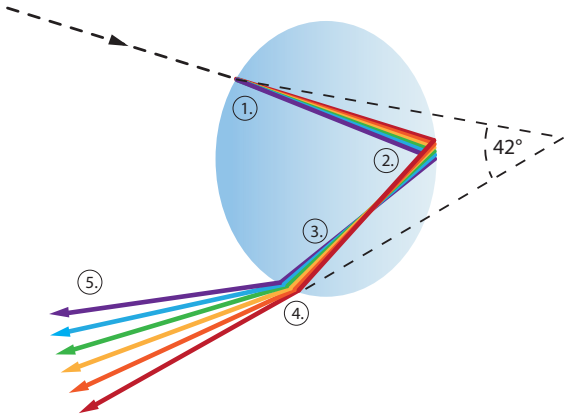
Eső után, amikor a Nap újra kisüt, az égbolt Nappal ellentétes oldalán gyakran látunk szivárványt. Ez akkor alakul ki, ha a levegőben lévő vízcseppeket a napfény alacsony szögből éri; elsősorban a délutáni, illetve kora esti órákban. Gyakran látható szivárvány vízesés, vagy szökőkút mellett is, de mesterségesen is előállíthatjuk, ha napos időben porlasztott vízcseppekkel öntözünk.



A szivárvány

A szivárvány keletkezése

A szivárvány keletkezésekor a majdnem vízszintesen érkező napfény
– a vízcseppbe belépve megtörik (a különböző színek különböző mértékben) (1.),
– a vízcsepp ellentétes oldalának felületéről részben visszaverődik (2.),
– másodszor is áthalad a vízcseppen (3.),
– a Nappal megegyező oldalán megtörve kilép (4.).
A Napnak háttal álló szemlélő, a kétszeri fénytörés miatt, a felbontott fehér napfény összetevőit, vagyis a szivárványt látja (5.).



A délibáb

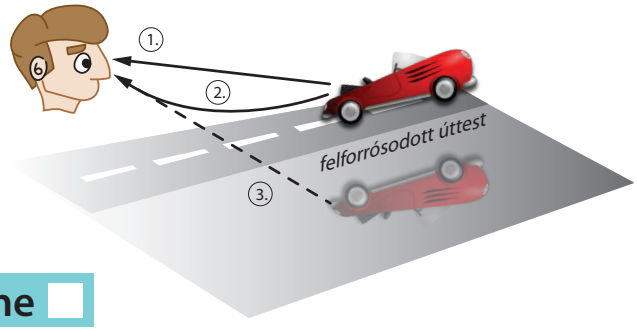
Napsütéses időben a távoli útfelület nedvesnek látszódik, a távolban közlekedő autónak a tükörképe is megjelenik. Olyan, mintha egy víztócsáról verődne vissza a képe.

Kialakulása: Rendes körülmények között a levegő alul sűrűbb, felül ritkább. Erős napsütésben a felmelegedett, forró földfelszíntől a vele közvetlenül érintkező levegőréteg is átmelegszik. Ilyenkor alul van a ritkább, fölötte a hűvösebb, sűrűbb levegő.



Kialakulásához gyors felmelegedésre alkalmas földfelszín szükséges. Sivatagi, félsivatagi területeken fordul elő leggyakrabban

Az autótól kiinduló fénysugarak két különböző úton jutnak el a megfigyelőhöz. Az egyik fénysugár közvetlenül érkezik (1.). A második, a hűvösebb levegőből, elég kis szögben jut el a felmelegedett levegőrétegig, majd arról visszaverődik (2.). Így érkezik az észlelőhöz, aki ezt a fénysugár meghosszabbításának az irányából látja (3.).



Az ég kék és a lemenő Nap vörös színe



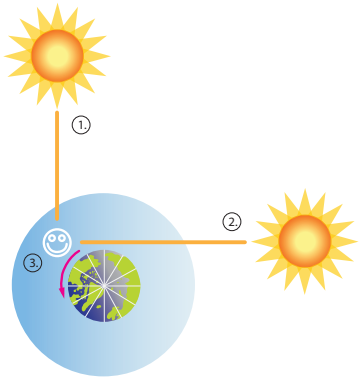
Az égboltra tekintve mindenhol a napfény szórt kék színét látjuk.



A látóhatár felé közeledő Nap színe egyre vörösebb.

A 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.

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 Nap helyzete a déli órákban (1.).
A Nap helyzete naplemente előtt (2.).
A megfigyelő (3.).

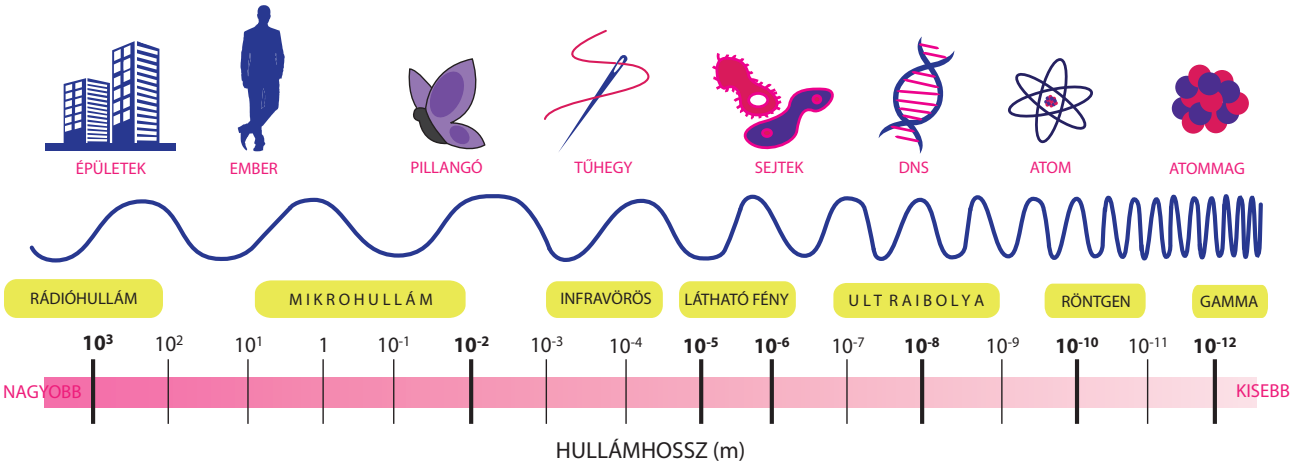
Összefoglalás

A fehér fényt a prizma a szivárvány színeire bontja. A fehér fény összetett fény, amely vörös, narancs, sárga, zöld, kék, ibolya színekből áll.
A nem keverék színeket a prizma nem bontja.
Különböző színű fények hullámhossza eltérő. A vörös fényé a legnagyobb, az ibolyáé a legkisebb hullámhossz.
A légkör különböző jelenségei:
– a szivárvány,
– a délibáb,
– a kék ég,
– a vörös naplemente a fénytan törvényeivel magyarázhatók.

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. A FÉNY MINT ELEKTROMÁGNESES HULLÁM



A fény az 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 TV-adást, a mobiltelefonos és a műholdas kommunikációt, a WiFi-t;
– 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;
– világítja át a testünket a röntgenvizsgálatok során.
Az elektromágneses hullámok eltérő tulajdonságait különböző hullámhosszuk okozza.

A rádió- és a TV-adóállomás, a mobilátjátszó-állomás lényegileg ugyanolyan elektromágneses hullámokat sugároz, mint a gyertya fénye. A különbség a hullámhosszban van.





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 kb. 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:

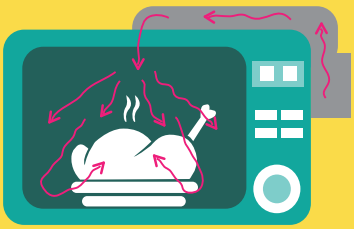
vízben: 225 000 $\frac{\text{km}}{\text{s}}$, üvegben: 200 000 $\frac{\text{km}}{\text{s}}$, alkoholban: 220 000 $\frac{\text{km}}{\text{s}}$, gyémántban: 125 000 $\frac{\text{km}}{\text{s}}$.

A fény által egy év alatt megtett út a **fényév**, ezt a csillagászatban távolságegységként használják. A látható fény az elektromágneses hullámoknak igen keskeny sávja, ennek a hullámhosszáról már tanultunk a színekről szóló leckében.



A rádióhullámok hullámhossza a sok kilométerestől a milliméteresig terjed.
Megkülönböztetünk hosszú-, közép-, rövid-, ultrarövid és mikrohullámokat.
A mobiltelefonok 33 centiméteres és 16,6 centiméteres hullámhosszúságú, elektromágneses hullámokat használnak.
A **mikrohullámok** hullámhossza 30 centiméterestől az 1 milliméteresig terjed.

Jó, ha tudod



A **mikrohullámú sütő** működtetésekor nagy energiájú mágneses teret kapcsolunk be, ami elektromágneses hullámokat kelt. A kialakuló mikrohullámokat a vízmolekulák elnyelik, ettől az étel felmelegszik. Az étel azon részei, amelyek kevesebb vizet tartalmaznak, kevésbé melegszenek fel ezen a módon, de hővezetés útján beáll egy közös hőmérséklet. A mikrohullámú sütőben porcelán-, üveg-, műanyag, papír- és speciálisan, e célra készített edény használható.
A készülékbe nem szabad fémedényeket helyezni, mert ezek visszaverik a mikrohullámú sugárzást. A nagy intenzitású mikrohullámú energia az emberi szervezetre veszélyes, ezért a mikrohullámú készülékek kialakításának szigorú biztonsági előírásai vannak. A sugárzó energia nem juthat ki a készülékből.

Az infravörös sugárzás

Hullámhossza egy tized és egy ezred milliméter között van.
Az infravörös hullámok is az elektromágneses hullámok közé tartoznak.
Az *infra* latin eredetű szó, jelentése: *alatt*.

Minden anyag kibocsát infravörös sugárzást. Ennek mértéke függ a test hőmérsékletétől, ezért **hősugárzás**nak is nevezzük. Gyakorlott kovácsok, kohászok, a színük alapján, nagy pontossággal meg tudják becsülni az izzásban lévő fémek hőmérsékletét.



Sok madár és rovar érzékeli szemével (a látható fény mellett) az infravörös fényt is. A csörgőkígyó táplálékszerzési esélyeit infraérzékeny szerve növeli, amely az orr és a szem közt helyezkedik el, a fej mindkét oldalán.



Infravörös hőmérővel a távolból lehet nagyon gyorsan hőmérsékletmérést elvégezni.

Az infravörös kamera észleli a test által kibocsátott infravörös sugárzást. Látható képpé alakítva megmutatja a tárgyak felületi hőmérsékletét. Infravörös kamerákat használ a határrendészet illegális határátkelők felderítésére. Kutató-mentő egységek pedig eltévedt, megsérült emberek felkutatását végzik ilyen eszközökkel.



Televíziók, DVD-lejátszók távirányítója működéskor a látható fény tartományához nagyon közeli infravörös fényt bocsát ki magából. Ez a fénysugár impulzusok formájában tartalmaz egy kódot attól függően, hogy milyen gombot nyomtunk meg. A TV-készülékben egy eszköz érzékeli a kódolt sugarat, dekódolja és utasítást küld a készüléknek a kívánt változtatásra.



Az ultraibolya (UV-) sugárzás

A Napból érkező ultraibolya-sugárzásnak három fajtáját különböztetjük meg: az UV-A-t, az UV-B-t és az UV-C-t.

Az **UV-A** jótékony hatású: segíti a csontképződést és a barnulást. Hiánya okozza az angolkórnak nevezett, csontfejlődési rendellenességet.

A napsugárzásból származó káros **UV-B** hullámokat a Föld ózonrétege szűri. Ez a védőréteg az emberi tevékenység hatására elvékonyodott, így a földfelszínt elérő ibolyántúli sugárzás erősebbé vált. Az UV-B sugárzás – a túlzásba vitt napozás révén – a bőr korai ráncosodását, elöregedését eredményezi, de bőrrákot is okozhat. Kvarclámpák, szoláriumlámpák helyettesíthetik a természetes napfényt. Ezek a fényforrások káros UV-B sugarakat is kibocsátanak.





A Napból érkező **UV-C** fényt teljesen elnyeli a Földi légköre.

Az ultraibolya fényt, sok helyen, gyakorlatban is hasznosítják. Néhány festékanyag – UV-fény hatására – látható fényt bocsát ki. Ezt használják ki a pénzek és más értékpapírok biztonsági jeleinek elkészítésekor és ellenőrzésekor. UV-lámpa alatt ellenőrizhető a biztonsági jel megléte.

A radarok mikrohullámú sávban működnek. A radar olyan berendezés, amely az általa kisugárzott elektromágneses hullámok visszaverődését érzékelve, különféle tárgyak helyét tudja megállapítani. Repülés, hajózás során, de a haditechnikában és a meteorológiában is alkalmazzák. A rendőrség által használt sebességmérő radar a berendezés előtt elhaladó gépjárművek sebességét méri.
A műholdas helymeghatározó rendszer (GPS) is mikrohullámokat használ.





Érdekesség

Egy találmány, amely a radarnak köszönhető, és egy világhírű kísérlet radarral. Mindkettő 1946-ból.

Radarból mikrohullámú sütő
A radar hullámai is a mikrohullámú tartományba esnek. Ennek köszönhető a mikrohullámú sütő feltalálása. Egy amerikai mérnök, Percy *Spencer* (1894–1970), gyakorlott kísérletező, számos szabadalom tulajdonosa, radarberendezések kifejlesztésén dolgozott, 1946-ban. Az egyik nap különös dolgot érzékelt: a laboratóriumban, ahol radarral kísérletezett, a nadrágja zsebében lévő csokoládé olvadni kezdett. Gyorsan rájött, hogy a kellemetlen jelenségért a radar által kibocsátott mikrohullámok felelősek. Az első mikrohullámú sütőt 1947-ben építette meg: még majdnem 2 m magas, és több mint 300 kg tömegű volt. Az első mikrohullámú készüléket 1954-ben hozták forgalomba, az ára 2000 $ fölött volt.

Egy magyar, aki megérintette a Holdat
Bay Zoltán (1900–1992) a XX. század világviszonylatban is meghatározó természettudósai és feltalálói közé tartozik. Egy gyermekkorából megmaradt történet szerint, néhány éves korában, megkérdezte szüleitől: „Ha felmásznék a toronyra, meg tudnám érinteni a Holdat?” Négy évtizeddel később megvalósította gyermekkori álmát, megérintette a Holdat. Nem kézzel, hanem radarral. 1946 januárjában végrehajtott kísérlete világhíres. Földről a Holdra küldött radarjelek visszaverődését érzékelték. Az alkalmazott kísérleti technika hamar a radarcsillagászat és a méréstechnika alapjává nőtte ki magát.



Bay Zoltán

Összefoglalás

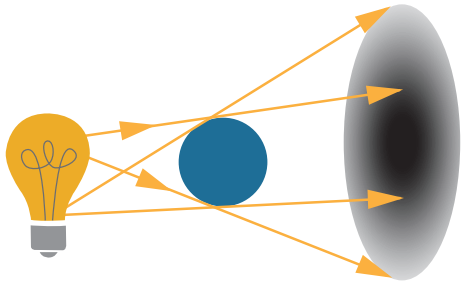
Az elektromágneses hullámok fajtái: rádióhullámok, mikrohullámok, infravörös hullámok, látható fény, UV-sugárzás, röntgensugárzás. Különbségük a hullámhosszban van. Terjedési sebességük, légüres térben és levegőben, 300 000 km másodpercenként.

Kérdések, feladatok

1. Miben különböznek és miben azonosak a különböző elektromágneses hullámok?
2. Írj mindenhova legalább 2 példát, a gyakorlati alkalmazások közül
– a rádióhullámoknak,
– az infrasugaraknak,
– a mikrohullámoknak,
– az UV-sugaraknak!

8. ÖSSZEFOGLALÁS

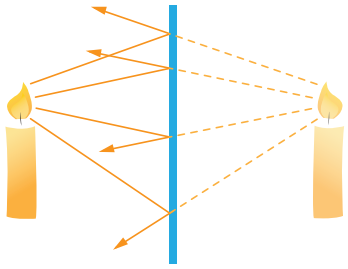
A világító testek elsődleges fényforrások, a megvilágítottak másodlagos fényforrások.
A fény egy adott anyagban egyenes vonalban terjed.



A fénysugár útjába helyezett, átlátszatlan tárgyak árnyékjelenségeket okoznak.
Érdes felületről szórtan verődik vissza a fény.

A fény visszaverődik tükröző felületekről.
A beesési szög egyenlő a visszaverődési szöggel.

Kétféle gömbtükör létezik: a homorú és a domború.



Kép ott keletkezik, ahol a tárgyról kiinduló fénysugarak ismét metszik egymást. Ha a fénysugarak ténylegesen metszik egymást, akkor valódi kép keletkezik, ha csak a meghosszabításaik, akkor látszólagos kép keletkezik.

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.

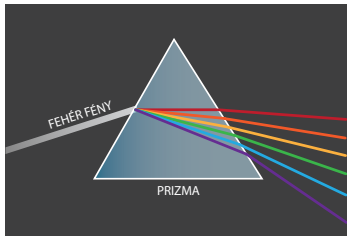


Az optikai lencsék átlátszó anyagból készülnek; felületüket gömbfelületdarabok határolják.
A gyűjtőlencsék középen vastagabbak; pozitív dioptriájúak.
A szórólencsék szélükön vastagabbak; negatív dioptriájúak.
A dioptria a méterben mért fókusztávolság reciproka:

$$D = \frac{1}{f}$$

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: pupillán keresztül bejutva a szemlencse az ideghártyán kicsinyített, fordított állású, valódi képet állít elő.



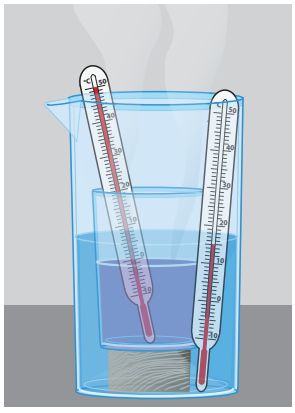
A fény vákuumban is terjed, 300 000 $\frac{\text{km}}{\text{s}}$ sebességgel.
A fény az elektromágneses hullámok egy fajtája.
Az elektromágneses hullámok hullámhosszban különböznek egymástól.

A látható fény színei különböző hullámhosszúságúak.
A fehér fény összetevői a szivárvány színei: vörös, narancs, sárga, zöld, kék, ibolya.

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?



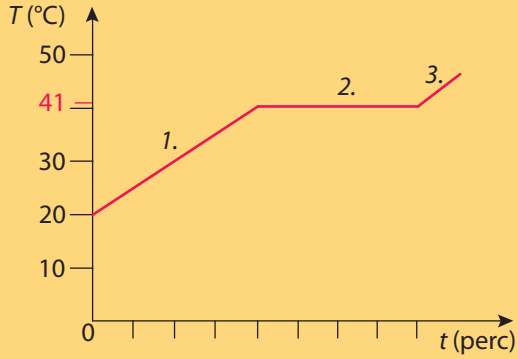
Az **energia** kifejezéssel már korábban is találkozhattál a természetismeret-órákon. Például, amikor hideg vízbe forró vízzel telt főzőpoharat állítottunk, azt tapasztaltuk, hogy a hideg víz felmelegedett, a forró víz pedig lehűlt. A folyamat addig tartott, amíg kialakult egy közös hőmérséklet. A jelenséget úgy magyaráztuk, hogy a hideg víznek és a forró víznek is volt kezdetben, a kölcsönhatás előtt, valamennyi energiája, és a kölcsönhatás következtében ezek az energiák megváltoztak. A hideg víz energiája nőtt, a forró vízé csökkent. 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. Nem is tudjuk, hiszen az is lehet, hogy kezdetben mindkettő energiája ugyanakkora volt, vagy a forró víznek kisebb volt az energiája, mint a hidegnek, mert abból sokkal több van. Ettől függetlenül, a nagyobb hőmérséklete miatt mindig a forró víz energiája csökken, és a hideg vízé nő.

Figyeld meg!

Figyeld meg! Amikor a szalol olvadását vizsgáltad, a szalolt melegítő meleg víz hőmérséklete folyamatosan csökkent, tehát a belső energiája is csökkent. Eközben a szalol az olvadáspontjáig melegedett, majd megolvadt, az olvadt szalol pedig tovább melegedett. Az olvadás folyamata alatt is nőtt a szalol belső energiája, de nem nőtt a hőmérséklete. A halmazállapot-változások során is megváltozik az anyag belső energiája, olvadáskor és forráskor nő, fagyáskor és lecsapódáskor csökken.



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 fentihez hasonló kísérleteket végezve azt is megállapíthatjuk, hogy minél nagyobb egy tárgy (anyag) hőmérséklete, annál nagyobb az energiája. A belső energia az anyagot alkotó atomok, molekulák kapcsolódását és mozgásuk mértékét fejezi ki. Amikor melegítünk egy testet, akkor az átadott energia legtöbbször a részecskék mozgási energiáját növeli. és ilyenkor a test hőmérséklete is növekszik. A szalol melegítésénél a 2-vel jelölt szakaszon van energiafelvétel, mert azt tapasz-

taljuk, hogy a melegítő víz hőmérséklete ebben az időszakban is csökken. A szalol hőmérséklete mégsem nőtt, tehát kérdezhetjük, hogy mi lett a felvett energiával? Tudjuk, hogy ebben a szakaszban olvadt meg a szalol, így mondhatjuk, hogy az olvadásra fordítódott az energia. Az olvadás folyamán pedig az történik, hogy 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 termikus kölcsönhatások során az egyes anyagok energiája megváltozott ugyan, de energia nem keletkezett, és nem is tűnt el.

A fénnyel foglalkozó fejezetben is említettük már az energiát. **Az elektromágneses hullámoknak is van energiája.** A napra kitett ruha felmelegszik, a jégkocka elolvad, vagy például a mikrohullámú sütő felmelegíti az ételt. Az elektromágneses hullámok növelték az anyag belső energiáját, tehát energiával kell, hogy rendelkezzenek.

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 ilyen jellegű változtatása miatt a meteorológiai állomásokon a levegő hőmérsékletét árnyékos helyen mérik.



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.



Érdekesség

A hangok fejezetében tanultad, hogy a hang a levegőben úgy terjed, hogy sűrűsödéseket és ritkulásokat okoz a levegőben. A levegő részecskéinek (molekuláinak) akkor is van energiája, ha nem ide-oda, hanem össze-vissza mozognak. Ebből az következik, hogy 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 mechanikai és a belső energia kapcsolata

Miért dörzsöljük össze a tenyerünket, ha fázik a kezünk?

Korábban már tanultunk a mechanikai energiákról. Tudjuk, hogy testek kölcsönhatásakor a folyamatok során az összes energiájuk kedvező esetben nem változik meg. A gyakorlatban azonban mindig van súrlódás, és deformálódás közben is melegszik az anyag. Ezekben a folyamatokban a mechanikai 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 acél lemezt. Hajlítgasd ide-oda 10-15-ször, majd tapogasd meg a hajlítási él mentén! Mit tapasztalsz?

Érdekesség

A lendkerekes kisautót amikor „felpörgetünk”, tulajdonképen 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 forgási energia a mozgási energia egyik fajtája.

Ha fedővel feledett lábasban vizet forralunk, azt tapasztaljuk, hogy a vízgőz időnként megemeli a fedőt. Ez azt jelenti, hogy a forró, nagy nyomású vízgőznek energiája van. Emelési munkát tud végezni, miközben megemeli a fedőt. Ilyenkor persze a gőz egy része kiszabadul, a nyomás lecsökken, a fedő visszaesik a lábasra.

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, hol nőtt, hol pedig csökkent, 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** munkavégzés vagy hőátadás formájában. Az egyes tárgyak energiáját számadattal is ki lehet fejezni.

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

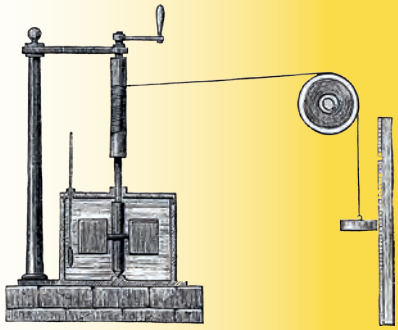
Jó ha tudod!

Folyóparton állva bizonyára láttad már, hogy amikor egy hajó elhalad a közelben, a part felé futó hullámok megemelik a hajókat, csónakokat. Az emeléshez munkát kell végezni, tehát a víz felületén kialakuló hullámoknak is van energiája.

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.



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.
A fizikai folyamatok, jelenségek során energiaátadás játszódik le.

Kérdések, feladatok

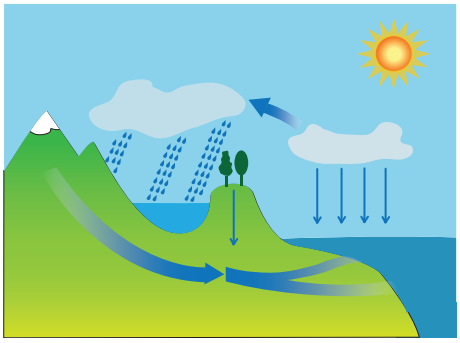
1. Írj olyan eseteket, amelyekben az alábbi tárgyaknak, anyagoknak a belső energián kívül másfajta energiája is van! Labda, autó, faltörő kos, levegő, víz, rugó.
2. Egy bögre forró vízbe, kis zacskóban, hideg vizet lógatunk. Mérésekkel megállapítottuk, hogy a hideg víz energiája kezdetben 60 000 J, a 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 jutott 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 a növekedésre. 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, illetve az abban lévő víznek, így 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 nem ugyanúgy működnek. Az egyik meleg vizet, a másik áramot állít elő.

Megújuló energiaforrások



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

Kísérlet

Fűzzünk vékony drótot egy könnyű szemeteszsák kerületére! A zsákot, szájával lefelé, tartsd 4–5 égő gyertya lángja fölé. Várjuk 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 a hideg levegő fölé törekszik, a zsák felemelkedik. (Ez a kísérlet csak felnőtt jelenlétében végezhető el.)



Nem megújuló energiaforrások



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, ezért ezeket **nem megújuló (fosszilis) energiaforrásoknak nevezzük**. Ilyenek az **üzemanyagok** és a **fűtőanyagok**; ezek közül a legfontosabbak 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 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, atommag-fizikai 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 végső soron elektromos energiává alakítják az atomerőművek.

Az interneten, vagy lexikonban 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?
Az benzin sűrűsége 0,7 $\frac{kg}{dm^3}$.
Megoldás:
A földgáz elégetésével 37 000 kJ energiát nyerünk. 1 kg benzin elégetésével 43 000 kJ energiát nyerünk. Következtessünk!
1 kg benzin elégetésével nyert energia 43 000 kJ. A benzin sűrűségéből 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.

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.



Vannak olyan energiaforrások, melyek energiáját nem használjuk fel közvetlenül, 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 megújuló vagy nem megújuló energiaforrásokból tudjuk kinyerni. Az elektromos áramot **erőmű**vekben 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.



Összefoglalás

Az energiaforrásokból az energiát ki tudjuk nyerni, fel tudjuk használni.
Az energiaforrások két fajtája a megújuló és a nem megújuló energiaforrások.
Az üzemanyagok, a fűtőanyagok és a tüzelőanyagok hatékonyságát a fűtőérték $\frac{MJ}{kg}$-ban **vagy** $\frac{MJ}{m^3}$-ben adja meg.
Az elektromos áram másodlagos energiaforrás, mely különböző erőművekben állítható elő.

Kérdések, feladatok

1. Tervezz és készíts vízerőművet! Vízerőművedet, 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 vízerőművedet poharába (radírok, érmék, gyöngyök)! Mekkora az a tömeg, amelyet már nem bír felemelni az erőművedet? 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

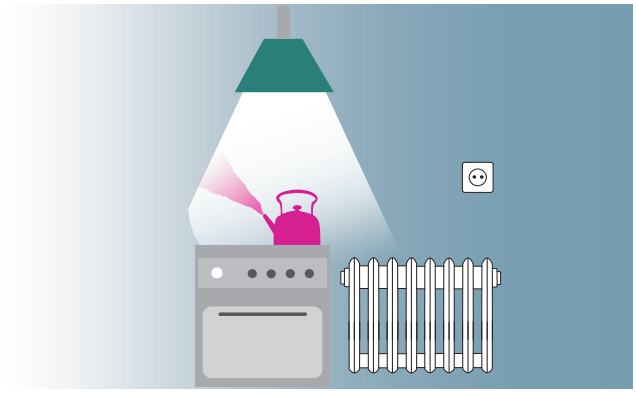
Reggel egyél úgy, mint egy király, délben, mint egy polgár, este, mint egy koldus – tartja a mondás. Ha az iskolában egy gyerek rosszul érzi magát, a tanárok mindig megkérdezik, hogy megfelelően reggelizett-e. Egy hosszú focimeccs után egyikőtöket sem kell noszogatni, hogy egyen. A mozgás és a táplálkozás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



Egy épület üzemeltetéséhez – a szervezethez hasonlóan – **energiára van szükség.** Az épületek kellemes hőmérsékletét többféleképpen is fenn lehet tartani; fűthetünk fával, szénnel, olajjal, földgázzal vagy elektromos árammal. Ugyanezen 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 régi, ma már ritkán használt mértékegységben, a kilokalóriában (kcal).



Élelmiszerek

Az élelmiszerek elfogyasztásával energiához jutunk. Egy élelmiszer **tápértéke**, más néven **energiatartalma** tájékoztat bennünket arról, hogy mennyi energiát nyerünk az étel elfogyasztásával. A táplálkozás folyamata hasonlít az égés menetéhez; a szervezetünkben olyan vegyi folyamatok indulnak, melyek hatására az élelmiszerben tárolt energia felszabadul, és izmaink számára felhasználhatóvá válik. Ezt az energiát nem csak mozgásra, hanem testhőmérsékletünk fenntartására használjuk, agyunk ezzel serkenti a gondolkozást. 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 számláznak, a kapott gázszámlát és villanyszámlát az energiafogyasztóknak havonta be kell fizetniük a szolgáltatóknak.

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.



Közlekedési eszközök energiafogyasztása



A járművek mozgásához energia szükséges, e nélkül 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 gépet találtak fel, a benzinnel vagy dízelolajjal működő, belső égésű motort. Ma már egyre gyakrabban látunk az utakon elektromos meghajtású autókat is.



Érdekesség

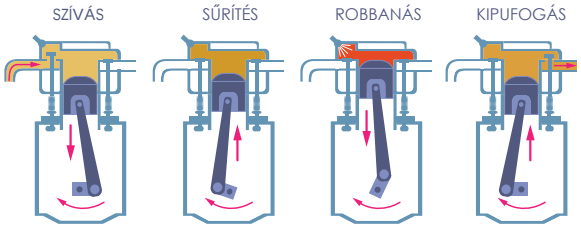


A légi járművek is sokféle energiaforrást használnak. A helikopterek, a repülők motorjai benzinnel vagy kerozinnal működnek. A vitorlázó repülőgépeket más gépek emelik a magasba, működésük – a hőlégballonokhoz hasonlóan – a meleg levegő felszálló hatásán alapszik. A rakétáknak a legnagyobb az energiaigénye, 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 leves gőze megemeli a fedőt. 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 felszabaduló energia a dugattyút eltolja (harmadik ütem). A visszatérő dugattyú az égéstermékeket kinyomja a hengerből (negyedik ütem). Az égéstermék a kipufogón keresztül a környezetbe jut. A dugattyú ide-oda mozgását egy kar a tengely forgómozgásává alakítja. Arról, hogy a motorba, illetve a motorból a kellő időben áramoljanak az anyagok, a tengely által vezérelt szelepek gondoskodnak.



Nézz utána!

Milyen típusú energiaforrásokat használtok otthon? Mekkora a család egyhavi energiaigénye? Számolj utána! A gázszámlán megajuole-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 energiaforrások állnak rendelkezésre.
Az elfogyasztott energiát a szolgáltatók a gázmérő és az elektromos fogyasztásmérő leolvasásával határozzák meg.
A járművek működése különféle energiaforrások felhasználásával történik.
A gőzgép a gőz energiáját, a belső égésű motor az üzemanyag elégetéséből felszabaduló energiát használja a dugattyú mozgatásához.

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 (69. 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 $\frac{kg}{m^3}$.



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 a nem megújuló energiaforrások 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 ködd é 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?



Lelőhelyek kimerülése

A nem megújuló energiaforrásokat ki kell termelni. Az **erdőírtás** 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 megújuló energiaforrásokat 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 vidéken használhatók, és nagyobb mennyiségű elektromos áramhoz szélerőműparkot kell építeni. A naperőműveket csak napos vidéken lehet alkalmazni.



Az erőművek, eltekintve a fűtőművektől, elektromos áramot, azaz másodlagos energiaforrást termelnek. Ezek egyfelől nélkülözhetetlenek számunkra, másfelől nagymértékben terhelik környezetünket, szervezetünket. A **hőerőművek** a tüzelőanyagok elégetésével sok égésterméket engednek a levegőbe.

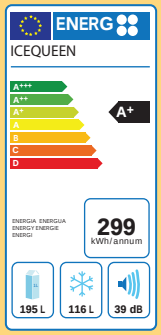
Energiatakarékosság



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 levegőt. 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 kapták, a legrosszabbak G-t. A legmodernebb készüléknél A+ és A++ jelölés szerepel. 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 nyílászárókat, vagy lecserélhetjük a kazánt, a bojlert egy jobb típusra.

Összefoglalás

Az égés során keletkező égéstermékek közül sok környezetszennyező.
A nem megújuló energiaforrások kitermelése szintén terheli a környezetet.
Az atomerőművekben keletkező radioaktív sugárzás különösen veszélyes.
A környezetszennyezés csökkentéséért törekedni kell az energiatakarékosságra is.

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 energia-átadás játszódik le.

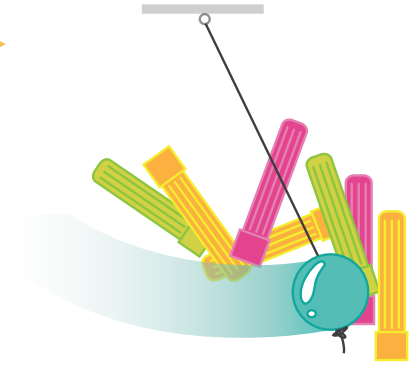
A folyamatban részt vevők összes energiája mindvégig ugyanannyi maradt. Ez az energiamegmaradás tétele.

Az égés során keletkező égéstermékek közül sok környezetszennyező.



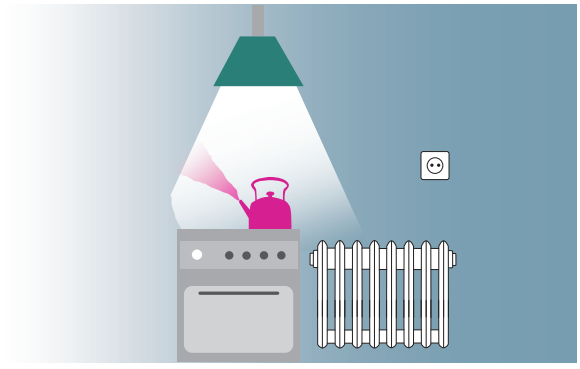
A gőzgép a gőz energiáját, a belső égésű motor az üzemanyag elégetéséből felszabaduló energiát használja a dugattyú mozgatásához.
Az energiaforrások kitermelése terheli a környezetet, ezért törekedni kell az energiatakarékosságra.

Az atomerőművekben keletkező radioaktív sugárzás különösen veszélyes.



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

Az élelmiszerek tápértékéből fedezhetjük energiaigényünket.





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

Az elfogyasztott energiát fogyasztásmérők használatával határozzák meg.

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.

Anyag: Minden test, anyag apró, szabad szemmel nem látható részecskékből áll.

Arkhimédész törvénye: A folyadékba merülő testre felhajtóerő hat. A felhajtóerő nagysága egyenlő a test által kiszorított folyadék súlyával.

Árnyékjelenség: A fénysugár útjába helyezett, átlátszatlan tárgyak az ernyőn árnyékjelenségeket okoznak.

Átlagsebesség: A teljes út és a megtételéhez szükséges idő hányadosa.

Beesési merőleges: A beesési pontban a felületre állított merőleges a beesési merőleges.

Dinamika: A dinamika a mozgásállapot-változást és az alakváltozást előidéző erőkkel foglalkozik.

Dioptria: A dioptria a méterben mért fókusztávolság reciproka.

Egyenletes mozgás: Ha a test egyenlő időtartamok alatt egyenlő utakat tesz meg, bármilyen kicsik is ezek az időtartamok.

Egyenletesen gyorsuló mozgás: Ha a test sebessége minden másodpercben ugyanannyival nő.

Elmerülés: A testek elmerülnek a folyadékban, ha az anyaga nagyobb sűrűségű, mint a folyadék sűrűsége.

Emelő: Egyszerű gép.

Energiafajták: Mozgási energia, rugalmas energia, magassági energia, hő.

Energia-megmaradás törvénye: Két test kölcsönhatása közben az egyik test energiája ugyanannyival nő, mint amennyivel a másik test energiája csökken.

Eredő erő: Ha egy testre egyidejűleg több erő hat, akkor azt olyan erővel lehet helyettesíteni, amelynek a hatása megegyezik az eredeti erők együttes hatásával.

Erőhatás: Olyan hatás, amely valamely test alak- és mozgásállapotát megváltoztatja. Az erőnek nagysága és iránya is van.

Erő–ellenerő: Ez az erő – ellenerő (hatás – ellenhatás) törvénye, ha egy test erőhatást fejt ki egy másik testre, akkor a másik is hat rá, a két erő egyenlő nagyságú és ellentétes irányú. Az erő a kölcsönhatásban résztvevő egyik testre, az ellenerő pedig a másik testre hat.

Erőkar: A forgástengely és az erő hatásvonala közötti távolság.

Égéshő: Az éghető anyagok jellemző tulajdonsága. Az anyag égéshőjét úgy határozhatjuk meg, hogy az anyag elégetésekor nyert összes hőt osztjuk az anyag tömegével.

Fagyás: Halmazállapot-változás, mely közben a folyadékok szilárd halmazállapotúvá válnak. A fagyás az anyagokra jellemző hőmérsékleten, a fagyásponton megy végbe.

Fagyáshő (szemléletes jelentése)**:** Az a hőmennyiség, amelyet 1 kg anyag fagyás közben „átad” a környezetének. A fagyáshő anyagonként különböző.

Fajhő: A fajhő azt mutatja meg, hogy mennyi hőre van szükség ahhoz, hogy az anyag 1 kg-jának a hőmérsékletét 1 °C-kal emeljük.

Fókuszpont: A tükör egy pontba gyűjti, azaz fókuszálja a párhuzamos fénysugarakat. A fókuszpontot gyújtópontnak is nevezzük.

Forgatónyomaték: A tengely körül elforgatható testre ható erő és az erőkar szorzata.

Forrás: Halmazállapot-változás, mely közben az egész folyadék (nemcsak a felszíne) elkezd légneművé válni. A forrás a forrásponton megy végbe.

Forráshő (szemléletes jelentése)**:** Az a hőmennyiség, amelyet 1 kg anyag forrás közben „felvesz” a környezetétől. A forráshő az anyagra jellemző mennyiség.

Gömbtükör: Ha a tükröző bevonat egy gömb felületének egy részét borítja, akkor gömbtükörrel van dolgunk.

Gravitációs erő: A Föld testekre kifejtett gyorsító hatása.

Gravitációs kölcsönhatás: A Föld és egy másik test között létrejövő kölcsönhatás.

Gyorsuló mozgás: A test egyenlő időtartamok alatt egyre nagyobb utakat tesz meg.

Halmazállapot: Szilárd, folyékony és légneműről tanultunk.

Hangforrás: A hangforrás rezgései hozzák létre a hangot.

Hangmagasság: A hang frekvenciája határozza meg.

Hangsebesség: A hang terjedési sebessége, levegőben körülbelül 340 m/s.

Hatásfok: A hasznos és az összes energia hányadosaként meghatározott fizikai mennyiség. A hatásfokot törtben vagy százalékban fejezzük ki. Sohasem lehet nagyobb 1-nél (100%-nál).

Hatásvonal: Az erő támadáspontján átmenő, az erő irányába eső egyenes.

Hidrosztatikai nyomás: A folyadék súlyából származó nyomás. Annál nagyobb, minél nagyobb a folyadékoszlop magassága és a folyadék sűrűsége. A hidrosztatikai nyomás a folyadék belsejében minden irányban hat.

Hő (hőmennyiség): Az energia-változás egyik formája.

Hőáramlás: A hőterjedés egyik módja. Az áramló anyagi részecskék viszik át az energiát az egyik helyről a másikra.

Hőerőgép: A termikus energiát mozgási energiává alakítja át.

Hőmérő: A hőmérséklet mérésére szolgáló mérőeszköz.

Hőmérséklet: A test felmelegedésére vagy lehűlésére (hőállapotára) jellemző fizikai mennyiség.

Hősugárzás: A hőterjedés egyik módja. A meleg testből kiinduló, láthatatlan sugarak a közbeeső közeg felmelegítése nélkül, egyenes vonalban jutnak el a másik testig, amely elnyeli ezeket a sugarakat, s ezáltal melegszik fel.

Hőterjedés: A hő (hőmennyiség) három féle módon juthat az egyik testről a másik testre: hővezetéssel, hőáramlással és hősugárzással.

Hővezetés: A hőterjedés egyik módja. A test melegebb anyagrészecskéi úgy adják át az energiát a hidegebb anyagrészecskéknek, hogy a helyükről nem mozdulnak el. A fémek jó hővezetők, az üveg, a papír, a víz, a levegő rossz hővezető. A rossz hővezetőket hőszigetelőknek is szoktuk mondani.

Kísérlet: A jelenség előidézése mesterséges körülmények között, megismerés, vizsgálat céljából.

Közlekedőedények: Felül nyitott, alul csővel összekötött, folyadékkal töltött edények. Az egyes edényekben a folyadékszint ugyanabban a magasságban van.

Lassuló mozgás: Egy test akkor végez lassuló mozgást, ha egyenlő időtartamok alatt egyre kisebb utakat tesz meg.

Lebegés: Azok a testek lebegnek a folyadékban, amelyeknek az anyaga ugyanakkora sűrűségű, mint a folyadék sűrűsége.

Lecsapódás: Olyan halmazállapot-változás, melynek során a gőz folyékonnyá válik. Lecsapódás bármilyen hőmérsékleten bekövetkezhet.

Lejtő: Ferde felületből álló egyszerű gép.

Légnyomás: A levegő súlyából származó nyomást légnyomásnak nevezzük.

Mechanika: A fizikának egyik területe, amely a testek mozgásának és nyugalmi állapotának a vizsgálatával foglalkozik.

Melegítés: Valamely testet vagy munkavégzéssel, vagy a tüzelőanyagok elégetése révén melegíthetünk fel.

Mérés: A mérendő mennyiség összehasonlítása a mértékegységgel

Mozgás: Megváltozik valamely test helyzete egy másik testhez viszonyítva.

Mozgásállapot: A test mozgásállapotát a test sebessége és mozgásának iránya együttesen határozzák meg.

Munka: Munkának nevezzük az erő és az erő irányába eső elmozdulás szorzataként értelmezett fizikai mennyiséget.

Nyomás: A nyomóerő és a nyomott felület hányadosaként meghatározott fizikai mennyiség.

Olvadáshő (szemléletes jelentése)**:** Az a hőmennyiség, amelyet 1 kg anyag olvadás közben „felvesz" a környezetétől. Az olvadáshő az anyagra jellemző mennyiség.

Párolgás: Olyan halmazállapot-változás, mely közben a folyadék légneművé válik. A párolgás a folyadék szabad felszínén megy végbe. A folyadék minden hőmérsékleten párolog.

Pillanatnyi sebesség: A nagyon rövid időből és az ez alatt megtett útból számított sebesség. A járművek sebességmérője a pillanatnyi sebességet mutatja.

Prizma: A prizmák is átlátszó anyagból: üvegből vagy műanyagból készülnek. Felületüket síklapok határolják.

SI-mértékrendszer: Nemzetközileg elfogadott, egységes mértékrendszer, alapegységei a méter, a másodperc és a kilogramm és még további négy mértékegység.

Súrlódási erő: Az egymáson csúszó vagy gördülő testek mozgását akadályozó erő.

Sűrűség: Az anyagok egyik jellemző tulajdonsága. A sűrűség a tömeg és a térfogat hányadosaként meghatározott fizikai mennyiség.

Szabadesés: Az elengedett, leeső testek mozgása a gravitációs erő hatására.

Támadáspont: Az a pont, ahol a testet erőhatás éri.

Tehetetlenség: A testeknek az a tulajdonsága, hogy nyugalmi állapotukat vagy egyenes vonalú egyenletes mozgásukat önmaguk nem képesek megváltoztatni.

Tehetetlenség törvénye: Minden test nyugalomban marad vagy egyenes vonalú egyenletes mozgást végez mindaddig, míg ezt az állapotot egy másik test meg nem változtatja.

Teljesítmény: A munka és a munka elvégzéséhez szükséges idő hányadosaként meghatározott fizikai mennyiség.

Termikus kölcsönhatás: Ha két, különböző hőmérsékletű test közvetlenül érintkezik egymással, akkor termikus kölcsönhatás jön létre.

Térfogat: A testek térbeli méreteit jellemző mennyiség.

Tömeg: A testek egyik alapvető tulajdonsága. Olyan fizikai mennyiség, amely azt fejezi ki, hogy valamely test milyen mértékben áll ellen annak az erőnek, amely meg akarja változtatni a helyzetét vagy a mozgásállapotát.

Út: A mozgó test által megtett pályaszakasz, távolság.

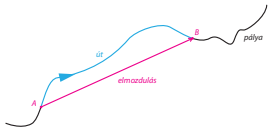
Változó mozgás: Akkor mondjuk egy testről, hogy változó mozgást végez, ha egyenlő időközök alatt egymástól eltérő utakat tesz meg.

TARTALOMJEGYZÉK



I. TESTEK, FOLYAMATOK MÉRHETŐ TULAJDONSÁGA

1. A mérés 4
2. A tömeg mérése, a sűrűség 6
3. Az idő mérése 9



II. TESTEK MOZGÁSÁNAK VIZSGÁLATA

1. Testek mozgásának jellemzése 12
2. Mozgások grafikus ábrázolása, egyenletes mozgás 15
3. Egyenletesen változó mozgások 18
4. A körmozgás jellemzői 21
5. Összefoglalás 24

III. AZ ERŐ

1. Az erő 25
2. Néhány erőfajta 28
3. Az erő sebességváltoztató hatása 31
4. Munka, teljesítmény, mechanikai energia 35
5. Gépek 38
6. Összefoglalás 41



IV. KÖLCSÖNHATÁSOK

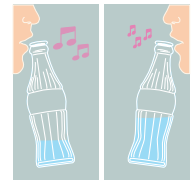
1. A nyomás 42
2. A hidrosztatikai nyomás 45
3. A légnyomás 48
4. Közlekedőedények, hajszálcsövesség 52
5. Arkhimédész törvénye 55
6. Úszás, lebegés, merülés 58
7. Összefoglalás 62

V. HŐMÉRSÉKLET, HALMAZÁLLAPOT



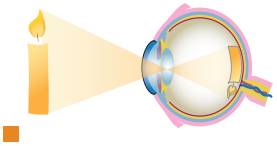
1. A hőmérséklet mérése 63
2. Hőterjedés 66
3. Olvadás, fagyás 69
4. A párolgás 73
5. A forrás, lecsapódás 76
6. A termikus kölcsönhatás 79
7. Összefoglalás 82

VI. A HANG, HULLÁMMOZGÁS A TERMÉSZETBEN



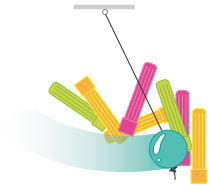
1. A hangkeltés 83
2. Hallás, a fül 86
3. A hang terjedése 88
4. A magas és mély hangok 90
5. Hullámok a természetben 93
6. Összefoglalás 96

VII. A FÉNY



1. A fény terjedése és visszaverődése 97
2. Gömbtükrök 100
3. A fény törése 103
4. Prizmák, lencsék 105
5. A látás, optikai eszközök 108
6. Színek, légköri jelenségek 111
7. A fény mint elektromágneses hullám 115
8. Összefoglalás 119

VIII. AZ ENERGIA



1. Az energia 120
2. Energiaforrások 123
3. Energiaigények 126
4. Az energiafogyasztás környezeti hatásai 129
5. Összefoglalás 131