FIZIKA

Mechanika. Hőtan

A kötet hátsó borítójának belsején egyedi kód található, melyet a ***www.mozaweb.hu*** *oldalon aktiválhatsz. Az aktiválás hozzáférést biztosít a kiadvány elektronikus változatához a honlapon található feltételekkel.*



Szerzők:
Bonifert Domonkosné dr. ✝
Dr. Halász Tibor ✝
Dr. Kövesdi Katalin
Dr. Miskolczi Józsefné ✝
Molnár Györgyné dr.
Dr. Sós Katalin (PhD)

A TERMÉSZETRŐL TIZENÉVESEKNEK



FIZIKA

Mechanika
Hőtan 7

Alkotószerkesztő: dr. Halász Tibor

HUSZADIK, VÁLTOZATLAN KIADÁS

MOZAIK KIADÓ – SZEGED, 2023

Szerzők:

BONIFERT DOMONKOSNÉ DR. †
főiskolai docens

DR. HALÁSZ TIBOR †
c. főiskolai tanár

DR. KÖVESDI KATALIN
főiskolai docens

DR. MISKOLCZI JÓZSEFNÉ †
gyakorló iskolai szakvezető tanár

MOLNÁR GYÖRGYNÉ DR.
főiskolai docens

DR. SÓS KATALIN (PhD)
főiskolai adjunktus

Bírálók:

DR. NÁNAI LÁSZLÓ (CSc)
egyetemi tanár

KANÁSZ LÁSZLÓ
nyugalmazott vezető tanár

Felelős szerkesztő: Tóth Katalin
Illusztrációk: Deák Ferenc, Gönczi Anikó
Borítóterv, tipográfia: Deák Ferenc, Reményfy Tamás
Műszaki szerkesztő: Vass Tibor • Számítógépes ábrák: Szentirmai Péter
Fotók: Vadász Sándor, Reményfy Tamás, Mozaik Archívum, Képügynökségek

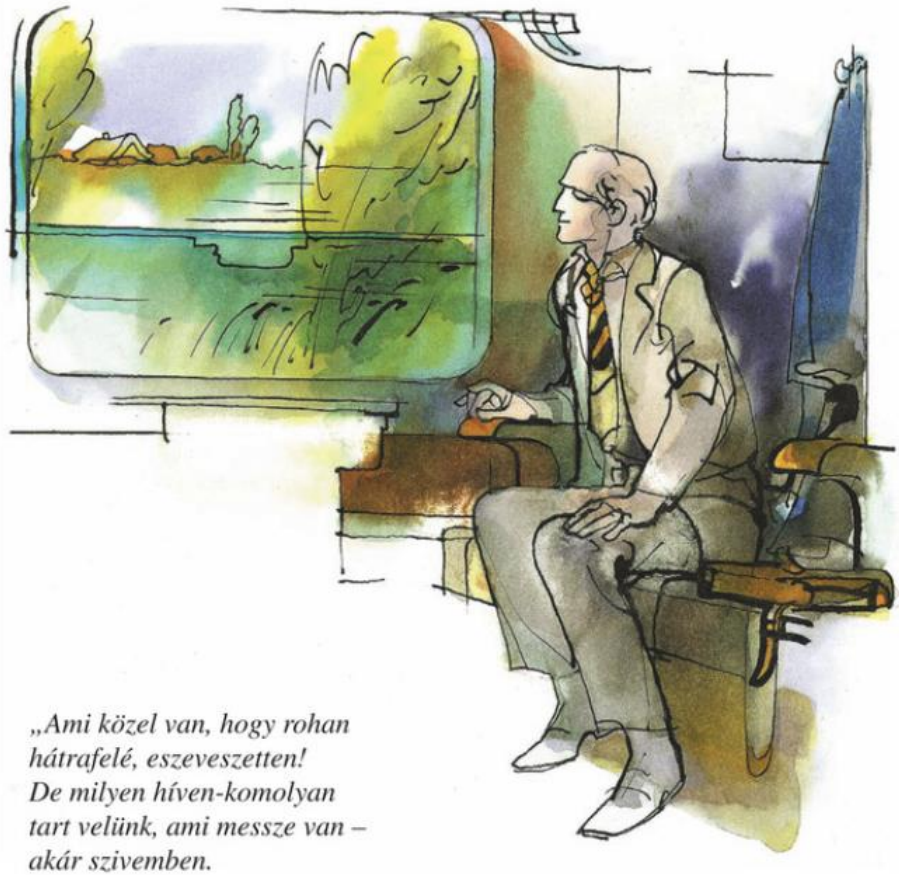
KERETTANTERV:
MOZAIK Kerettantervrendszer 17/2004 (V. 20.) OM rendelet
OM Kerettanterv 17/2004 (V. 20.) OM rendelet

Minden jog fenntartva, beleértve a sokszorosítás, a mű bővített, illetve rövidített változata kiadásának jogát is. A kiadó írásbeli hozzájárulása nélkül sem a teljes mű, sem annak része semmiféle formában nem sokszorosítható.

Kiadja a Mozaik Kiadó, 6701 Szeged, Pf. 301; Telefon: (62) 470-101
E-mail: kiado@mozaik.info.hu • Honlap: www.mozaik.info.hu • Felelős kiadó: Török Zoltán
Készült a Dürer Nyomda Kft.-ben, Gyulán • Felelős vezető: Aggod István
Terjedelem: 14,3 (A/5) ív • 2023. március • Tömeg: 290 g • Raktári szám: MS-2667

ISBN 978 963 697 413 8

© MOZAIK KIADÓ – SZEGED, 2003



„Ami közel van, hogy rohan
hátrafelé, eszeveszetten!
De milyen híven-komolyan
tart velünk, ami messze van –
akár szivemben.

Hogy nyargalnak hátra a fák,
a sürgönypóznák a sín mellett!
De ti, ti messzi hű tanyák,
akár a mult, az ifjuság,
ti úgy követtek.”

Illyés Gyula: Vonatból



TARTALOM

I. AZ ANYAG NÉHÁNY TULAJDONSÁGA, KÖLCSÖNHATÁSOK

1. Az anyag belső szerkezete 10
2. A testek néhány mérhető tulajdonsága és ezek jellemző mennyiségei (Kiegészítő anyag) ... 14
3. Termikus és mechanikai kölcsönhatások 17
4. A mágneses, az elektromos és a gravitációs kölcsönhatás 20

Keresd a megoldást! 24

Összefoglalás 26



II. A TESTEK MOZGÁSA

1. A hely és a mozgás viszonylagos (Kiegészítő anyag) 28
2. Az egyenes vonalú egyenletes mozgás 30
3. A változó mozgás 35
4. Az egyenletesen változó mozgás. A gyorsulás fogalma 37

Keresd a megoldást! 40

Összefoglalás 42



III. A DINAMIKA ALAPJAI

1. A tehetetlenség törvénye. A tömeg 44
2. A sűrűség 47
3. Az erő fogalma 51
4. A legismertebb erőfajták 54
5. Az erőmérés. Erő–ellenerő 58
6. Több erőhatás együttes eredménye 61
7. A súrlódási és a közegellenállási erő 63
8. A forgatónyomaték 67

Keresd a megoldást! 70

Összefoglalás 72

IV. A NYOMÁS



1. A nyomás fogalma 74
2. A folyadékok nyomása 78
3. A gázok nyomása 81
4. Közlekedőedények, hajszálcsövek 85
5. A felhajtóerő. Arkhimédész törvénye 87
6. A testek úszása, lebegése és elmerülése 89

Keresd a megoldást! 92

Összefoglalás 94

V. ENERGIA, ENERGIAVÁLTOZÁSOK



1. Az energia fogalma 96
2. A munkavégzés és a munka 99
3. Az egyszerű gépek 102
4. A testek belső energiája. A fajhő 107
5. Az égés (Kiegészítő anyag) 110
6. A teljesítmény 113
7. A hatásfok 116

Keresd a megoldást! 118

Összefoglalás 122

VI. HŐJELENSÉGEK



1. A hőterjedés 124
2. A hőtágulás 126
3. Halmazállapot-változások 130
4. Az oldódás nem olvadás! (Kiegészítő anyag) 138
5. Hőerőgépek (Kiegészítő anyag) 140

Keresd a megoldást! 150

Összefoglalás 152

TÁBLÁZATOK 154

IDŐTÉRKÉP 156

AZ ÚJ SZAKSZAVAK JEGYZÉKE 158



„A természet varázsát ontja bőven:
A fűben, a virágban és a kőben.
Ó, nincs a földön oly silány anyag,
Mely így vagy úgy ne szolgálná javad;
De nincs oly jó, melyben ne volna vész,
Ha balga módra véle visszaélsz!"

Shakespeare

A TANKÖNYV HASZNÁLATÁT SEGÍTŐ JELZÉSEK

Sárga mezőbe a legfontosabb szabályokat, törvényeket és a mennyiségi fogalmak meghatározását tettük.

Vastag betűkkel a fontos megállapításokat és az új fogalmak nevét írtuk.

Ezzel a bal oldali sávval és kisebb betűkkel hívjuk fel a figyelmet a kísérletekre, amelyek megismerése és megértése nélkül nem lehet feldolgozni a tananyagot.

A kisebb terjedelmű kiegészítő anyagokat a melléjük húzott szürke sávról és apró betűs írásukról ismerhetjük fel.

A fenyő és a zöld sáv a környezetvédelem fontosságára hívja fel a figyelmet.

A *Figyeld meg!* című részek kiegészítik, elmélyítik a tanultakat.

Az *Ellenőrizd tudásod!* cím alatti kérdésekre feltétlenül tudnod kell a választ!

A *Gondolkozz és válaszolj!* számolás nélkül megoldható feladatokra hívja fel a figyelmet.

Az *Oldjunk meg feladatokat!* olyan kidolgozott példákat tartalmaz, amelyek elősegítik az önálló feladatmegoldásokat.

A *Számítsd ki!* típusú feladatok önálló megoldásával jobban megértheted a tananyagot.

A *Kísérletezz!* az otthon elvégezhető kísérletekre hívja fel a figyelmedet.

A **KERESD A MEGOLDÁST!** kérdései ismereteid alkalmazására teremtenek lehetőséget.

Az **OLVASD EL!** című részekben fizikával kapcsolatos érdekességek találhatók.

KEDVES TANULÓK!

Az emberek évezredek óta figyelik a körülöttük levő természetet. Az emberiség fejlődése, tudása szorosan kapcsolódik ehhez a tevékenységhez. Sok-sok évi tapasztalat eredménye, hogy egyre többet tudunk a természetben lejátszódó változásokról, jelenségekről.

A természetet sokféle módszerrel, sokféle szempontból, minél több oldalról igyekszünk megismerni. 2000 évvel ezelőtt ezt még egy ember is megtehette, hiszen akkor a maihoz hasonlítva nagyon keveset tudott az emberiség. Azóta kialakultak a természetet különböző szempontból vizsgáló természettudományok. Ma már összehangolt munkamegosztás szükséges a biológia, a fizika, a kémia és a többi természettudomány között, hogy minél alaposabban megismerjük a világot.

A fizika érdekes, hasznos tudomány. A természeti jelenségek megismeréséhez, megértéséhez nélkülözhetetlen. Kit ne érdekelne, hogyan keletkezik a villám és a szivárvány, miért repeszti szét a sziklákat a jég, miért merül el a vízben a vasdarab, és miért úszik a vasból készült hajó, hogyan működik a fényképezőgép és a rakéta, a vadászrepülőgép és az atomerőmű?

Nektek is szükségetek lesz azokra az ismeretekre, amelyeknek alapjait az általános iskolai fizikaórákon tanuljátok meg. Ez azonban nem elegendő. A megszerzett ismeretek csak akkor hasznosak, ha alkalmazni is tudjátok azokat. Az ismeretek alkalmazása során újabb és újabb felismerésre juthattok, bővítve ezáltal is tudásotokat. Ezért magatok is végezzetek megfigyeléseket, kísérleteket, oldjatok meg problémákat!

Ehhez kívánnak sok sikert

e könyv Szerzői

I. fejezet



AZ ANYAG NÉHÁNY TULAJDONSÁGA, KÖLCSÖNHATÁSOK

1. AZ ANYAG BELSŐ SZERKEZETE

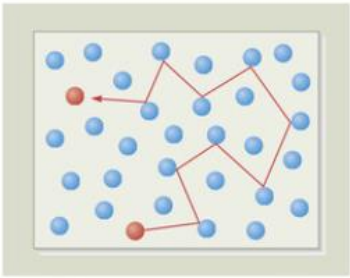


10.1. A jég, a víz és a vízgőz ugyanaz az anyag.



10.2. *Miért érezhető a kávé illata a pohártól távol is?*

A *corpusculum* – latin szó, jelentése: testecske, parány. Ebből származik a korpuszkula szó, melyet a fizika az anyagot felépítő különféle részecskék közös megnevezésére használ.



10.3. *Miért zegzugos a gázrészecskék mozgása?*

AZ ANYAG SZERKEZETE LÉGNEMŰ HALMAZÁLLAPOTBAN

A bennünket körülvevő testek különféle anyagokból épülnek fel. A kalapács feje legtöbbször vasból, a nyele fából van. Szomjunkat vízzel oltjuk. Légzéskor tüdőnkbe levegőt szívunk. A vas, a fa, a víz, a levegő **anyag.**

A kalapácsot, egy pohár vizet, a tüdőnket megtöltő levegőt a fizikában **testnek** szokás tekinteni.

A különféle anyagú testek eltérő tulajdonságúak lehetnek. Ezek a tulajdonságok gyakran megváltozhatnak. Ilyenkor azt mondjuk, hogy megváltozott a test **állapota.** A jég, a víz, a vízgőz például ugyanaz az anyag, csak más a halmazállapota.

Az anyagok legtöbb tulajdonsága belső szerkezetükkel kapcsolatos.

Az orvosi fecskendőbe vagy kerékpárpumpába zárt levegő összenyomható. A levegő tehát nem tölti ki hézagmentesen a rendelkezésre álló zárt tartályt.

Ez és sok más tapasztalat azt mutatja, hogy **a légnemű anyag kis önálló részecskék** (korpuszkulák) **sokasága.**

Kávéfőzéskor a friss kávé illata lassan az egész lakást betölti. Ha egy csepp illatszer elpárolog, akkor a részecskéi a szoba minden részébe eljutnak, hiszen mindenütt érezhető a jellegzetes illat.

Ebből és sok más tapasztalatból arra lehet következtetni, hogy:

A gázok részecskéi állandóan mozognak, rendezetlenül nyüzsögnek.

A gázrészecskék mozgásuk közben egymással és a tároló edény falával ütköznek. Így mozgásuk zegzugos. Két ütközés között egyenes vonalban változatlan sebességgel haladnak.

A gázoknak sem önálló alakjuk, sem önálló térfogatuk nincs. Egyenletes eloszlásban töltik ki a rendelkezésükre álló teret.

AZ ANYAG SZERKEZETE CSEPPFOLYÓS HALMAZÁLLAPOTBAN

A vízgőz részecskéi lecsapódáskor vízcseppekké állnak össze. A vizet is ugyanolyan részecskék alkotják, mint a vízgőzt.

Az anyag cseppfolyós halmazállapotban is önálló részecskék sokasága.

Ha vizet és alkoholt összekeverünk, akkor együttes térfogatuk kisebb lesz, mint a külön-külön mért térfogatuk összege.

Hasonló a helyzet mák és bab összekeverésekor is. 50 cm^3 mákot és 50 cm^3 babot összekeverve a keverék térfogata kisebb lesz, mint 100 cm^3. A babszemek ugyanis nem hézagmentesen töltik ki az edényt, és a mákszemek egy része a babszemek közötti hézagokat tölti ki. Ezzel a kísérlettel szemléltetni (modellezni) lehet az alkohol és víz keverékében a részecskék elhelyezkedését.

A különféle folyadékok részecskéi különbözőek. A folyadékrészecskék érintkeznek egymással, de úgy, hogy hézagok vannak közöttük.

Ha egy pohárba málnaszörpöt töltünk, és fölé óvatosan vizet öntünk, a két folyadék rétegesen helyezkedik el. Megfigyelhető, hogy egy-két nap alatt a két különféle folyadék külső beavatkozás nélkül is elkeveredik.

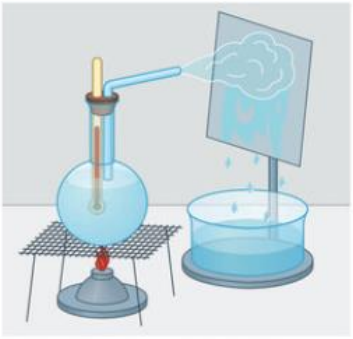
Kísérlettel igazolható, hogy vannak olyan folyadékok, amelyek külső beavatkozás nélkül is elkeverednek. **A folyadékok külső hatás nélküli keveredését diffúziónak nevezzük.**

Ez és sok más tapasztalat azt igazolja, hogy **a folyadékok részecskéi is állandóan mozognak,** egymáson elgördülve, rendezetlenül változtatják helyüket.

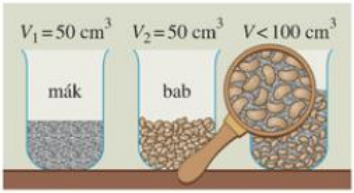
A folyékony halmazállapotú anyag térfogata állandó, de önálló alakja nincsen, mindig a tároló-edény alakját veszi fel.

A BROWN-MOZGÁS

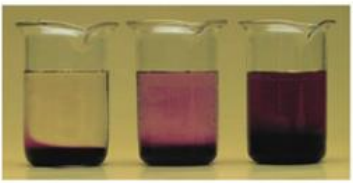
A folyadékok részecskéi még mikroszkóppal sem láthatók. A vízben lebegő virágpor vagy a tej zsírgömböcskéi azonban mikroszkóppal jól megfigyelhetők. Ezek állandóan rendezetlen, zegzugos mozgást végeznek. A látható részecskék mozgását a folyadékrészecskék lökdösődése okozza. Ezt a mozgást a felfedezőjéről Brown-féle mozgásnak nevezzük.



11.1. *Mi lesz a lecsapódó gőzből?*

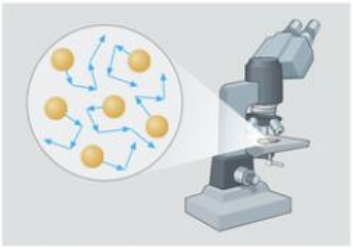


11.2. A folyadékok keveredésének modellezése.

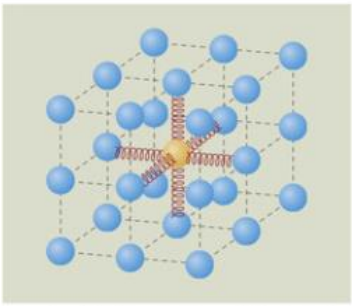


11.3. *Miért keveredik el a víz és a málnaszörp külső hatás nélkül is?*

A *diffúzió* – latin eredetű szó, jelentése: szétterjedés, terjeszkedés.



11.4. A Brown-féle mozgás mikroszkóppal jól megfigyelhető.



12.1. A szilárd anyag részecskéinek rendezetlen rezgését például rugókkal kikötött golyók mozgásával szemléltethetjük, modellezhetjük.

AZ ANYAG SZERKEZETE SZILÁRD HALMAZÁLLAPOTBAN

Ha a víz megfagy, szilárd halmazállapotú lesz.

A szilárd halmazállapotú anyag is részecskeszerkezetű. Ezek a részecskék azonban nem változtatják helyüket, de helyükhöz „kötve" állandóan rezegnek.

A szilárd halmazállapotú testeknek az alakja és a térfogata állandó.

VONZÁS AZ ANYAG RÉSZECSKÉI KÖZÖTT

A zsineget elszakítani, a pálcát eltörni nehéz. A szilárd testek részecskéit egymástól eltávolítani csak nagy erővel lehet. **A szilárd test részecskéi között vonzóerő van.**



12.2. *Összenyomáskor miért tapad össze a két ólomcső?*

Ezt bizonyítja az is, hogy az erősen összenyomott ólomfelületek összetapadnak. A két ólomfelületet azért kell erősen összenyomni, hogy sok részecske kerüljön nagyon közel egymáshoz. **A részecskék ugyanis csak nagyon közelről képesek vonzani egymást.** Ez a vonzás szilárd anyagoknál nagyon erős.

A kilöttyent folyadék cseppeket alkot. A drótkeretre lazán kötött cérnát a szappanhártya körív alakúra feszíti meg.



12.3. A cérnaszálat az összehúzódó szappanhártya feszíti meg.

Ezek a tapasztalatok azt bizonyítják, hogy **a folyadék részecskéi között is van vonzás.** Ez azonban sokkal kisebb, mint a szilárd anyagok részecskéi között levő összetartó erő.

A légnemű anyagok részecskéi legtöbbször olyan távol vannak egymástól, hogy közöttük nem érvényesül a vonzóerő.



12.4. A madarak elpusztulnak, ha a tollukra olaj tapad.

Nemcsak az azonos, hanem **a különféle anyagok részecskéi között is van vonzás.** Ezért marad például vizes az az üvegpohár, amelyből kiöntötték a vizet.

Az anyagok részecskéi közötti vonzás nemcsak hasznos, hanem sokszor káros következményekkel is járhat a természetben.

A víz az üveget nedvesítő folyadék. Az üveg részecskéi ugyanis jobban vonzzák a vízrészecskéket, mint azok egymást.

A higany az üveget nem nedvesítő folyadék, mert a higany részecskéi jobban vonzzák egymást, mint az üveg a higany részecskéit.

A zsíros vagy olajos kezünkről azért pereg le a víz, mert az olajat a víz nem nedvesíti.

Az, hogy egy folyadék egy testet nedvesít-e vagy sem, attól függ, hogy a folyadék részecskéi vagy a test és a folyadék részecskéi között erősebb-e a vonzás.



13.1. A gyümölcsök viaszos felületén cseppekbe áll össze a víz.

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Sorold fel az anyag lehetséges halmazállapotait!
2. Jellemezd az anyag szerkezetét az egyes halmazállapotokban!
3. Mi a neve annak a jelenségnek, melynek során a különféle folyadékok részecskéi külső hatás nélkül összekeverednek?
4. Hasonlítsd össze a szilárd, a folyékony és a légnemű halmazállapotú anyag részecskéinek mozgását!
5. Mi a különbség a szilárd, a folyékony és a légnemű halmazállapotú anyag részecskéi között levő vonzóerők között?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. A víz milyen halmazállapotait fejezzük ki a következő szavakkal: zúzmara, köd, dér, hó, felhő, pára, harmat?
2. Sorolj fel olyan tényeket, amelyek az anyag részecskéinek mozgását igazolják!
3. Ha egy felelőtlen ember bedobná a tóba felesleges vagy megromlott vegyszerét, akkor az csak a bedobás helyén mérgezné az élőlényeket? Indokold állításodat!
4. Miért izzítja fel és miért kalapálja egymáshoz a kovács az összeerősítendő vasdarabokat?
5. Két fémdarab összeerősíthető-e préseléssel? Miért?
6. Miért veszélyes a tengerbe ömlött olaj a madarakra?

KÍSÉRLETEZZ!

1. Készíts szappanoldatot!
   - Végezd el a drótkeretes kísérletet (12.3. ábra)!
   - Fújj szívószállal szappanbuborékot! Hagyd a buborékot a függőleges helyzetbe állított szívószálon, és figyeld meg, mi történik vele! Magyarázd meg a jelenséget!
2. Cseppents vizet, majd olajat egy madár elhullajtott tollára! Mit tapasztalsz?

2. A TESTEK NÉHÁNY MÉRHETŐ TULAJDONSÁGA ÉS EZEK JELLEMZŐ MENNYISÉGEI (Kiegészítő anyag)

„Ha azt, amiről beszélünk, mérni lehet, és számokkal ki lehet fejezni, akkor már tudunk róla valamit."

Kelvin



14.1. A hőmérséklet a test hőállapotára jellemző mennyiség.

A *temperatura* – latin szó, jelentése: hőmérséklet. Ebből származik a hőmérséklet *T* jelölése.

mennyiség mértékegység

$$T = 21\ ^\circ\mathrm{C}$$

mérőszám

A longitudo (ℓ) – latin szó, jelentése: hosszúság.

$$1\ \mathrm{km} \underset{1000}{>} 1\ \mathrm{m} \underset{10}{>} 1\ \mathrm{dm} \underset{10}{>} 1\ \mathrm{cm} \underset{10}{>} 1\ \mathrm{mm}$$

Az anyagoknak, testeknek és folyamatoknak sokféle jellemző tulajdonsága van (pl. szín, hőállapot, időtartam, geometriai méret stb.).

A felületek érdessége vagy színe például tapintás, illetve látás útján felismerhető. Egy felület nagyságát azonban csak **méréssel** vagy számolással kapott **mennyiséggel** tudjuk pontosan jellemezni.

A mennyiségek a testek tulajdonságainak jellemzői, amelyeket **mérőszám** és **mértékegység** szorzataként lehet megadni (pl. $T = 21\ ^\circ\mathrm{C}$; $t = 30$ nap; $l = 3$ m).

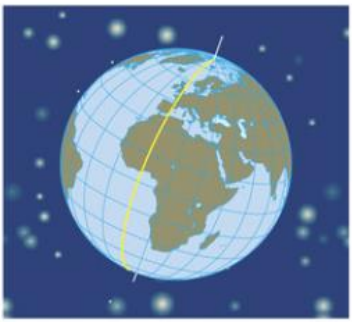
A mérés olyan tevékenység, amellyel meghatározzuk, hogy a mérendő mennyiségben hányszor van meg az egységnyi mennyiség.

Két pont távolságát az általuk meghatározott szakasz hosszával jellemezzük.

A **hosszúság** jele: *l*, mértékegysége a **méter,** melynek a jele m. Az egységnyi hosszúságú szakasz tehát 1 m-es.

A gyakorlatban használt egységnyi hosszúság még:

az egy kilométer (1 km = 1000 m),
az egy deciméter (1 dm = 0,1 m),
az egy centiméter (1 cm = 0,01 m),
az egy milliméter (1 mm = 0,001 m) is.



14.2. A Föld Párizson átmenő délkörének negyvenmilliomod része egy méter.



14.3. A távolugró verseny eredménye hosszúságméréssel állapítható meg.

A síkidomok nagyságát jellemző mennyiség a terület. A **terület** jele: A, mértékegysége a **négyzetméter,** melynek a jele m^2. Egy négyzetméter ($1\ m^2$) a területe pl. az egy méter oldalhosszúságú négyzetnek.

A gyakorlatban használt egységnyi terület még:

az egy négyzetdeciméter ($1\ dm^2$),
az egy négyzetcentiméter ($1\ cm^2$),
az egy négyzetmilliméter ($1\ mm^2$),
az egy négyzetkilométer ($1\ km^2$), és
az egy hektár (1 ha) is.

$1\ ha = 10\,000\ m^2 = 10^4\ m^2$.

A testek térbeli kiterjedésének mennyiségi jellemzője a térfogat. A **térfogat** jele V, mértékegysége a **köbméter,** melynek m^3 a jele. Egy köbméter ($1\ m^3$) a térfogata pl. az 1 m élhosszúságú kockának.

A gyakorlatban használt egységnyi térfogat még:

az egy köbdeciméter ($1\ dm^3$),
az egy köbcentiméter ($1\ cm^3$),
az egy köbmilliméter ($1\ mm^3$) és
az egy köbkilométer ($1\ km^3$) is.

A térfogatot szokás megadni még:

literben ($1\ liter \approx 1\ dm^3$),
deciliterben (10 deciliter = 1 liter) és
hektoliterben (1 hektoliter = 100 liter).

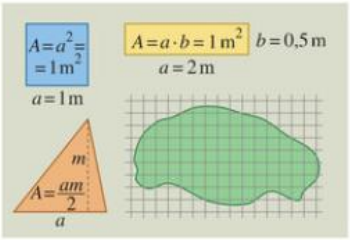
A testek hőállapotát jellemző mennyiség a **hőmérséklet,** melynek T a jele. A hőmérséklet leggyakrabban használt mértékegységei a **Celsius-fok** (°C) és a **kelvin** (K). A hőmérséklet egységnyi megváltozása tehát kifejezhető 1 °C-kal vagy 1 K-nel is.

Az események, folyamatok (pl. a tanítási óra) „hosszát" jellemző mennyiség az **idő.** Jele: t.

Az idő mértékegységeinek neve és jele: a **másodperc** (s), a **perc** (min), az **óra** (h). Egységnyi időtartamot fejez ki még az 1 nap, az 1 hét, az 1 hónap és az 1 év is.

1 év = 365,2422 nap.
1 nap = 24 óra.
1 óra = 60 perc = 3600 másodperc.

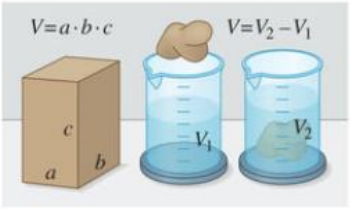
Az *area* (A) – latin szó, jelentése: sík terület.



15.1. A síkidomok területét számolással is meghatározhatjuk.

$$1\ m^2 \underset{100}{>} 1\ dm^2 \underset{100}{>} 1\ cm^2 \underset{100}{>} 1\ mm^2$$

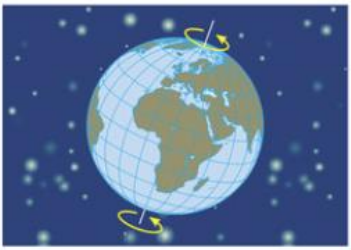
A *volumen* (V) – latin szó, jelentése: térfogat, terjedelem.



15.2. A szabályos alakú testek térfogata kiszámítható, ha ismerjük hosszúsági adataikat. Ismert térfogatú edények segítségével egyszerűen lehet térfogatot mérni.

$$1\ m^3 \underset{1000}{>} 1\ dm^3 \underset{1000}{>} 1\ cm^3 \underset{1000}{>} 1\ mm^3$$

A *tempus* (t) – latin szó, jelentése: idő.



15.3. A Föld képzeletbeli tengelye körül 24 óra alatt fordul egyszer körbe.

3D

TULAJDONSÁG	MENNYISÉG		
	NEVE	JELE	MÉRTÉKEGYSÉGE
Mennyire meleg a test?	hőmérséklet	T	°C, K
Meddig tart egy esemény?	idő (időtartam)	t	s, min, h, nap, év
Mennyi két test távolsága?	hosszúság	l	cm, dm, m, km
Mekkora a síkidom nagysága?	terület	A	cm^2, dm^2, m^2, km^2
Mekkora a test térbeli kiterjedése?	térfogat	V	cm^3, dm^3, m^3, km^3

A különféle mennyiségek sokféle mértékegységeit – a könnyebb alkalmazás érdekében – mértékegységrendszerbe foglalták. A jelenleg érvényben levő nemzetközi megállapodás szerint az SI-vel jelölt mértékegységrendszert alkalmazzuk. A fenti táblázatban pirossal jelöltük az SI-beli mértékegységeket. (SI: Système International d'Unités = Nemzetközi mértékegységrendszer)

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Nevezd meg a testek hőállapotát jellemző mennyiséget! Mi a jele és mértékegysége?
2. Mit jellemzünk az idővel? Mi az idő jele? Nevezd meg az idő mértékegységeit!
3. Mi a váltószám az óra és a perc; a perc és a másodperc; az óra és a másodperc között?
4. Add meg a kilométer és a méter; a méter és a centiméter; a méter és a deciméter közötti váltószámokat!
5. Mivel adhatók meg a mennyiségek?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Hogy változik a mérőszám, ha nagyobb mértékegységekkel adjuk meg ugyanazt a mennyiséget?
2. Ugyanazt a mennyiséget más mértékegységgel adtuk meg. Mit tudsz az új mértékegységről, ha az új mérőszám nagyobb az előzőnél?
3. Keress régen használt mértékegységeket, és fejezd ki azokat SI-beli mértékegységekkel!
4. Hogyan tudod megmérni egy golyó kerületét egy háromszögvonalzó segítségével?
5. Nézz utána, minek a mértékegysége a fényév!

KÍSÉRLETEZZ!

1. Végezz hosszúságméréseket, és ezek alapján számíts területet (pl. asztallap, szoba padlója stb.)!
2. Határozd meg hosszúságméréssel és számolással különféle szabályos testek térfogatát (pl. építőkocka, szekrény, szoba stb.)!

3. TERMIKUS ÉS MECHANIKAI KÖLCSÖNHATÁSOK

A TESTEK HŐMÉRSÉKLET-VÁLTOZÁSA

A leves melegen, a gyümölcslé hidegen jó. Ezért az egyiket fel kell melegíteni, a másikat le kell hűteni. A testek hőmérsékletét gyakran megváltoztatjuk.

Ha egy test melegszik, hőmérséklete nő, ha hűl, hőmérséklete csökken. A testek hőmérsékletét a velük érintkező **hőmérővel** mérjük.

Ha egy meleg vízzel telt poharat hideg vízbe helyezünk, mindkét víznek megváltozik a hőmérséklete. A hideg víz folyamatosan melegszik, a meleg pedig hűl.



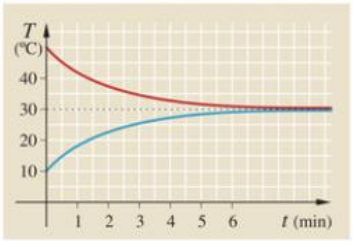
17.1. A leves melegen, az üdítő hidegen jó.

A *termikus* – görög-latin eredetű szókapcsolat, jelentése: hővel kapcsolatos.

Két különböző hőmérsékletű, egymással érintkező test kölcsönösen hatást gyakorol egymásra (például megváltoztatják egymás hőmérsékletét). Ezt röviden úgy mondjuk: a két test **kölcsönhatásban** van. A különböző hőmérsékletű testek kölcsönhatása **termikus kölcsönhatás.**

Kölcsönhatás közben mindkét test állapota megváltozik. A termikus kölcsönhatásban az állapotváltozás addig tart, míg a testek hőmérséklete egyenlővé nem válik.





17.2. *Meddig tart a két különböző hőmérsékletű test hőmérséklet-változása?*

A TESTEK MOZGÁSÁLLAPOT-VÁLTOZÁSA

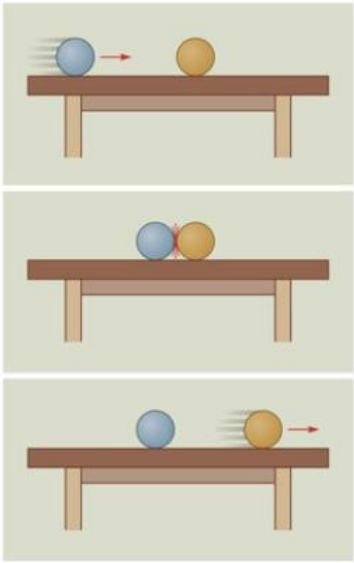
A testek helye, helyzete gyakran megváltozik, tehát a **testek mozognak.** A csiga lassan, a nyúl gyorsan halad, **sebességük** különböző. A 100 méteres síkfutást az nyeri, aki leghamarabb ér a célba. Az 1 órás futás győztese az, aki a leghosszabb utat teszi meg a verseny ideje alatt.

Annak a testnek nagyobb a sebessége, amely:
– ugyanakkora utat rövidebb idő alatt tesz meg, vagy
– ugyanannyi idő alatt hosszabb utat jár végig.

A sebességgel azt jellemezzük, hogy milyen gyorsan mozog egy test.



17.3. *Ki győz a futóversenyen?*



18.1. *Milyen hatás következtében változhat meg egy test mozgásállapota?*

A *mechanika* – görögből átvett latin szó, jelentése: mozgással kapcsolatos.

A testek sebessége gyakran változik. Amikor egy test sebessége nő, akkor a test **gyorsul,** amikor csökken, akkor **lassul.** Kanyarodás közben **a mozgás iránya változik meg.**

Ha megváltozott a test sebességének nagysága vagy mozgásának iránya, akkor azt mondjuk, megváltozott a test mozgásállapota.

A súlygolyót a versenyző löki el. A kocsit a ló indítja meg. Egy labda mozgásállapota megváltozik, ha pl. valaki belerúg, vagy egy másik labda nekiütközik. **Egy test mozgásállapota csak egy másik, vele érintkező test hatására változhat meg. A mozgásállapot-változást okozó hatást erőhatásnak nevezzük.**

Az egymásnak ütköző testek kölcsönösen erőhatást fejtenek ki egymásra. Ezt legtöbbször arról vehetjük észre, hogy mindkét testnek megváltozik a mozgásállapota. **A mozgásállapot-változással járó kölcsönhatásokat mechanikai kölcsönhatásoknak szokás nevezni.**

A mechanikai kölcsönhatás közben a két test mozgásállapota ellentétesen változik. Ütközéskor például ha az egyik test gyorsul, a másik lassul.





18.2. A testek mozgásállapota csak környezetük hatására változhat meg.

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Mivel mérjük a testek hőmérsékletét?
2. Mi a következménye, ha különböző hőmérsékletű testek érintkeznek?
3. Ismertesd a termikus kölcsönhatás létrejöttének feltételeit!
4. Meddig tart a termikus kölcsönhatásban részt vevő testek állapotváltozása?
5. Mit jellemzünk a sebességgel?
6. Hogyan döntheted el, hogy két test közül melyiknek nagyobb a sebessége?
7. Mit nevezünk mozgásállapot-változásnak?
8. Mi szükséges ahhoz, hogy változzon egy test mozgásállapota?
9. Mit nevezünk erőhatásnak?
10. Mi a neve a mozgásállapot-változással járó kölcsönhatásnak?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. A meleg vízbe helyezett hőmérő folyadékszála egyre hosszabb lesz. Egy-két perc után változatlan hosszúságú marad. Mire következtethetünk a megfigyeltekből?
2. A kovács az izzó vasdarabot vízbe teszi. Miért? Milyen változások jönnek létre a vas és a víz termikus kölcsönhatása közben?
3. Minek a hőmérsékletét mutatja a hőmérő?
4. Az egyik futó 11, a másik 12 másodperc alatt futott végig a 100 m-es pályán. Melyiknek volt nagyobb a sebessége?
5. Zsuzsi 300 métert, Kati 340 métert futott 1 perc alatt. Melyikük futott gyorsabban? Kinek volt nagyobb a sebessége?
6. A játékvonat körpályán egyenletesen halad (tehát sebességének nagysága nem változik). Változik-e a vonat mozgásállapota? Miért?
7. Két egymás melletti sínpáron egy-egy mozdony halad. Lehet-e kölcsönhatás közöttük, ha az egyik utoléri a másikat? Indokold meg a válaszod!

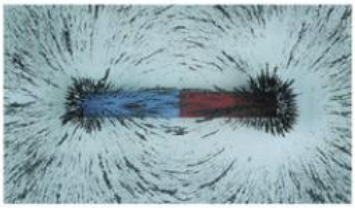
KÍSÉRLETEZZ!

1. Mérd meg a szobában, a szabadban és a hűtőszekrényben levő levegő hőmérsékletét!
2. Eressz a csapból vizet egy pohárba, és mérd meg a hőmérsékletét! Hasonlítsd össze a mért adatot a szoba hőmérsékletével! Hagyd állni a vizet, majd 1-2 óra múlva ismét mérd meg a hőmérsékletét! Mit tapasztalsz? Miért?
3. Mérd meg egy pohárban levő víz hőmérsékletét! Tarts egy evőkanalat 5-6 percig meleg vízben, majd tedd át a kanalat a pohárba! Néhány perc múlva ismét mérd meg a pohárban levő víz hőmérsékletét! Tapintással ellenőrizd a kanál hőmérsékletét! Mit tapasztalsz? Mi változik meg és miért?

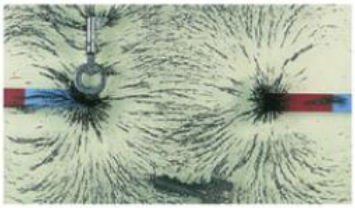
4. A MÁGNESES, AZ ELEKTROMOS ÉS A GRAVITÁCIÓS KÖLCSÖNHATÁS



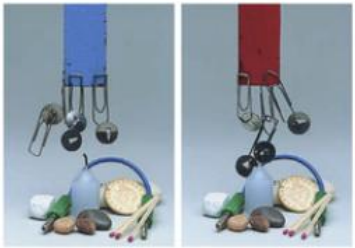
20.1. A mágnesrúd közelében a vasgolyó elmozdul.



20.2. *Miből állapítható meg, hogy a mágnesnek sajátos környezete van?*



20.3. A vas és a mágneses mező egymással kölcsönhatásba lép.



20.4. A mágneses mező nem minden anyaggal lép kölcsönhatásba.

A MÁGNESES KÖLCSÖNHATÁS

Az eddig megismert kölcsönhatásoknál azt állapítottuk meg, hogy változást csak érintkező testek hozhatnak létre egymáson.

A mágnesrúd környezetében a vasgolyó elmozdul a mágnes felé. A könnyen mozgó mágnes maga is elmozdul a vas felé. Úgy látszik, mintha a mágnes és a vas távolról, közvetlen érintkezés nélkül fejtene ki erőhatást egymásra.

Ha mágnesrúdra egy üveglapot helyezünk, és arra vasreszeléket szórunk, akkor a vasreszelék szabályos vonalakban rendeződik el, míg pl. a fa- vagy a rézrúd környezetében ezt nem tapasztaljuk.

A mágnesnek sajátos környezete van, amelyet mágneses mezőnek nevezünk.

A mágneses mező hozzátartozik a mágneshez. A vasból készült testeket tehát a mágneses mező vonzza a mágnes felé. Ez azt jelenti: **a vasra a mágneses mező fejti ki a vonzóhatást.**

Ha a mágnes köré szórt vasreszelékbe egy vasdarabot teszünk, akkor az megváltoztatja a vasreszelék szabályos elrendeződését. Ez azt bizonyítja, hogy nemcsak a mágneses mező hat a vasdarabra, hanem a vasdarab is a vele érintkező mágneses mezőre.

A mágneses mező és a benne levő vasdarab között kölcsönhatás van. Ezt a kölcsönhatást **mágneses kölcsönhatásnak** nevezzük.

Megfigyelhető, hogy a környezetünkben levő legtöbb testtel nem lép kölcsönhatásba a mágneses mező. **Az, hogy a mágneses mezővel kölcsönhatásba léphetnek-e, a testek anyagától függ.** A mágneses kölcsönhatásra képes anyagok közül legismertebbek a **vas,** a **nikkel** és a **kobalt.**

Kísérlettel megállapítható, hogy a mágnestől távolodva a mágneses mező gyengül.

A vasreszelékbe forgatott mágnesrúdra a két végénél tapad fel a legtöbb vasreszelék. Itt a legerősebb a mágneses hatás.

A mágneses mezőnek azt a részét, ahol a legerősebb a hatása, mágneses pólusnak nevezzük.

A függőleges tengelyre helyezett mágnes – néhány lengés után – mindig a földrajzi észak–dél irányba áll be. Ebből arra lehet következtetni: **a Földnek is van mágneses mezője.** Megfigyelhető, hogy a mágneseknek mindig ugyanaz a vége fordul észak felé, a másik pedig dél felé. A mágnes észak felé mutató végénél levő pólust **északi pólusnak,** a dél felé mutató végénél levőt **déli pólusnak** nevezzük.

Mivel a függőleges tengelyen forgó mágnestű megmutatja, hogy merre van az északi irány, ezért **iránytűnek** nevezzük.

A mágnes bármely pólusa és a vas között mindig vonzás tapasztalható.

Két mágnes különböző pólusú (É–D) végei között vonzást, megegyező pólusú (É–É; D–D) végei között pedig taszítást észlelünk.

A mágneses kölcsönhatás vagy vonzásban, vagy taszításban nyilvánul meg, amelyet közvetlenül a mágneses mező fejt ki.

AZ ELEKTROMOS KÖLCSÖNHATÁS

A műszálas ruha levetésekor gyakran pattogásokat hallunk, sötétben még kis szikrákat is láthatunk. Az egymáshoz dörzsölődő műszálas és pamut ruhadarabok összetapadnak, vonzzák egymást.

Ha egy műanyag rudat szőrmével vagy papír zsebkendővel megdörzsölünk, akkor a közelében levő apró, könnyű tárgyak elmozdulnak a műanyag rúd felé. Dörzsöléskor a műanyag **elektromos állapotba** kerül.

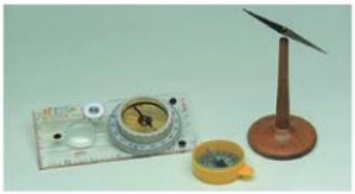
Bármilyen anyagú test elektromos állapotba hozható, ha a sajátjától különböző anyagú testtel szorosan érintkezik.

Mivel az apró tárgyak már az elektromos állapotban levő test közelítésekor megmozdulnak, arra lehet következtetni, hogy **az elektromos állapotban levő testeknek sajátos környezetük van, amelyet elektromos mezőnek nevezünk.**

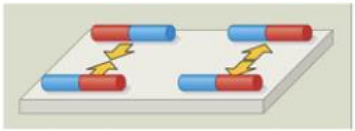


21.1. *Hol a legerősebb a mágnesrúd mágneses hatása?*

A *pólus* – görög eredetű szó, jelentése: sark.



21.2. A kínaiak már a Kr. e. 12. sz.-ban használtak mágnest a tájékozódás segítésére.

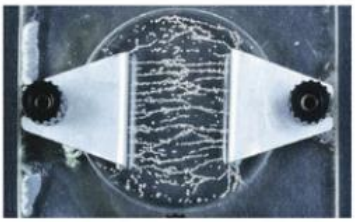


21.3. *Miben nyilvánulhat meg a mágneses kölcsönhatás?*



21.4. Az egymáshoz dörzsölődő ruhák elektromos állapotba kerülnek.

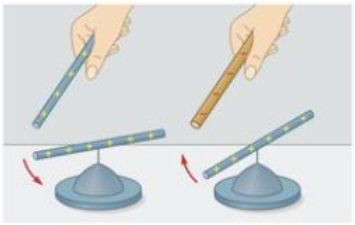
Az *elektron* – görög szó, jelentése: borostyán (megkövesedett fenyőgyanta). Már az ókori görögök is észrevették, hogy a borostyánkő megdörzsölés után elektromos állapotú lesz.



22.1. *Minek a hatására rendeződött el vonalak mentén a búzadara?*



22.2. Az elektromos mező a fémgyűrű hatására megváltozott.



22.3. A megegyező elektromos állapotú műanyag rudak között taszítás, különbözőek között vonzás van.

A *gravitas* – latin szó, jelentése: súly, teher.



22.4. *Mi gyorsítja a leeső almát?*

Az elektromos mező hozzátartozik az elektromos állapotú testhez, létezése kísérlettel mutatható meg.

Az olajba kevert búzadaraszemcsék elektromos állapotú testek közelében szabályos vonalakba rendeződnek. A daraszemcsékre a velük közvetlenül érintkező elektromos mező fejt ki hatást.

Az olajba kevert búzadarába tegyünk egy fémgyűrűt! Ekkor a daraszemcsék az elektromos mező hatására másként rendeződnek el, mint a fémgyűrű nélkül. Az elektromos mező tehát megváltozik a belehelyezett test hatására.

Megfigyelhető, hogy **bármilyen anyagú test és az elektromos mező között elektromos kölcsönhatás jöhet létre.**

Két különféle anyagú semleges (nem elektromos állapotú) test dörzsölése közben mindkét test elektromos állapotba kerül. Kísérlettel megállapítható, hogy az ilyen testek elektromos állapota különböző. Így **a testek kétféle elektromos állapotba hozhatók,** amelyek közül az egyiket negatívnak (–), a másikat pozitívnak (+) nevezzük.

Az elektromosan semleges testeket az elektromos mező mindig az elektromos állapotú test felé vonzza.

A megegyező elektromos állapotú testek (+, +; –, –) között taszítás, a különbözőek (+, –) között pedig vonzás van.

Az elektromos kölcsönhatás vagy taszításban, vagy vonzásban nyilvánul meg. Ezeket az erőhatásokat közvetlenül az elektromos mező fejti ki.

A GRAVITÁCIÓS KÖLCSÖNHATÁS

Az elejtett vagy eldobott test leesik a földre. Esés közben sebessége változik, ezért feltételezhető, hogy valami erőhatást fejt ki rá.

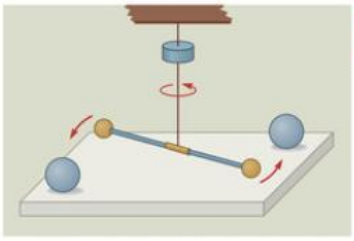
A Földnek olyan sajátos környezete van, amely a benne levő testeket a Föld középpontja felé vonzza. Az ilyen sajátos környezetet gravitációs mezőnek nevezzük. A gravitációs mező létezésére a hatásából következtethetünk.

A gravitációs mező minden benne levő testtel kölcsönhatásban van, függetlenül a test anyagától. A gravitációs kölcsönhatás mindig vonzásban nyilvánul meg.

Érzékeny műszerrel az is kimutatható, hogy nemcsak a Földnek, hanem minden testnek van gravitációs mezője.

Cavendish [ejtsd: kevendis] (1731–1810) angol fizikus mutatta ki először, hogy bármely két test között van gravitációs vonzás.

A Holdat a Föld és a Hold közötti gravitációs mező kényszeríti körpályára. A Föld is a gravitációs mező hatására marad a Nap körüli pályáján. Az égitestek gravitációs mezője óriási távolságokra hat.



23.1. Cavendish torziós ingájának a vázlatrajza.

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Mit nevezünk mágneses mezőnek? Hogyan mutatható ki a mágneses mező?
2. Milyen hatást fejt ki a mágneses mező a vasból készült testekre?
3. Magyarázd meg, mit jelent az, hogy a mágneses mező és a vas hatása kölcsönös!
4. Mondj példát arra, hogy mikor nyilvánul meg a mágneses kölcsönhatás vonzásban, illetve taszításban!
5. Ismertesd az iránytű működési elvét!
6. Hogyan hozható egy test elektromos állapotba? Mit nevezünk elektromos mezőnek?
7. Nevezd meg a különféle elektromos állapotokat!
8. Mondj példát arra, hogy mikor nyilvánul meg az elektromos kölcsönhatás vonzásban, illetve taszításban!
9. Mit nevezünk gravitációs mezőnek? Miben nyilvánul meg a gravitációs kölcsönhatás?
10. Milyen anyagú testekkel léphet kölcsönhatásba a gravitációs mező?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Egy mágnesrúdon nincs jelölve, hogy melyik a déli, és melyik az északi pólusa. Hogyan tudnád meghatározni? Keress többféle megoldást!
2. A mágnesrúd melyik pólusával közelítettünk egy iránytű déli pólusához, ha az a mágnes felé fordul el? Merre mozdulna az iránytű déli pólusa, ha a mágnesrúd másik végével közelítenénk felé?

KÍSÉRLETEZZ!

1. Végezz kísérletet mágnessel! Mágnesezz meg egy varrótűt! Hogyan állapíthatod meg, melyik végén van az északi pólus?
2. Műanyag vonalzót dörzsölj meg selyempapírral vagy gyapjúval! Közelítsd az elektromos állapotban levő vonalzót vékonyan csordogáló vízsugárhoz! Mit tapasztalsz? Mivel van kölcsönhatásban ekkor a vízsugár?

KERESD A MEGOLDÁST!

A természetet sokféle módszerrel igyekszünk megismerni. Leggyakrabban kérdéseket fogalmazunk meg egy-egy problémával kapcsolatban, s a már elsajátított ismereteink alkalmazásával keressük a megfelelő válaszokat. Megfigyelések, kísérletek, fizikai- vagy matematikai összefüggések segítségével bizonyítjuk vagy cáfoljuk feltevéseinket. Ha feltevésünk helytelen volt, új megoldást kell keresnünk.

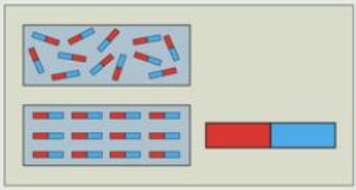
E tevékenység során segítséget jelenthet, ha alkalmazzuk **a problémamegoldás lépéseit,** melyek a következők:



Egy-egy kérdés megválaszolása után érdemes megvizsgálni, hogy van-e egyszerűbb út, amely szintén jó megoldáshoz vezet. A kapott eredmények alapján pedig újabb kérdéseket és problémákat vethetünk fel.

Mindezek figyelembevételével példaként válaszoljuk meg a következő kérdést!

Tudjuk, hogy a mágnes vonzza a vasat.
Lehet-e olyan körülmény, amely esetén nem észlelhető ez a vonzó hatás?



1. A vas olyan szerkezetű, hogy a benne lévő, állandóan rezgő elemi mágnesecskék rendezetlenül helyezkednek el, így lerontják egymás mágneses hatását. Elég erős külső mágneses mező hatására azonban a vasban a kis mágnesecskék egy irányba állnak be, rendeződnek. A vasdarab ilyenkor mágneses tulajdonságúvá válik, ezért a mágnes vonzza.

   Tudjuk azt is, hogy az anyagok melegítésekor a részecskék rendezetlen mozgása fokozódik.

   Kérdés: Lehetséges-e, hogy a mágnes a felmelegített vasat nem vonzza?

   Feltevés: Lehetséges, hogy a felmelegített vas részecskéi olyan élénken rezegnek, hogy azokat a külső mágneses mező már nem képes rendezni.

2. Ellenőrizzük feltevésünket kísérlettel! Melegítsünk egy állványra felfüggesztett vasdrótot, és vizsgáljuk meg, hogy a felmelegítés után vonzza-e a mágnes!

   A kísérlethez szükséges eszközök: vasdrót, állvány, mágnes, gyertya, gyufa.

3. Egy 20–30 cm hosszú vasdrótot függesszünk fel, és közelítsük hozzá egy rúdmágnes egyik végét! Azt látjuk, hogy a vasdrót a hozzá közelített mágnes hatására kilendül.

   Ezután tartsuk gyertalángba a vasdrót végét, míg felforrósodik! Távolítsuk el a lángot, és ismét közelítsünk mágnessel a forró drót felé!

   Tapasztalat: A forró vasat a mágnes nem vonzza.

   Várjunk, míg a drótdarab hőmérséklete csökken, és közben közelítsük hozzá a mágnest! Megállapítható, hogy minél inkább hűl a vasdrót, a mágnes annál inkább vonzza.

4. Az erősen felmelegített vasat tehát a mágnes nem vonzotta. Ez megerősíti azt a feltevésünket, hogy a melegítés hatására egyre élénkebben mozgó elemi mágnesecskéket a külső mágneses mező már nem tudta rendezni. Érdemes a kísérletet erősebb mágnesekkel is kipróbálni, ellenőrizni.

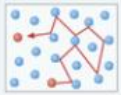
FELADATOK

1. Egy keményre fújt gumimatracot kint felejtettek a tűző napon. Hogyan lehet gyorsan megakadályozni azt, hogy kipukkadjon? Találj ki többféle módot!
2. Hogyan tudnád kerékpárod segítségével meghatározni annak a teleknek a nagyságát, amelyre az iskolátok épült? Szervezd meg, hogy többen is végezzétek el a mérést, ismertesd a mérési eljárásotok menetét! Hasonlítsátok össze a kapott eredményeket! A valószínű eltérések okára keressetek magyarázatot!

ÖSSZEFOGLALÁS

AZ ANYAG FAJTÁI

RÉSZECSKESZERKEZETŰ

Szilárd	Cseppfolyós	Légnemű
A részecskék helyhez kötve rezegnek.	A részecskék egymáson elgördülve mozognak.	A részecskék mozgásuk közben ütköznek.
A részecskék között erős vonzás van.	A részecskék között vonzás van.	A részecskék között nincs vonzás.
A test alakja és térfogata állandó.	Az anyag a tartóedény alakját veszi fel, térfogata állandó.	Sem önálló alakja, sem állandó térfogata nincs. A rendelkezésre álló teret kitölti.
		

FIZIKAI MEZŐ

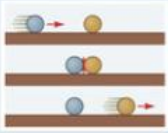
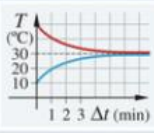
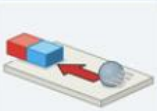
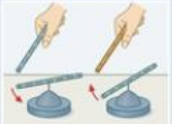
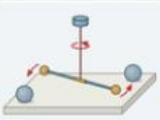
A mezők létezésére hatásaikból következtethetünk.

Mágneses	Elektromos	Gravitációs
A mágneses mező és a benne levő vasdarab között kölcsönhatás van.	Bármilyen anyagú test és az elektromos mező között kölcsönhatás lehet.	A gravitációs mező minden benne levő testtel kölcsönhatásban van.
A mágneses kölcsönhatás vagy vonzásban, vagy taszításban nyilvánul meg.	Az elektromos kölcsönhatás vagy vonzásban, vagy taszításban nyilvánul meg.	A gravitációs kölcsönhatás mindig vonzásban nyilvánul meg.
		

Az anyagok **tulajdonságait mennyiségekkel** jellemezhetjük.
A **mennyiség** a **mérőszám** és **mértékegység** szorzatával adható meg.

KÖLCSÖNHATÁS

Az anyag egyik legfontosabb tulajdonsága a **kölcsönható-képesség.**

Mechanikai	Termikus	Mágneses	Elektromos	Gravitációs
				

Változás csak kölcsönhatás közben jöhet létre.

II. fejezet



A TESTEK MOZGÁSA

1. A HELY ÉS A MOZGÁS VISZONYLAGOS (Kiegészítő anyag)



28.1. *Mit jelent, hogy a hely viszonylagos?*

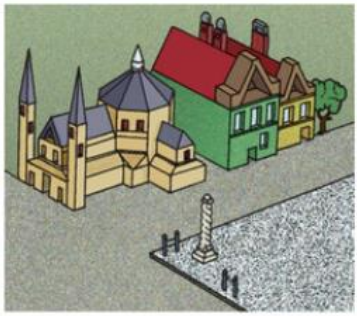
A második emeleten lakó ember az első emeleten élő családról azt mondja: alattunk van a lakásuk. Ugyanerről a családról a földszintiek azt mondják: felettünk laknak.

A lent-fent, jobbra-balra, előtte-mögötte fogalmak jelentése **viszonylagos,** ezért meg kell mondani, mihez viszonyítva tesszük ezeket a megállapításokat.

A vonat csomagtartójában levő táska nyugalomban van a vonathoz képest. Az állomáshoz viszonyítva azonban ugyanez a táska a vonattal együtt mozog.

A Napról is azt mondjuk, hogy felkel és lenyugszik, ha a Földhöz viszonyítjuk a mozgását, pedig tudjuk, hogy ennek a látványnak a Föld tengely körüli forgása az oka.

A testek helyének, mozgásának jellemzése különböző lehet attól függően, hogy mihez viszonyítva írjuk le azt.

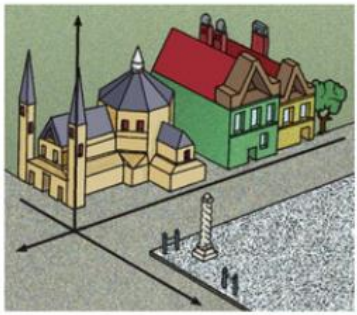


28.2. Bármely test lehet vonatkoztatási rendszer.

A testek helye, helyzete, mozgása viszonylagos, relatív.

Azt a testet, amelyhez viszonyítva megadjuk a többi test helyét és mozgását, vonatkoztatási rendszernek nevezzük.

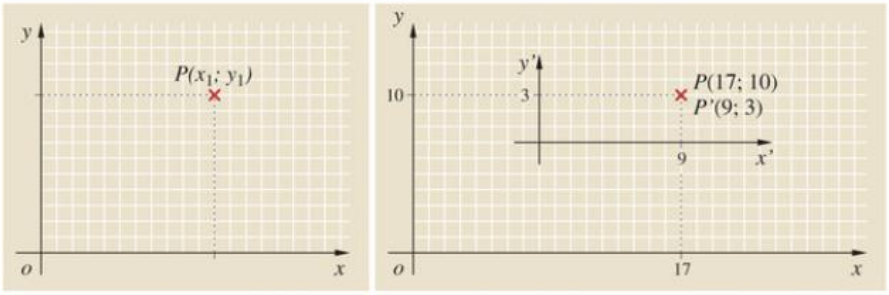
3D



28.3. A vonatkoztatási rendszerhez tetszés szerint rögzíthető koordináta-rendszer.

A testek helyének, helyzetének és mozgásának leírásához meg kell adni, hogy mit választottunk vonatkoztatási rendszernek. A gyakorlati életben a környezetünkhöz, esetleg saját magunkhoz szoktunk viszonyítani. Amikor nem nevezzük meg a vonatkoztatási rendszert, akkor a Földet tekintjük annak.

A vonatkoztatási rendszerekhez gondolatban koordináta-rendszereket „rögzíthetünk". Ezekben egy-egy térbeli pont helye bármely pillanatban három adattal egyértelműen megadható. Így a testek helye és elmozdulása a koordináta-rendszerben pontosan leírható.



29.1. Ugyanannak a pontnak a helyét különböző koordináta-rendszerben különböző adatokkal írhatjuk le.

FIGYELD MEG!

1. A vonatkoztatási rendszert egy vagy több létező test alkotja. A koordináta-rendszer egy kigondolt és rajzban megvalósított segédeszköz a testek helyének és mozgásának számokkal történő leírásához.
2. Amikor a Föld felszínét tekintjük vonatkoztatási rendszernek, akkor a földrajzi szélességi és hosszúsági körök is a viszonyítást, tájékozódást szolgálják. A magasság és mélység meghatározásakor a tengerszinthez szoktak viszonyítani, pl. a Mount Everest 8848 m, a Mariana-árok mélysége 11 034 m.

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Mit jelent az, hogy a test helye, illetve mozgása viszonylagos?
2. Mit nevezünk vonatkoztatási rendszernek?
3. Miért alkalmazunk koordináta-rendszert?
4. Hogyan adható meg egy pontszerű test helye koordináta-rendszer segítségével?

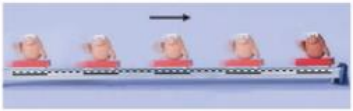
GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Nevezd meg azt a vonatkoztatási rendszert, melyben a „felkel a Nap” és a „lenyugszik a Nap” kijelentés igaz!
2. Mihez viszonyítva igaz a hajó kormányosának az a kijelentése: „Közeledik a kikötő”?
3. Lehet-e nyugalomban a Földhöz képest a működő mozgólépcsőn levő utas, ha a mozgólépcsőhöz képest áll, illetve ha mozog?
4. Radnóti Miklós *Tájképek* című versében a következőket írja:

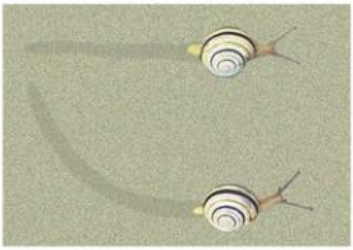
   „Fekete fák rohannak el sűrűn
   az ablak előtt…
   a város felé…”

   Mi lehet az a vonatkoztatási rendszer, amelyből Radnóti a fákat nézte?
5. Sorolj fel példákat hely-, illetve helyzetváltozásokra!

2. AZ EGYENES VONALÚ EGYENLETES MOZGÁS



30.1. Haladó mozgásnál a test minden pontja azonos módon mozog. (Stroboszkópfelvétel)

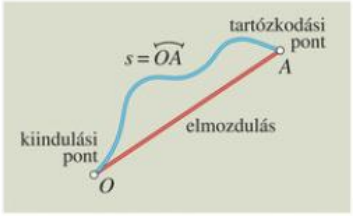


30.2. A mozgás pályája lehet egyenes vagy görbe vonalú.



30.3. Magyarországi autóutak térképe.

A *spatium* (spácium) – latin szó, jelentése: távolság, terjedelem. Ebből származik az „*s*” jelölés.



30.4. *Miben különbözhet egymástól az út és az elmozdulás?*

PÁLYA, ÚT, ELMOZDULÁS

Egy testről akkor mondjuk, hogy mozog, ha helye vagy helyzete megváltozik.

A testek mozgása lehet **haladó mozgás, forgó mozgás,** vagy a kettőből összetett mozgás. Pl. az autó haladó mozgást végez, benne a kormánykerék foroghat, az autó kereke pedig az úthoz képest forogva halad.

Haladó mozgásnál a test minden pontja azonos módon mozog. Ezért a haladó mozgásnál elegendő a test egyetlen pontjának mozgását leírni. Ilyen esetben a testet pontszerűnek tekinthetjük és **anyagi pontnak** nevezzük.

A repülőgép kondenzcsíkja vagy a csiga nyoma azt jelzi, hogy ezek a testek merre jártak. **Az a vonal, amelyen a test mozgás közben végighalad, a test pályája.** A pálya lehet egyenes vagy görbe vonalú.

Magyarország területét behálózza a vasutak és autóutak rendszere. A járműveknek ez a pályája, ezen tehetnek meg hosszabb vagy rövidebb utat.

A pálya azon részének hosszát, amelyet a test adott időtartam alatt megtesz, útnak nevezzük.

Az út jele: *s*, mértékegysége a méter (m).

A gyakorlatban használatos mértékegység még a centiméter (cm) és a kilométer (km).

A mozgás kezdő- és végpontja közötti távolság a test elmozdulását határozza meg. Az út és az elmozdulás hossza csak egyenes vonalú pálya esetén egyenlő.

A SEBESSÉG

A csiga lassan, a nyílvessző gyorsan halad, sebességük különböző.

Annak a testnek nagyobb a sebessége, amelyik:
– ugyanazt az utat rövidebb idő alatt teszi meg, vagy
– ugyanannyi idő alatt hosszabb utat jár végig.

Ha ismerjük a test által megtett utat és az út megtételéhez szükséges időtartamot, akkor a mozgást jellemezni tudjuk.

Egy vízzel telt ferde helyzetű üvegcsőben (Mikola-cső) a buborék úgy mozog, hogy egyenlő idők alatt egyenlő utakat jár be. A buborék így kétszer, háromszor hosszabb idő alatt kétszer, háromszor nagyobb utat tesz meg.

Kísérlettel megállapítható, hogy a Mikola-csőben a buborék által megtett út egyenesen arányos az út megtételéhez szükséges idővel, $s \sim t$, tehát hányadosuk állandó:

$$\frac{s}{t} = \text{állandó}.$$

Az olyan mozgást, ahol a test egyenlő idők alatt egyenlő utakat tesz meg – bármilyen kicsik vagy nagyok is ezek az egyenlő időtartamok –, egyenletes mozgásnak nevezzük.

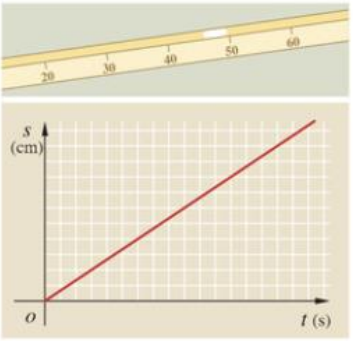
A Mikola-cső meredekebb helyzetében (pl. 10°-os; 20°-os; 30°-os hajlásszögnél) a buborék gyorsabban mozog.

A gyorsabban mozgó test esetén az $\frac{s}{t}$ hányados értéke nagyobb, mint a lassabban mozgónál.

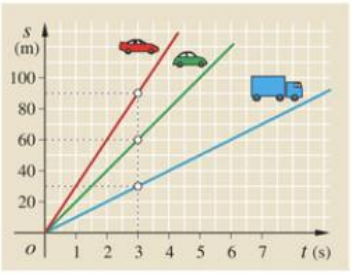
Az $\frac{s}{t}$ hányados minden egyenletes mozgásnál állandó, és értéke annál nagyobb, minél gyorsabban mozog a test. Ez a hányados tehát alkalmas az egyenletes mozgás jellemzésére.

Az $\frac{s}{t}$ hányados neve: **sebesség.**

A sebesség jele: v.

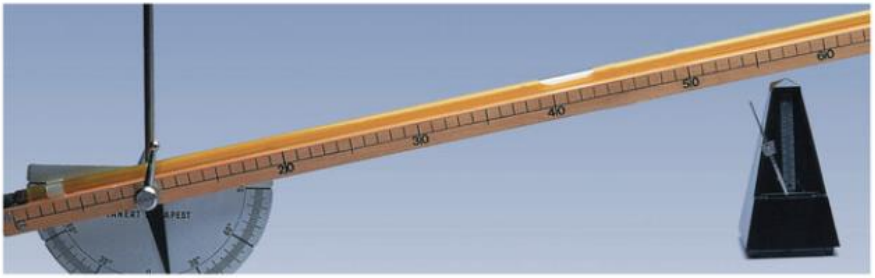


31.1. Ha $s \sim t$, a mozgás egyenletes.



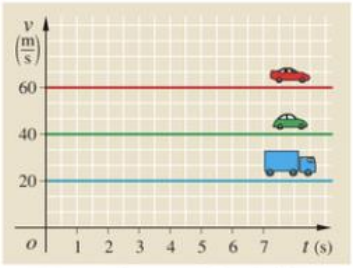
31.2. *Mikor meredekebb az egyenletesen mozgó test út–idő grafikonja?*

A *velocitas* – latin szó, jelentése: gyorsaság, fürgeség. Ebből származik a „v” jelölés.



31.3. A Mikola-csőben a buborék egyenlő időtartamok alatt egyenlő utakat tesz meg, azaz egyenletesen mozog. (Mikola Sándor (1871–1945) korának híres fizikatanára volt.)

$$v = \frac{s}{t}$$



32.1. Az egyenletes mozgást végző test sebessége állandó.

Összefüggés a sebesség mértékegységei között:

$$1\,\frac{\text{km}}{\text{h}} = \frac{1\,\text{km}}{1\,\text{óra}} = \frac{1000\,\text{m}}{3600\,\text{s}} = \frac{1\,\text{m}}{3{,}6\,\text{s}}$$

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

$$1\,\frac{\text{m}}{\text{s}} = \frac{1\,\text{m}}{1\,\text{s}} = \frac{100\,\text{cm}}{1\,\text{s}} = 100\,\frac{\text{cm}}{\text{s}}$$

Az egyenletes mozgás sebességének kiszámítása:

$$\textbf{sebesség} = \frac{\textbf{út}}{\textbf{az út megtételéhez szükséges időtartam}}$$

Az egyenletesen mozgó test sebessége megmutatja, hogy mekkora az egységnyi idő alatt megtett út.

A sebesség mértékegysége az út és az idő mértékegységének hányadosaként adható meg.

A sebesség SI-beli mértékegysége: $\frac{\text{m}}{\text{s}}$

[ejtsd: méter–per–másodperc].

Gyakran használjuk még a $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ és a $\frac{\text{cm}}{\text{s}}$ mértékegységeket is.

$$1\,\frac{\text{m}}{\text{s}} > 1\,\frac{\text{km}}{\text{h}}; \quad 1\,\frac{\text{m}}{\text{s}} = 3{,}6\,\frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

A sebesség iránymennyiség (vektormennyiség), mert nagyságán kívül iránya is van. A test sebességének iránya megegyezik a test mozgásának irányával.

Két, ellentétes irányban mozgó test sebessége között úgy tehetünk különbséget, ha az egyik sebességét pozitívnak, a vele ellentétes irányban mozgóét pedig negatívnak választjuk.



32.2. A sebességnek iránya van, tehát vektormennyiség, amit rajzban nyíllal ábrázolunk.

FIGYELD MEG!

Mivel a sebesség attól függ, hogy a test mozgását mihez viszonyítva vizsgáljuk, a sebesség viszonylagos mennyiség. Az ugyanabban a vonatban ülő utasok egymáshoz viszonyított sebessége $0\,\frac{m}{s}$, míg a földhöz képest pl. $20\,\frac{m}{s}$ sebességgel mozognak.

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

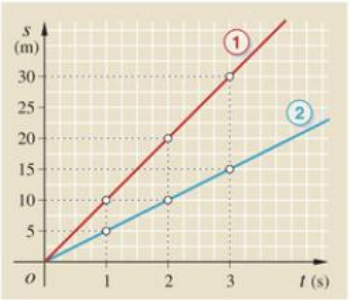
1. Mikor állíthatjuk, hogy egy test sebessége nagyobb, mint egy másiké?
2. Jellemezd az egyenletes mozgást!
3. Hogyan számítható ki az egyenletesen mozgó test sebessége?
4. Mi a sebesség jele, és mi az SI-beli mértékegysége?
5. Sorold fel a sebesség gyakorlatban használt mértékegységeit, végezz összehasonlítást!
6. Mit mutat meg az egyenletesen mozgó test sebessége?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Taxival történő utazáskor a megtett út vagy az elmozdulás alapján határozzák meg a viteldíjat? Miért?
2. A 3 m magasról leejtett labdát visszapattanása után 1 m magasan kaptuk el. Mennyi a labda útja, illetve elmozdulása?
3. Egy autó sebessége $60\,\frac{km}{h}$. Mit mondhatunk a mozgásáról?
4. Hasonlítsd össze a következő sebességértékeket:

   $1\,\frac{km}{h}$ .... $1\,\frac{m}{s}$; $10\,\frac{km}{h}$ .... $10\,\frac{m}{s}$; $3{,}6\,\frac{km}{h}$ .... $1\,\frac{m}{s}$; $180\,\frac{km}{h}$ .... $60\,\frac{m}{s}$.

5. Állapítsd meg a grafikon alapján, hogy:
   - Az 1. vagy a 2. testnek nagyobb a sebessége?
   - Mennyi utat tesznek meg három másodperc alatt?
   - Mennyi utat tesznek meg a harmadik másodpercben?
   - Hasonlítsd össze a harmadik másodpercben megtett utakat az első másodpercben megtett utakkal!
   - Mekkora utakat tesznek meg ezek a testek a 100. másodpercben?



6. Két repülőgép közül az egyik 1,5-szer nagyobb utat tett meg ugyanannyi idő alatt, mint a másik. Hasonlítsd össze a két repülőgép sebességét!
7. Két egyenletesen mozgó test közül a második hosszabb idő alatt hosszabb utat tesz meg. Lehet-e a két test sebessége egyenlő?

OLDJUNK MEG FELADATOKAT!

1. A metró szerelvénye egyenes vonalú egyenletes mozgással 10 másodperc alatt 50 m utat tesz meg. Mennyi ekkor a sebessége?

$t = 10\,\text{s}$
$s = 50\,\text{m}$
$v = ?$

$$v = \frac{s}{t} = \frac{50\,\text{m}}{10\,\text{s}} = 5\,\frac{\text{m}}{\text{s}} = 18\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$$

A szerelvény sebessége $18\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$.

2. Mekkora utat tesz meg 5 másodperc alatt egy sas, ha $72\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel repül?

$v = 72\,\frac{\text{km}}{\text{h}} = 20\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$
$t = 5\,\text{s}$
$s = ?$

$$v = \frac{s}{t} \Rightarrow s = v \cdot t = 20\,\frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 5\,\text{s} = 100\,\text{m}$$

A $72\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel repülő sas 5 másodperc alatt 100 m utat tesz meg.

3. Egy autó sebessége $36\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$. Mennyi idő alatt tesz meg ezzel a változatlan sebességgel 120 m utat?

$v = 36\,\frac{\text{km}}{\text{h}} = 10\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$
$s = 120\,\text{m}$
$t = ?$

$$v = \frac{s}{t} \Rightarrow t = \frac{s}{v} = \frac{120\,\text{m}}{10\,\frac{\text{m}}{\text{s}}} = 12\,\text{s} \qquad \left(\frac{\text{m}}{\frac{\text{m}}{\text{s}}} = \text{m} : \frac{\text{m}}{\text{s}} = \cancel{\text{m}} \cdot \frac{\text{s}}{\cancel{\text{m}}} = \text{s} \right)$$

A $36\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel haladó autó 120 m utat 12 másodperc alatt tesz meg.

SZÁMÍTSD KI!

1. Egy sólyom a 2 km-es utat 180 s alatt tette meg. Mennyi volt eközben a sebessége?

2. A haj 3 hét alatt 5 millimétert nő. Mennyi a növekedési sebessége?

3. Egy fecske sebessége $25\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$. Mennyi utat tesz meg 1 perc alatt?

4. Az orkán sebessége $40\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$. Mennyi idő alatt „söpör végig" egy 480 km-es útszakaszon?

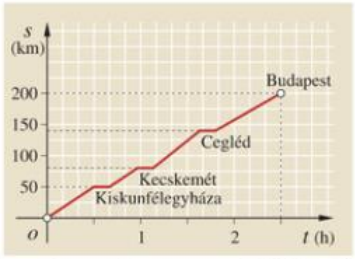
5. Milyen messzire jut el a hang 4 másodperc alatt a levegőben, ha ott $340\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ a terjedési sebessége?

6. Egy kerékpáros sebessége $20\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$. Egy futó 100 m utat 10 másodperc alatt tesz meg. Melyiknek nagyobb a sebessége?

3. A VÁLTOZÓ MOZGÁS

ÁTLAGSEBESSÉG

A Szegedről Budapestre menő gyorsvonat a közel 200 km-es utat 2,5 óra alatt teszi meg. Eközben egyes szakaszokon $120\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel halad, máshol lassul, Kecskeméten például meg is áll, majd ismét felgyorsul. A vonatnak változó a mozgása. A mindennapi életben a testek legtöbbször változó mozgást végeznek. Ez azt jelenti, hogy változik a sebességük.



35.1. A szegedi gyorsvonat út–idő grafikonja.

Változó mozgást végző test esetében az út és a megtételéhez szükséges idő hányadosa a test **átlagsebessége** ($v_{\text{átl}}$).

$$v_{\text{átl.}} = \frac{s_{\text{összes}}}{t_{\text{összes}}} = \frac{200\text{ km}}{2{,}5\text{ h}} = 80\,\frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Az átlagsebességen azt a sebességet értjük, amelylyel a test egyenletesen mozogva ugyanazt az utat ugyanannyi idő alatt tenné meg, mint változó mozgással.

Az átlagsebesség ismeretében azonban nem tudjuk, hogy útközben mikor, hogyan mozog a test, és hogy egy adott pillanatban mekkora a sebessége.

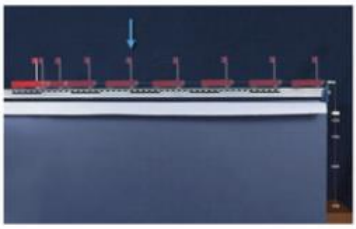


35.2. *Milyen sebességet mutat az autó sebességmérője?*

PILLANATNYI SEBESSÉG

Az autó sebességmérője mindig azt mutatja, hogy az autó az adott pillanatban mekkora sebességgel halad. Az autó sebessége gyorsuláskor vagy lassuláskor pillanatról pillanatra változik, egyenletes mozgásnál tartósan változatlan.

> Ha egy asztalon lévő kiskocsit csigán átvetett zsinegre kötött nehezék segítségével mozgatunk, a kocsi addig gyorsul, amíg a nehezék húzza. A gyorsító hatás megszűnte után a kiskocsi változatlan sebességgel halad tovább. Ez a sebesség megegyezik azzal a sebességgel, mellyel a kocsi a gyorsító hatás megszűnésének pillanatában rendelkezett.



35.3. *Miért és meddig gyorsult az ábrán látható kocsi?*

A **pillanatnyi sebességen** azt a sebességet értjük, amellyel a test egyenletesen mozogna tovább, ha az adott pillanatban megszűnne az az erőhatás, amely addig a sebességváltozást létrehozta.

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Mit értünk egy test átlagsebességén?
2. Hogyan számítjuk ki az átlagsebességet?
3. Mit mutat meg a pillanatnyi sebesség?
4. Mi jellemző a változó mozgást végző test sebességére?

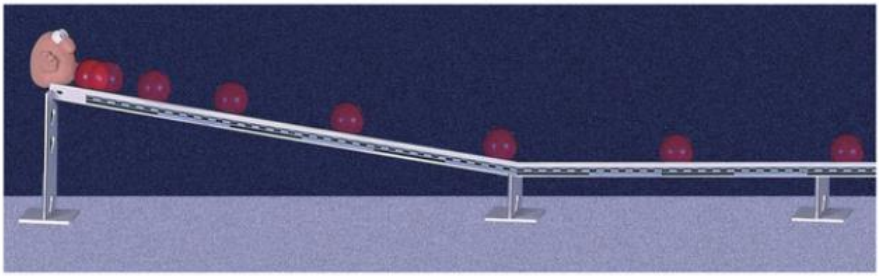
GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Miből veszed észre, hogy egy test mozgása nem egyenletes?
2. Hogyan lehet megváltoztatni a testek mozgását? Keress több lehetőséget is! Fogalmazd meg, mi bennük a közös!
3. Lehet-e egyenlő egy változó mozgást végző test átlagsebességének és valamely pillanatban mért sebességének a nagysága?
4. Lehet-e egy változó mozgást végző test pillanatnyi sebessége nulla?

SZÁMÍTSD KI!

1. Egy toronydaru 40 másodperc alatt 20 m magasra emel egy testet. Mekkora a test átlagsebessége?
2. Hazánkban 1846-ban indult meg a vasúti forgalom. A Pest és Vác között közlekedő vonat a mindössze 35 km hosszú utat 59 perc alatt tette meg. Mekkora volt ennek a vonatnak az átlagsebessége?
   Nézz utána, mekkora ezen a szakaszon a mai vonatok átlagsebessége!
3. Egy autós az 5-ös főúton Kecskemétről Szegedre 80 perc alatt jutott el. A vezető Kecskeméten a 85 km-t, Szegeden a 167 km-t jelző táblát látta. Mekkora volt az autó átlagsebessége?
4. Milyen hosszú utat tervezhet egy túrára készülő kiránduló, ha $4\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$ átlagsebességgel akar 6 órán keresztül gyalogolni?
5. Milyen hosszú távon versenyeztek azok az atléták, akik közül a győztes $8\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$-es átlagsebességgel 50 másodperc alatt ért célba?
6. Az egyik autóversenyző $50\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$ átlagsebességgel vezette az autóját. Mennyi idő alatt tett meg a versenypályán 5 km utat?
7. Mennyi idő alatt futja végig az 500 méteres utat egy gepárd, ha $70\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$ az átlagsebessége?
8. Egy autó 20 másodpercig $50\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességgel halad, majd ráhajtva az autópályára a következő 150 métert 10 másodperc alatt teszi meg. Mekkora az autó átlagsebessége ez alatt a 30 másodperc alatt?

4. AZ EGYENLETESEN VÁLTOZÓ MOZGÁS. A GYORSULÁS FOGALMA

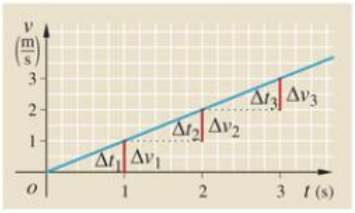


37.1. A lejtőn guruló golyó sebessége változik.

AZ EGYENLETESEN VÁLTOZÓ MOZGÁS

Egy lejtős hegyoldalon lecsúszó szánkó sebessége annál nagyobb, minél magasabbról indul, azaz minél hosszabb ideig csúszik a lejtőn. A lejtőn lecsúszó szánkó tehát változó mozgást végez.

A lejtőn leguruló golyó is változó mozgást végez. Ha a lejtő alsó vége egy vízszintes pályához csatlakozik, akkor azon a golyó egyenletesen gurul tovább. A vízszintes pályán egységnyi idő alatt megtett utakból következtetni lehet a golyónak a lejtő alján meglévő pillanatnyi sebességére. Ez az érték annál nagyobb, minél magasabbról indítottuk a golyót.



37.2. *Miről ismerhető fel, hogy a lejtőn leguruló golyó mozgása egyenletesen változó?*

Kísérlet alapján megállapítható, hogy egy lejtőn leguruló golyó sebessége minden másodpercben ugyanannyival nő.

Ha egy test sebessége egyenlő időközönként ugyanannyival változik (bármekkorák is ezek az egyenlő időközök), akkor a test mozgása egyenletesen változó mozgás.

A lejtőn leguruló golyó tehát egyenes vonalú egyenletesen változó mozgást végez.

Nem csak a lejtőn leguruló test mozgása lehet változó. A járművek, emberek, madarak stb. sebessége is gyakran változik, de ezek a változások rendszerint nem szabályosak.

A mennyiségek változását Δ-val szokás jelölni. Így például a sebességváltozás $\Delta v = v_2 - v_1$, az időtartam $\Delta t = t_2 - t_1$.



37.3. A síelők sebessége legtöbbször nem egyenletesen változik.

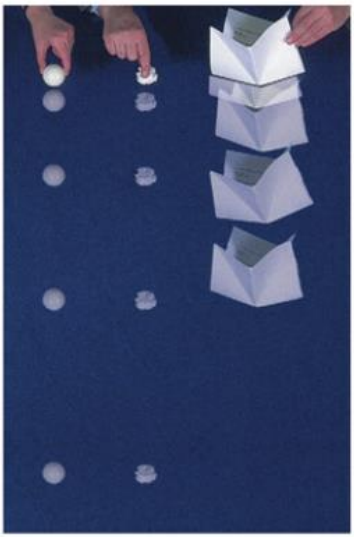


38.1. A busz nehezen gyorsul.

3D



38.2. A versenyautók egyik jellemzője a gyorsulás.



38.3. *Mit mutat meg ez a sorozatfelvétel a különféle testek eséséről?*

AZ EGYENLETESEN VÁLTOZÓ MOZGÁS GYORSULÁSA

A sebesség változhat lassan, mint egy induló tehervonaté, vagy gyorsan, mint rajt közben a versenyautóké. A sebesség változásának „gyorsasága" tehát különböző lehet. Az autók egyik jellemző adata pl. az, hogy álló helyzetből mennyi idő alatt érik el a $100\ \frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességet. Ezzel az autók gyorsulását hasonlítják össze.

Annak a testnek nagyobb a gyorsulása, amelyiknek:

- **ugyanakkora sebességváltozáshoz rövidebb időre van szüksége, vagy**
- **ugyanannyi idő alatt nagyobb a sebességváltozása.**

A **gyorsulás** az a mennyiség, amely megmutatja, hogy mekkora az egyenletesen változó mozgást végző test egységnyi idő alatt bekövetkező sebességváltozása. Az egyenletesen változó mozgásnál a gyorsulás nagysága állandó.

A SZABADON ESŐ TEST MOZGÁSA

Esés közben a testek a gravitációs mezővel és a levegővel vannak kölcsönhatásban, mozgásukat tehát mind a levegő, mind a gravitációs mező befolyásolja.

Egy elejtett papírlap mozgását a levegő jobban akadályozza, mint a papírgalacsinét. Az ólomgolyó és a vele azonos térfogatú papírgalacsin viszont közel egyformán esik.

Az eső testek mozgását tehát a levegő különböző mértékben akadályozhatja.

Légüres térben, ahol csak a gravitációs mező hat a testekre, minden test egyformán esik.

A testek olyan esését, amelynél csak a gravitációs mező hatása érvényesül, minden más hatás elhanyagolható, szabadesésnek nevezzük.

Egy zsinóron egyenlő távolságra levő nehezékek – a zsinór ábra szerinti elejtése után – egyre rövidebb időközönként koppannak a földhöz. Ha a nehezékek – az első nehezéktől mért – távolságának aránya 1 : 4 : 9 : 16 stb., akkor viszont a koppanásokat egyenlő időközönként halljuk.

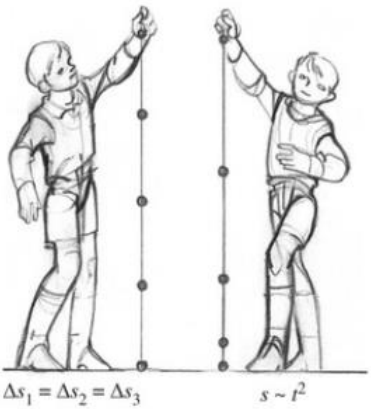
A szabadesés legegyszerűbb vizsgálati eszközeivel, az „ejtőzsinórokkal" is igazolható, hogy a szabadon eső test:

– az egymást követő egyenlő hosszúságú utakat egyre rövidebb idő alatt teszi meg, illetve
– az egymást követő egyenlő időtartamok alatt egyre hosszabb utakat fut be.

Pontos méréssel megállapítható, hogy:

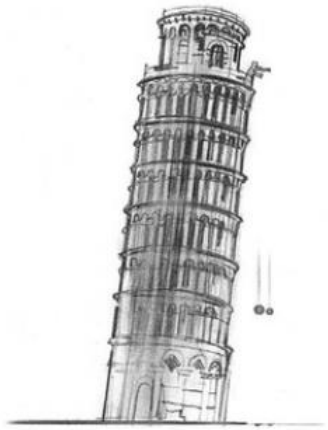
A szabadesés egyenes vonalú egyenletesen változó mozgás.

A szabadon eső testek sebessége állandóan nő, másodpercenként (Magyarországon földközelben) $9{,}81\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$-cel. Egyszerű feladatoknál a szabadon eső testek másodpercenkénti sebességváltozását $10\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$-nek szoktuk tekinteni.



39.1. Kísérletek ejtőzsinórokkal.

3D



39.2. A szabadesést először *Galilei* vizsgálta (1600 körül). A legenda szerint a pisai ferde toronyból ejtett le különböző testeket.

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Mi jellemző az egyenletesen változó mozgásra?
2. Milyen kapcsolat van az egyenletesen változó mozgásnál a sebességváltozás és a közben eltelt időtartamok között?
3. Miből állapítható meg, hogy egy test gyorsulása nagyobb?
4. Milyen mozgás a szabadesés?
5. Mekkora a szabadon eső test másodpercenkénti sebességváltozása?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Egy szabadon eső golyó 4 másodpercig esik. Mekkora sebességgel érkezik a földre?
2. Egy golyó álló helyzetéből indulva 1,5 másodpercig esik szabadon. Mekkora sebességre gyorsul?
3. Egy alma leesett a fáról, és $10\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességgel ütközött a földhöz. Mennyi ideig esett?

KERESD A MEGOLDÁST!

A hétvégén kirándulni készültök. Autóval Szegedről Győrbe, majd onnan vissza szeretnétek utazni. Készíts útvonaltervet két változatban! Az egyik esetben oda-vissza (elkerülve az autópályát) Dunaföldvár, Székesfehérvár és Mór érintésével mennétek, a másik esetben pedig az autópályán haladnátok. Hasonlítsd össze a két utazást az út hossza, a menetidők és az utazási költségek szempontjából!

1. Meg kell határozni a megtett út hosszát, a menetidőt, a felhasznált üzemanyag mennyiségét és annak árát, az autópálya használati díját és a közlekedés teljes költségét.

Feltevés: Autópályán haladni gyorsabb, de kevésbé gazdaságos.

Az út hossza autós térképek, atlaszok vagy internetes útvonaltervező programok segítségével határozható meg. Mivel forgalmi okok miatt a valóságban a kocsi gyakran lassít és gyorsít, a várható menetidő kiszámításakor az átlagsebességet városban és főúton az engedélyezett sebesség 80%-ának, autópályán 90%-ának vehetjük.

A menetidő számításakor egy (oda)útra kétszer negyedóra pihenőt érdemes tervezni.

Az autó átlagos fogyasztása függ az átlagsebességtől, vagyis attól, hogy autópályán, főúton vagy városban haladunk.

Adatok: Egy nagyobb személyautóra vonatkoztatva:

	város	főút	autópálya
megengedett sebesség $\left(\frac{\text{km}}{\text{h}}\right)$	50	90	130
becsült átlagsebesség $\left(\frac{\text{km}}{\text{h}}\right)$	40	72	117
átlagfogyasztás $\left(\frac{\text{liter}}{\text{100 km}}\right)$	9,5	7	8,5

1 liter benzin árát tekintsük 310 Ft-nak! Az autópálya díja 1170 Ft.

Az egyes útszakaszokra:

$$\text{– a menetidő} = \frac{\text{megtett út}}{\text{átlagsebesség}}, \quad \left(t = \frac{s}{v}\right),$$

$$\text{– a fogyasztás} = \frac{\text{megtett út} \cdot \text{átlagfogyasztás}}{\text{100 km}},$$

$$\text{– üzemanyagköltség} = \text{benzinár} \cdot \text{fogyasztás}.$$

2. Készítsünk táblázatot, melybe majd bejegyezhetjük az oda-vissza út, a menetidő, a fogyasztás, az üzemanyagköltség, az autópályadíj adatait főútra, ill. autópályára vonatkoztatva!

3 Töltsük ki a táblázatot, végezzünk összehasonlítást!

		város	főút	autópálya	oda-vissza összesen
	átlagsebesség $\left(\frac{\text{km}}{\text{h}}\right)$	40	72	117	—
	átlagfogyasztás $\left(\frac{\text{liter}}{\text{100 km}}\right)$	9,5	7	8,5	—
főút	**út (km)**	67	200	—	$2 \cdot 267 = 534$
	menetidő (h)	1,7	2,8	—	$2 \cdot (4{,}5 + 0{,}5) = 10$
	fogyasztás (liter)	6,37	14	—	$2 \cdot 20{,}37 = 40{,}74$
	üzemanyagköltség (Ft)	1973	4340	—	$2 \cdot 6313 = 12\,626$
autópálya	**út (km)**	16	26 (M0)	285	
	menetidő (h)	0,4	0,36	2,44	$2 \cdot (3{,}2 + 0{,}5) = 7{,}4$
	fogyasztás (liter)	1,52	1,82	24,23	55,13
	üzemanyagköltség (Ft)	470	564	7510	17 090
	+ autópályadíj (Ft)	—	—	1170	18 260

4 Feltevésünk igazolódott. Az összehasonlítás alapján megállapítható, hogy autópályán haladva az üzemanyagköltség közel 30%-kal több, mint a főúton, a menetidő viszont 2,6 órával rövidebb.

Természetvédelmi szempontból előnyösebb az autópálya használata, mert egyenletes haladásnál a kibocsátott káros anyag mennyisége kevesebb, mint a főúton, ahol a gyakori fékezések és megállások miatt sok szennyező anyag kerül a környezetbe.

FELADATOK

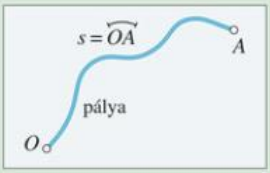
1. Egy család autóval megy Szegedről Siófokra. Mennyi a megtett út Szeged és Siófok között, ha az autópályán mennek? Mekkora közben az autó elmozdulása?
2. Számítsd ki iskolába jutásod átlagsebességét!
3. Nézz utána, hogy az iskolátok előtt mekkora az ott elhaladó járműveknek a megengedett legnagyobb sebessége! Végezzetek ellenőrző méréseket, hogy a járművek betartják-e a sebességkorlátozást!
4. A villám keletkezésének helyétől mérhető távolságunkat egyszerűen és könnyen megbecsülhetjük. Hogyan? Milyen fontos mennyiségek ismeretére van szükség a számoláshoz?
5. Az emberi fül akkor hall külön két hangot, ha észlelésük között legalább 0,1 másodperc telik el. Pl. ilyen feltételek estén halljuk a visszhangot. A visszaverő felülettől legalább milyen távolságra kell a hangot kibocsátanunk, hogy halljunk visszhangot is?
(A hang terjedési sebessége a levegőben 340 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$.)

ÖSSZEFOGLALÁS

A MOZGÁS JELLEMZŐI

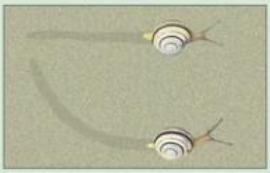
PÁLYA

Az a vonal, amelyen a test mozgása közben végighaladhat.



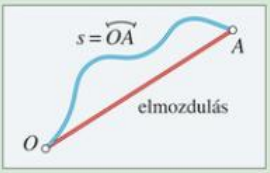
ÚT

A pálya azon részének hossza, amelyet adott időtartam alatt a test megtesz. Jele: *s*.



ELMOZDULÁS

A mozgás kezdőpontja és végpontja közötti távolság.



SEBESSÉG

A mozgást jellemző egyik mennyiség.

Jele: v.

Mértékegységei: $\frac{\text{m}}{\text{s}}$; $\frac{\text{km}}{\text{h}}$.

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

Ha a sebesség nagysága állandó, akkor a mozgás egyenletes. Egyenletes mozgásnál a sebesség megmutatja, hogy mekkora a test által az időegység alatt megtett út: $v = \frac{s}{t}$.

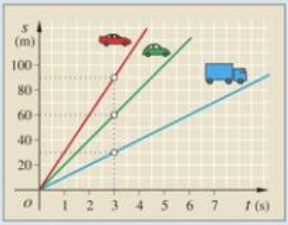
Egyenes vonalú egyenletes mozgás esetén a gyorsulás nulla.

GYORSULÁS

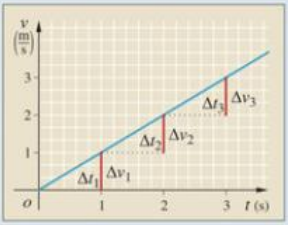
Ha a mozgás során a sebesség iránya, nagysága változik, **változó mozgásról** beszélünk. A változó mozgást átlagsebességgel és pillanatnyi sebességgel jellemezhetjük.

A **gyorsulás** a sebességváltozás gyorsaságát jellemző mennyiség. Ha a gyorsulás nagysága állandó, a mozgás **egyenletesen változó mozgás.** Egyenletesen változó mozgásnál a gyorsulás megmutatja, hogy mekkora a test egységnyi idő alatt bekövetkező sebességváltozása.

A **szabadesés** egyenes vonalú egyenletesen változó mozgás, melynél a test sebessége másodpercenként 9,81 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$-cel nő.







Az út–idő grafikon meredekségéből a test sebességére, a sebesség–idő grafikon meredekségéből a test gyorsulására tudunk következtetni.

III. fejezet



A DINAMIKA ALAPJAI

1. A TEHETETLENSÉG TÖRVÉNYE. A TÖMEG



44.1. *„Feszes az íj, sebes a nyíl...” Nézz utána, honnan származik az idézet!*



44.2. *Miért esnek le a testek a hirtelen fékező vonatban?*

Az *inertia* (inercia) – latin szó, jelentése: ügyetlenség, lomhaság, tétlenség.



44.3. Környezetünk nyugvó tárgyai inerciarendszernek tekinthetők.

A nyílvesszőt az íj indítja el, gyorsítja fel. A szabadon eső test a gravitációs mező hatására gyorsul. Tapasztalataink azt igazolják, hogy:

A testek mozgásállapotának változását mindig más – velük kölcsönhatásban levő – test vagy mező okozza.

Ez azt jelenti, hogy egyetlen test sem képes mozgásállapotát önmaga megváltoztatni. A testeknek ezt a tulajdonságát **tehetetlenségnek** nevezzük.

Másként fogalmazva:

Minden test nyugalomban marad vagy egyenes pályán egyenletesen mozog mindaddig, míg környezete meg nem változtatja a mozgásállapotát.

Ez a tehetetlenség törvénye, melyet Newton I. törvényének is szokás nevezni.

A nyílt pályán egyenes vonalú egyenletes mozgást végző vonatban a csomagtartón elhelyezett bőröndök nyugalomban vannak a vonathoz képest.

Ha azonban a vonat hirtelen fékez vagy elindul, akkor a csomagok leeshetnek a csomagtartóról, pedig újabb erőhatás nem éri őket.

Ilyenkor a csomagok sebessége csak a vonathoz viszonyítva lesz más, a földhöz képest nem. Ezek a csomagok – a földhöz viszonyítva – megtartják mozgásállapotukat.

A földhöz viszonyítva tehát igaz a tehetetlenség törvénye, a változó sebességű vonathoz képest azonban nem.

Az olyan vonatkoztatási rendszert, amelyben igaz a tehetetlenség törvénye, tehetetlenségi rendszernek, másként inerciarendszernek nevezzük.

Környezetünkben a mozgások vizsgálatánál inerciarendszernek tekinthetők a Föld felületéhez viszonyítva nyugalomban levő vagy egyenes vonalú egyenletes mozgást végző testek.

A jelenségeket mi mindig inerciarendszerhez viszonyítva vizsgáljuk és írjuk le.

A TESTEK TÖMEGE



45.1. *Az üres vagy a megrakott teherautó gyorsul könnyebben?*

Ugyanaz a személyautó könnyebben gyorsul, ha csak a vezető ül benne, mint ha utasokat is szállít. Az átázott bőrlabdát nehezebb elrúgni, mint a szárazat.

Az egyik testnek könnyebb, a másiknak nehezebb megváltoztatni a sebességét.

A testek tehetetlenségének nagysága tehát különböző lehet. Egy állványról ugyanazzal a rugóval szétlökött két golyó sebessége azonos feltételek között változik. Ezekre a sebességváltozásokra az egyszerre földet érő golyók repülési távolságából tudunk következtetni.

Két test tehetetlenségét úgy lehet összehasonlítani, hogy az azonos feltételek között létrejött sebességváltozásaikat hasonlítjuk össze.

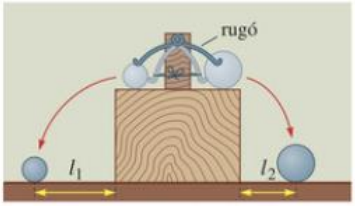
Annak a testnek nagyobb a tehetetlensége, amelyiknek azonos feltételek mellett kisebb mértékben változik meg a sebessége.

A testek tehetetlenségének mértékét jellemző mennyiség a tömeg.

A tömeg jele: m.

A tömeg mértékegysége a kilogramm, jele: **kg.**

1 kg például 1 dm^3 4 °C hőmérsékletű desztillált víz tömege. A gyakorlatban használt tömegegység még a gramm (g) és a tonna (t) is.



45.2. Akkor azonos a sebességváltozás feltétele, ha mindkét testet egyenlő nagyságú erőhatás egyenlő ideig ér.

A *massa* (massza) – latin szó, jelentése: tömeg. Ebből származik az „*m*" jelölés.

$$1\,g \underset{1000}{<} 1\,kg \underset{1000}{<} 1\,t$$



45.3. Méréskor a mérőtest tömegéhez hasonlítjuk a többi test tömegét.

3D



46.1. A testek tömege összehasonlítható egyenlő karú mérleggel is.



46.2. A modern bolti mérleg az áru tömegét és árát is mutatja.

TÖMEGMÉRÉS

A mindennapi életben a testek tömegét különféle mérlegekkel (például egyenlő karú, vagy számkijelzéses, azaz digitális automata mérleggel) szokás mérni.

Ha az egyenlő karú mérleg egyik serpenyőjében nagyobb tömegű test van, mint a másikban, akkor a jobban leterhelt serpenyő lesüllyed. Amikor a két serpenyőbe egyenlő tömegű testeket helyezünk, a mérleg egyensúlyban marad.

Egy test tömegének mérésekor az egyenlő karú mérleg egyik serpenyőjébe a mérendő tömegű testet helyezzük, a másikba pedig összeválogatunk ismert tömegű testek sorozatából annyit, hogy a mérleg egyensúlyba kerüljön. Ilyen esetben az ismert testek tömegének összege egyenlő a másik serpenyőben levő test tömegével.

A testek tömegét szétlökéses (dinamikai) módszerrel is lehet mérni. Ez a módszer azonban a gyakorlati életben nehézkes, ezért nem alkalmazzák. A tudományos kísérletekben (pl. űrhajózás) más módon is mérnek tömeget.

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Mi szükséges ahhoz, hogy egy test mozgásállapota megváltozzon?
2. Fogalmazd meg a tehetetlenség törvényét!
3. Hogyan döntheted el, hogy két test közül melyiknek nagyobb a tehetetlensége?
4. Mi a tömeg? Sorold fel a mértékegységeit!
5. Hogyan lehet a test tömegét megmérni?

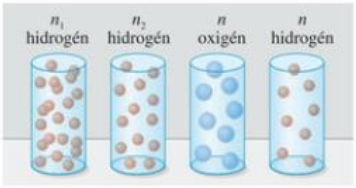
GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. A vonat csomagtartójához hosszú fonalat erősítünk, melynek másik végére egy nehezéket kötünk. Mi történik az így kapott ingával, ha a vonat elindul, fékez, illetve kanyarodik? Magyarázd meg, miért!
2. Miért kell kapaszkodni a mozgó járművekben álló utasoknak?
3. Miért szorul nyelére a kalapács feje, ha a nyél végét a földhöz ütögetjük?
4. Miért repülnek ki a por- vagy vízrészecskék, ha egy szőnyeget vagy egy nedves ruhát rázunk?
5. Mennyi 3 dm^3 4 °C-os víz tömege?

2. A SŰRŰSÉG

A fém kávéskanál tömege jóval nagyobb, mint a vele egyenlő térfogatú műanyag kanálé. Az egyenlő térfogatú réz-, alumínium- és fahenger tömegét megmérve azt tapasztaljuk, hogy a tömegük különböző. Ez azért van, mert a különböző anyagokat felépítő részecskék tömege és elhelyezkedése különböző. Ezt úgy fejezzük ki: **az anyagok sűrűsége különböző.**

Azt a felismerést, hogy a különféle anyagok eltérő sűrűségűek, részecskéik sűrűbb vagy ritkább elhelyezkedésével és a különböző részecskék eltérő tömegével magyarázzuk.



47.1. Egyenlő térfogatú tartályban különböző számú és tömegű gázrészecskék is lehetnek. Ezért a gázok sűrűsége is különböző lehet.

Az egyenlő térfogatú testek közül annak az anyaga nagyobb sűrűségű, amelyiknek nagyobb a tömege.

Az 1 kg tömegű konyhasó kisebb térfogatú, mint az 1 kg tömegű liszt. Ha rézből, alumíniumból és fából készült egyenlő tömegű testek térfogatát összehasonlítjuk, azt tapasztaljuk, hogy térfogatuk különböző.

Az egyenlő tömegű testek közül annak az anyaga a nagyobb sűrűségű, amelyiknek kisebb a térfogata.

Ha megegyező anyagú, de kétszer, háromszor nagyobb térfogatú tömör testek tömegét megmérjük, azt tapasztaljuk, hogy az is kétszer, háromszor nagyobb.



47.2. A megegyező anyagú, homogén testek tömege és térfogata egyenesen arányos.

Mérések alapján megállapítható, hogy: **az azonos anyagú, homogén testek tömege és térfogata egyenesen arányos, hányadosuk állandó.**

Különféle anyagú testeknél ez az állandó különböző. Mindig igaz azonban, hogy a nagyobb sűrűségű anyagoknál a $\frac{m}{V}$ hányados nagyobb, a kisebb sűrűségűeknél pedig kisebb.

$$\frac{m}{V} = \text{állandó}$$

A $\frac{m}{V}$ hányados tehát alkalmas mennyiség az anyagok egy tulajdonságának, a **sűrűségnek** a jellemzésére.

A sűrűség jele: ϱ.

A *homogén* – görög eredetű szó, jelentése: egynemű, egyöntetű. A fizikában a „minden pontjában azonos" megjelölésére használjuk ezt a kifejezést.

A ϱ görög betű [ejtsd: ró].

$$\varrho = \frac{m}{V}$$

A sűrűséget a tömeg és a térfogat hányadosaként számítjuk ki.

$$\textbf{sűrűség} = \frac{\textbf{tömeg}}{\textbf{térfogat}}$$

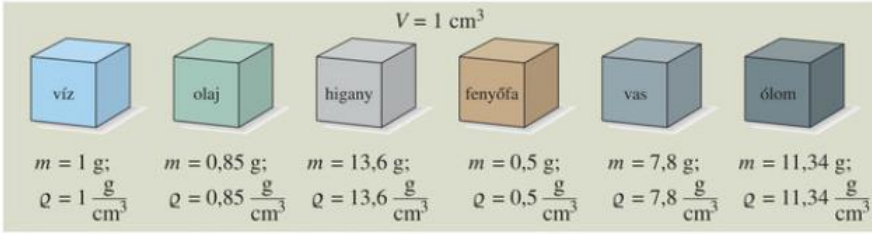
A sűrűség megmutatja, hogy az egységnyi térfogatú anyagnak mekkora a tömege.

A sűrűség mértékegységét a tömeg és a térfogat mértékegységének hányadosaként adhatjuk meg.

$$1\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \underset{1000}{<} 1\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1\ \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$$

A sűrűség SI mértékegysége a $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

Gyakran használjuk a $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ és a $\frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ sűrűség-mértékegységeket is.



48.1. Különféle anyagok sűrűsége különböző.

FIGYELD MEG!

1. A $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ kisebb mértékegység, mint a $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$: $1\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \frac{1000\ \text{g}}{1\,000\,000\ \text{cm}^3} = \frac{1}{1000}\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

Az $1\ \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ ezredrésze egyenlő az $1\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$-rel.

2. Ha egy test többféle anyagból van (pl. a kalapács feje vas, de a nyele fa), és a teljes tömegét elosztjuk a különféle részek együttes térfogatával, akkor a test átlagsűrűségét kapjuk meg:

$$\varrho = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2}.$$

Az átlagsűrűségnek például a testek úszásánál van jelentősége. A tömör vas a vízben elsüllyed, de a vasból készült hajó úszik a vízen. Ennek az a magyarázata, hogy (a zárt hajótestet vasból és levegőből állónak gondolva) a hajótest átlagsűrűsége kisebb, mint a vízé.

3. Ugyanannak az anyagnak különböző a sűrűsége, ha pl. a belőle készült testek hőmérséklete különböző. A gázok sűrűségét összenyomással könnyű megváltoztatni.

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Két egyenlő térfogatú test közül melyik anyagának nagyobb a sűrűsége?
2. Két egyenlő tömegű test közül melyik anyagának kisebb a sűrűsége?
3. Hogyan számítjuk ki egy test anyagának sűrűségét?
4. Sorold fel a sűrűség mértékegységeit! Melyik a nagyobb?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Mennyi 3 dm^3 víz, alumínium, vas tömege? (Használd a tankönyv végén lévő táblázatot!)
2. Tedd sorrendbe az alábbi anyagokat sűrűségük nagysága alapján: tej, olaj, higany, üveg, réz, alumínium, arany, ezüst, levegő! (Használd a táblázatot!)
3. Lehet-e különböző anyagú testeknek egyenlő a tömege?
4. Két test tömege egyenlő, de térfogatuk különböző. Mit tudsz az anyaguk sűrűségéről?
5. Két test térfogata egyenlő, de tömegük különböző. Mit tudsz az anyaguk sűrűségéről?
6. Három egyenlő térfogatú test közül az egyiknek kétszer, a másiknak ötször nagyobb a tömege, mint a harmadiknak. Mit tudsz a testek anyagának sűrűségéről?
7. Három egyenlő térfogatú test közül melyiknek legnagyobb és melyiknek legkisebb a tömege, ha a testek anyaga alumínium, gránit és öntöttvas? (Használd a táblázatot!)
8. Három egyenlő tömegű test közül az egyik anyaga alumínium, a másiké gránit, a harmadiké öntöttvas. Melyik test térfogata a legkisebb, és melyiké a legnagyobb?

OLDJUNK MEG FELADATOKAT!

1. Számítsuk ki, mekkora a fenyőfa sűrűsége, ha belőle 2 m^3 1000 kg tömegű?

$$\begin{array}{l} m = 1000\ \text{kg} \\ V = 2\ \text{m}^3 \\ \hline \varrho = ? \end{array} \qquad \varrho = \frac{m}{V} = \frac{1000\ \text{kg}}{2\ \text{m}^3} = 500\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Az 1000 kg tömegű, 2 m^3 térfogatú anyag (pl. fenyőfa) sűrűsége 500 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$.

2. Mekkora a tömege a 10 m^3 űrtartalmú tartályt teljesen megtöltő benzinnek?

$$\begin{array}{l} V = 10\ \text{m}^3 \\ \varrho = 700\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \\ \hline m = ? \end{array} \qquad \varrho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \varrho \cdot V = 700\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10\ \text{m}^3 = 7000\ \frac{\text{kg}}{\cancel{\text{m}^3}} \cdot \cancel{\text{m}^3} = 7000\ \text{kg}$$

A 700 $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ sűrűségű és 10 m^3 térfogatú benzin tömege 7000 kg.

3. Mekkora űrtartalmú tartályban fér el 4350 kg tömegű és 870 $\frac{kg}{m^3}$ sűrűségű olaj?

$m = 4350\ kg$

$\varrho = 870\ \frac{kg}{m^3}$

$V = ?$

$$\varrho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\varrho} = \frac{4350\ kg}{870\ \frac{kg}{m^3}} = 5\ \frac{kg}{\frac{kg}{m^3}} = 5\ m^3$$

$$\left(\frac{kg}{\frac{kg}{m^3}} = \cancel{kg} \cdot \frac{m^3}{\cancel{kg}} = m^3\right)$$

A 870 $\frac{kg}{m^3}$ sűrűségű és 4350 kg tömegű olaj térfogata 5 m^3, így legalább 5 m^3 űrtartalmú tárolóban fér el.

SZÁMÍTSD KI!

1. Egy tartálykocsi térfogata 50 m^3. A benne levő 35 500 kg tömegű benzin teljesen megtölti. Számítsd ki a benzin sűrűségét!

2. A 92 tonnás jéghegy térfogata 100 m^3. Mekkora a jég sűrűsége?

3. Határozd meg egy margarinkocka sűrűségét!

4. Hány kilogramm olaj fér egy 25 literes kannába?

5. A vörösréz sűrűsége 8900 $\frac{kg}{m^3}$. Mekkora a tömege egy 0,2 m^3 térfogatú vörösréz tömbnek?

6. Mekkora a tömege 20 dm^3 térfogatú ólomnak? (Használd a táblázatot!)

7. Mekkora a térfogata egy 8100 kg tömegű tömör alumíniumhengernek?

8. Mekkora a térfogata 1400 kg olajnak?

9. Egy kalapács vasból készült feje 20 dkg, az 50 cm^3 térfogatú fanyél tömege 30 dkg. Mennyi a kalapács átlagsűrűsége?

10. Egy gyűrű 10 g aranyból és 5 g ezüstből készült. Mennyi a gyűrű anyagának átlagsűrűsége?

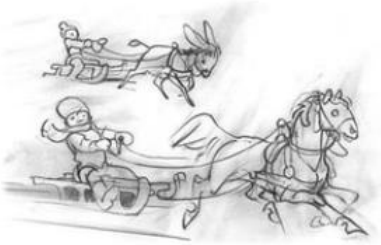
12. Az alábbi táblázat 12 kg tömegű testek térfogata és sűrűsége alapján készült. Számítsd ki a hiányzó mennyiségeket! Milyen anyagokról van szó?

$\varrho\ (\frac{kg}{m^3})$	$0{,}8 \cdot 10^3$		$2{,}7 \cdot 10^3$		10^3	
$V\ (m^3)$		9,3		0,024		0,0133
AZ ANYAG NEVE						

3. AZ ERŐ FOGALMA

Egy test sebességét csak a környezete által kifejtett erőhatások változtathatják meg. Ezek az erőhatások különböző nagyságúak lehetnek.

Az erősebb ló ugyanannyi idő alatt nagyobb sebességre gyorsítja fel a szánkót, mint a gyengébb csacsi. Egy versenyautó rövidebb idő alatt képes elérni pl. a 100 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességet, mint egy vele egyenlő tömegű személyautó.

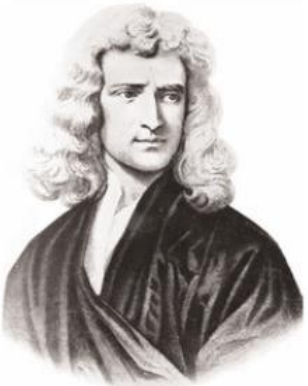


51.1. Az erőhatások különböző nagyságúak lehetnek.

Tapasztalataink alapján azt mondhatjuk, hogy:

Az az erőhatás a nagyobb, amely ugyanazon a testen:
- **ugyanannyi idő alatt nagyobb sebességváltozást hoz létre, vagy**
- **ugyanakkora sebességváltozást rövidebb idő alatt eredményez.**

Erőhatás következtében egy test sebessége növekedhet, csökkenhet, és a test mozgásának iránya is megváltozhat. A mozgásállapot-változás attól függ, hogy milyen nagyságú és irányú erőhatás, mennyi ideig éri a testet.



51.2. Az erő mértékegységét *Isaac Newton* (1643–1727) angol fizikus tiszteletére nevezték el newtonnak.

Azt a mennyiséget, amely megadja az erőhatás nagyságát és irányát, erőnek nevezzük.

Az erő jele: F.

Azt az erőt választották egységnyinek, amely az 1 kg tömegű nyugvó testet 1 másodperc alatt 1 $\frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességre gyorsítja fel.

Az erő mértékegysége a **newton** [ejtsd: nyúton], a jele: N.

A *force* (forsz) – angol szó, jelentése: erő. Ebből származik az F jelölés.

Az erőt rajzban nyíllal ábrázoljuk. A nyíl iránya az erőhatás irányát, hossza pedig a nagyságát mutatja meg. A nagyobb erőt ezért – ugyanazon az ábrán – arányosan hosszabb nyíllal ábrázoljuk.

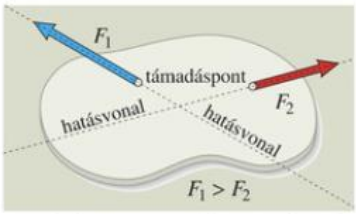


51.3. *Mire következtethetünk az erőt ábrázoló nyíl hosszából és irányából?*

Azokat a mennyiségeket, amelyeknek nagyságán kívül iránya is van, **vektormennyiségnek,** röviden **vektornak** nevezzük.

Az erő tehát **vektormennyiség.**

A *vektor* latin szó, jelentése: vivő, hordozó.



52.1. Ahányszor nagyobb az egyik erő a másiknál, annyiszor hosszabb az azt jellemző nyíl a másikat jellemző nyílnál.

Azt a pontot, ahol az erőhatás a testet éri, az erő támadáspontjának nevezzük. Az erőt ábrázoló nyíl kezdőpontját mindig a támadáspontba rajzoljuk.

A támadásponton átmenő és az erőhatás irányába eső egyenest hatásvonalnak nevezzük.

Egy csónak mozgása ugyanolyan lesz, ha a hozzáerősített kötelet a végénél, a közepénél vagy bármely pontjánál fogva húzzuk. Általában igaz: a hatásvonalon az erő támadáspontja bárhova áthelyezhető (eltolható) anélkül, hogy az erőhatás következménye megváltozna.



52.2. Az erőhatás a testeket gyakran egy pontban, a támadáspontban éri.

OLVASD EL!

Az erő mértékegységét **ISAAC NEWTON** (1643–1727) angol fizikus és matematikus tiszteletére nevezték el. Az utódok ezzel is azt fejezték ki, hogy Newton a fizikusok közül a legnagyobbak egyike. Newton tudományos eredményeit a kortárs költő, *Alexander Pope* (1688–1744) egyik versében így méltatja:

„A természet rejtve őrzi törvényeit;
Mondá Isten, legyen Newton!
S ő mindent felderít."

Mivel röviddel születése előtt apja meghalt, nagyanyja nevelte és taníttatta Newtont. Már gyermekkorában mechanikai eszközöket készített, tükörrel és lencsével megváltoztatta a fénysugarak útját, így kísérletezett velük. Tizennyolc évesen felvették a cambridge-i Trinity College-ba, ahol matematikát, fizikát, teológiát és nyelveket tanult.

1665 nyarán kitört a pestisjárvány Londonban, ezért ősszel bezárták az egyetemet. Így a 22 éves Newton több mint egy évig a lincolnshire-i szülői házban élt. Ez volt élete legtermékenyebb időszaka, mert ekkor gondolta ki valamennyi alapötletét, amelyek későbbi kidolgozása halhatatlanná tette nevét.

26 éves korában kinevezték a cambridge-i egyetem tanárává. 30 évesen a Royal Society (Királyi Társaság) tagjává választotta, ami Angliában a legnagyobb tudományos elismerést jelenti.

Newton legjelentősebb műve, a *Philosophiae Nautralis Principia Mathematica (A természetfilozófia matematikai alapelvei)* három fő részből áll:

– Az első a mozgásokkal foglalkozik. Ez tartalmazza az alapfogalmakat, az erőre vonatkozó törvényeket és a mozgások matematikai leírását.
– A második rész a közegellenállásról, az áramlásokról, a rezgésekről és a hangtanról szól.
– A harmadik a világ leírásával foglalkozik, ebben fejti ki a gravitációról szóló elméletét.

Newton a fizika és matematika sok területén alkotott kiemelkedőt. Sikereit tehetségén kívül szorgalmának is köszönhette.

FIGYELD MEG!

1. Sokszor egyszerűbb az erőhatás helyett erőt mondani. Ezt azonban csak akkor szabad megtenni, ha nem okoz félreértést.
2. A fizikai mennyiségeket két nagy csoportba sorolhatjuk. Az úgynevezett *vektormennyiségek* megadásához nagyságuk és irányuk ismerete is szükséges. A *skalármennyiségeknek* nincs irányuk, tehát ezeket mérőszámuk és mértékegységük egyértelműen meghatározza.

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Mit nevezünk erőhatásnak?
2. Mi a következménye annak, ha egy testet csak egy erőhatás ér?
3. Mi az erő? Mi az erő jele? Mit jelent az, hogy az erő vektormennyiség?
4. Mit nevezünk az erő támadáspontjának, és mit a hatásvonalának?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Ugyanazt a nyugalomban levő testet két rugó egy-egy másodpercig gyorsította. Az egyik rugó hatására a test sebessége $1\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$, a másikéra $1{,}2\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$ nagyságú lett. Melyik rugó fejtett ki nagyobb erőhatást a testre?
2. Egy golyó tömege 1 kg. Ezt a golyót két fiú közül az egyik 1,5 másodperc, a másik 2 másodperc alatt gyorsította fel nyugalmi helyzetéből $5\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességűre. Melyikük fejtett ki nagyobb erőhatást?
3. Az egyik test tömege 2 kg, a másiké 4 kg. Mit tudsz arról a két erőhatásról, amelyekkel a két test sebességét ugyanannyi idő alatt ugyanannyival lehet megváltoztatni?

4. A LEGISMERTEBB ERŐFAJTÁK



54.1. A kézifűrészt izomerővel mozgatják.

Az erők elnevezésével lehet legegyszerűbben közölni azt, hogy mi fejti ki az erőhatást. Ezért beszélünk pl. **izomerőről** (F_i), amelyet az izom fejt ki, a rugalmas testek által kifejtett **rugalmas erőről** (F_r). A mágneses mező, az elektromos mező, illetve a gravitációs mező erőhatását a **mágneses erő** (F_m), az **elektromos erő** (F_e), ill. a **gravitációs erő** (F_g) jellemzi.

A gyakorlatban jelentős még a **súlyerő** (F_s), illetve a testek mozgását befolyásoló **súrlódási erő** ($F_{súrl}$) és a **közegellenállási erő** (F_k) is.



54.2. *Milyen erőhatás éri esés közben a műugrót?*

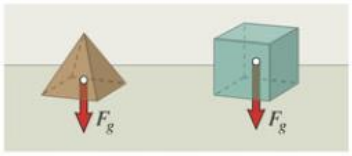
A GRAVITÁCIÓS ERŐ

A fáról leeső gyümölcs vagy egy elejtett ceruza gyorsulva esik a Föld felé. A feldobott labda sebessége is folyamatosan változik, lassulva emelkedik, egy pillanatra megáll, majd növekvő sebességgel visszaesik. Ezek a sebességváltozások azért jönnek létre, mert **a gravitációs mező a testekre a Föld középpontja felé mutató erőhatást fejt ki.**

A gravitációs erő hatására minden szabadon eső test sebessége másodpercenként 9,81 $\frac{m}{s}$-cel (megközelítően 10 $\frac{m}{s}$-cel) változik.

Tudjuk, hogy az 1 kg tömegű test sebességét 1 másodperc alatt 1 $\frac{m}{s}$-cel 1 N nagyságú erőhatás változtatja meg. Ezért az 1 kg tömegű test sebességét 1 másodperc alatt 10 $\frac{m}{s}$-cel 10 N nagyságú erőhatás változtatja meg.

Az 1 kg tömegű testet érő gravitációs erő nagysága tehát közel 10 N.



54.3. A gravitációs erő támadáspontját a test középpontjába szoktuk rajzolni.

Mivel minden szabadon eső test sebessége azonosan változik, így: **ahányszorosa egy test tömege az 1 kg-nak, a testet érő gravitációs erő is annyiszorosa a 10 N-nak.**

A homogén testeknél (pl. fahasáb, tömör vaskocka stb.) a gravitációs erő támadáspontjának a test középpontját tekintjük.

Ha a Föld felszínétől távolodunk, a Föld körüli gravitációs mező gyengül. Ezért ugyanazt a testet a Földtől távolabb kisebb gravitációs erőhatás éri, mint a földfelszín közelében.

Az ugyanakkora tömegű testet érő gravitációs erő nagysága attól is függ, hogy a test a Föld melyik pontján van. Ennek egyik oka az, hogy a Föld nem pontosan gömb alakú (az Északi- és a Déli-sark közelebb van a Föld középpontjához, mint az Egyenlítő), a másik a Föld forgása. A gravitációs hatás ezért erősebb a sarkokon, mint az Egyenlítőnél.

Magyarország az északi szélesség 45°48' és 48°35' között terül el. Nálunk az 1 kg tömegű testet érő gravitációs erő 9,81 N nagyságú.

A gravitációs erő nagysága függ attól is, hogy mekkora tömegű a test, amelynek gravitációs mezője kifejti a vonzást. A Hold felszínén pl. közel 6-szor kisebb, a Nap felszínén viszont 28-szor erősebb ez a hatás, mint a Föld felszínén.

Tengerszint feletti magasság	F_g Magyarországon, ha m = 1 kg
0 km	9,810 N
10 km	9,779 N
50 km	9,665 N

55.1. A testet érő gravitációs erő nagysága függ a test földfelszíntől mért távolságától.

Az 1 kg tömegű testet érő gravitációs erő a tengerszinten	
Szélességi fok	F_g
0°	9,7805 N
20°	9,7865 N
40°	9,8018 N
50°	9,8108 N
70°	9,8261 N
90°	9,8322 N

55.2. *Az Egyenlítőnél vagy az Északi-sarkon éri nagyobb gravitációs erő ugyanazt a testet?*

A TESTEK SÚLYA

Az asztalra helyezett könyv – a gravitációs mező hatására – nyomja az asztallapot. A fán függő alma is a gravitációs vonzás miatt húzza a fa ágát. A testek tehát nyomják az alátámasztást vagy húzzák a felfüggesztést. Az ilyen erőhatásokat egy erővel, a súlyerővel, röviden a test **súlyával** jellemezzük.

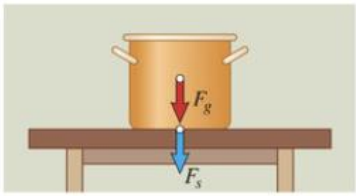
A súlynak F_s a jele.

A test súlya az az erő, amellyel a test – a gravitációs vonzás miatt – **nyomja az alátámasztást vagy húzza a felfüggesztést.**

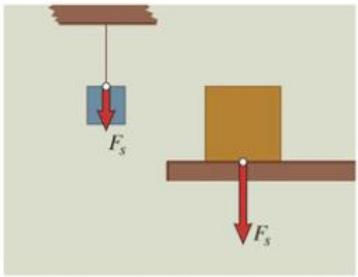
A nyugalomban levő test akkora erővel nyomja a vízszintes alátámasztást vagy húzza a felfüggesztést, amekkora erővel a gravitációs mező vonzza a testet. Ezért a **nyugalomban levő test súlya egyenlő nagyságú és megegyező irányú a testet érő gravitációs erővel.**

Így az 1 kg tömegű nyugvó testek súlya közel 10 N.

A test súlya és a testet érő gravitációs erő azonban **két különböző erő.** A gravitációs erő ugyanis a testre hat, a test súlya pedig az alátámasztásra vagy a felfüggesztésre.



55.3. A nyugalomban lévő test súlya és a testet érő gravitációs erő egyenlő nagyságú, de két különböző erő.

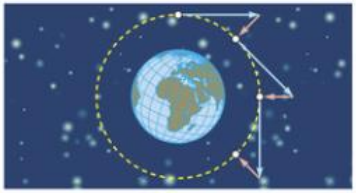


55.4. A súlyerő támadáspontját az érintkező felületek középpontjába szoktuk rajzolni.

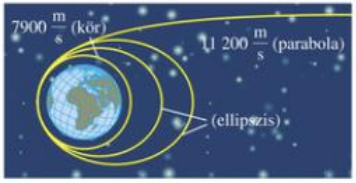
3D



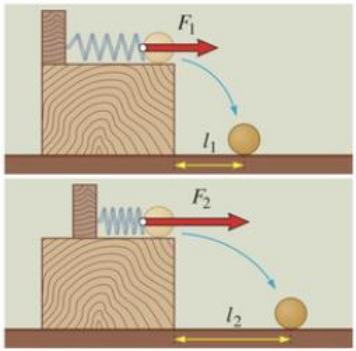
56.1. A súlytalanság nem hatásmentes állapot.



56.2. Az űrhajó „körbeesi" a Földet.



56.3. *Nézz utána, mitől függ, hogy a Földről kilőtt rakéta milyen alakú pályán mozog!*



56.4. A jobban megfeszített rugó nagyobb sebességváltozást hoz létre ugyanazon a testen.

$$F_r \sim \Delta l$$

MI A SÚLYTALANSÁG?

A szabadon eső testeknek nincs súlya, mert nincsenek sem alátámasztva, sem felfüggesztve. A szabadon eső testekről ezért azt mondjuk, hogy **súlytalansági állapotban** vannak.

A Föld körül keringő űrhajóban lévő testeknek nincs súlya. Keringés közben az űrhajó másodpercenként kb. 8000 m utat tesz meg a körpálya érintője mentén, és ezzel egyidejűleg szabadon esik a Föld középpontja felé. Így az űrhajó valójában „körbeesi" a Földet, tehát súlytalansági állapotban van.

A kilőtt rakéta kezdősebességének nagyságától és irányától függ, hogy visszaesik-e a Földre, illetve kör vagy ellipszis alakú pályán kering-e körülötte. A kilövés sebessége úgy is megválasztható, hogy az űrhajó elhagyja a Föld környezetét és a Nap körül keringjen, esetleg még a Naprendszerből is eltávozzon. Ha a kilövés sebessége $7{,}9\ \frac{\text{km}}{\text{s}}$ (1. kozmikus sebesség), akkor az űrhajó a Föld körül kering. A híradástechnikai műholdak a Föld körül a Föld ugyanazon pontja fölött keringenek.

A RUGALMAS ERŐ

A megnyújtott vagy összenyomott rugó, gumilabda és minden más rugalmas test is képes erőhatást kifejteni a vele érintkező testre. Ezt az erőhatást a **rugalmas erővel** (F_r) jellemezzük.

A jobban összenyomott rugó nagyobb sebességre gyorsítja fel az állványról lelökött golyót, s az távolabb csapódik az asztalra. Így a becsapódás távolságából a rugó által kifejtett erőhatás nagyságára lehet következtetni.

Méréssel megállapítható, hogy amikor egy csavarrugó összenyomása vagy megnyúlása kétszerese, háromszorosa egy előzőnek, akkor a rugó kétszer, háromszor nagyobb erőhatás kifejtésére képes. Ez a megállapítás nemcsak a rugókra, hanem minden rugalmas testre igaz.

A rugalmas erő tehát **egyenesen arányos a rugalmas test alakváltozásának mértékével.**

FIGYELD MEG!

1. Egy newton a 100 g tömegű testet érő gravitációs erő nagysága.
2. A könyv az asztalt, a síző a havat egy érintkezési felületen nyomja a súlyával. A felületen érintkező testek esetében az ott kifejtett erők támadáspontját az érintkező felületek középpontjába rajzoljuk.
3. *Eötvös Loránd* (1848–1919) magyar fizikus – sok más fontos kérdés mellett – a gravitációs mező vizsgálata területén is világraszóló eredményt ért el.

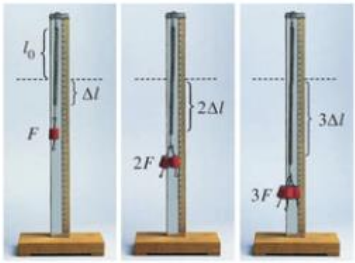
ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Nevezz meg különféle erőket!
2. Mit értünk egy test súlyán?
3. Mi okozza a szabadon eső test sebességváltozását?
4. Milyen irányú a gravitációs erő?
5. Milyen kapcsolat van a rugót feszítő erőhatás és a rugó alakváltozása között?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Mekkora tömegű test súlya 1 newton Magyarországon a földfelszínen?
2. Mekkora gravitációs erő éri a 200 g és a 10 kg tömegű testet? Mekkora a súlyuk, ha nyugalomban vannak, illetve szabadon esnek?
3. Egy 40 kg tömegű láda és egy 600 N súlyú ember közül:
   – Melyiknek nagyobb a súlya?
   – Melyik nyomja nagyobb erővel a Földet?
   – Melyiknek nagyobb a tehetetlensége?
   – Melyiknek nagyobb a tömege?
   – Melyiket éri nagyobb gravitációs erő?
4. Lehet-e ugyanannak a testnek különböző körülmények között különböző a tömege, illetve a súlya? Lehet-e egyenlő tömegű testeknek különböző a súlya? Lehet-e különböző súlyú testeknek egyenlő a tömege?
5. Változott-e a „holdjáró autó” tömege, illetve súlya azáltal, hogy felvitték a Holdra?
6. A tömege vagy a súlya alapján lenne érdemes eladni Norvégiában, illetve Egyiptomban a Budapesten vásárolt aranytömböt?
7. Lehet-e a súlytalanság állapotában tömeget mérni? (Gondolj a tömeg és a sebességváltozás kapcsolatára!)
8. A tömege vagy a súlya jellemző igazán a testre?
9. Egy nehezék hatására a rugó 3 cm-rel nyúlt meg. A nehezék súlyához viszonyítva mekkora az a feszítőerő, amelynek hatására ugyanez a rugó *a)* 6 cm-rel; *b)* 9 cm-rel; *c)* 4,5 cm-rel nyúlt meg?
10. Mi a feltétele annak, hogy egy rugó nagyobb erőhatást fejtsen ki?
11. Egy rugó 1 N nagyságú erő hatására 2 cm-rel nyúlt meg. Mekkora a rugót feszítő erőhatás nagysága, ha a rugó *a)* 4 cm-rel; *b)* 5 cm-rel; *c)* 1,5 cm-rel nyúlt meg?

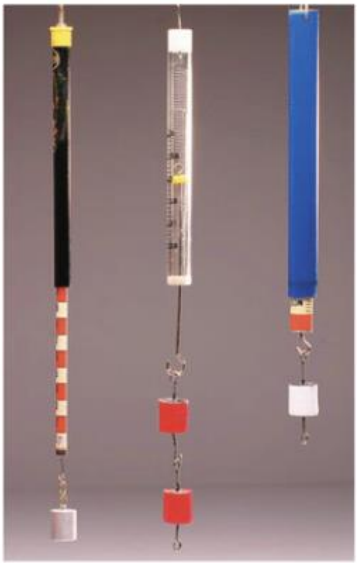
5. AZ ERŐMÉRÉS. ERŐ–ELLENERŐ



58.1. Minél nagyobb a feszítőerő, annál nagyobb a rugó megnyúlása.

$$F_{\text{feszítő}} \sim \Delta l$$

A *scalae* – latin szó, jelentése: létra, lépcső.



58.2. Különféle rugós erőmérők.

A különböző nagyságú erők mérés alapján hasonlíthatók össze.

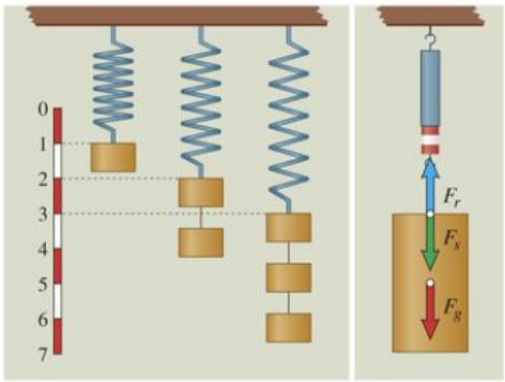
Ha ugyanakkora tömegű, tehát egyenlő súlyú nehezékekkel külön-külön terhelünk egy rugót, akkor a rugó minden esetben ugyanannyival nyúlik meg.

Amikor nem egyenként akasztjuk ezeket a nehezékeket a rugóra, hanem először egyet, majd kettőt, azután hármat stb. (így a rugót feszítő külső erő is ilyen arányban nő), akkor a rugó megnyúlása is egyszer, kétszer, háromszor nagyobb lesz.

Kísérlet alapján megállapítható, hogy a rugót megfeszítő erő nagysága és a rugó megnyúlása egyenesen arányos. Így a rugó alakváltozásából a rugót megfeszítő erő nagyságára lehet következtetni.

Az erőmérés érdekében – egy a rugó mögé rögzített lemezen – készítsünk skálát. Terheljük a rugót 100 g, 200 g, 300 g tömegű, tehát 1 N, 2 N, 3 N stb. súlyú testekkel, és minden esetben jelöljük meg a lemezen a rugó alsó végének a helyét. Ezt követően a rugót megfeszítő különböző erőhatások nagysága a skáláról newtonban leolvasható. A skálával ellátott rugó tehát felhasználható erőmérésre.

A hitelesített skálával ellátott rugót **rugós erőmérőnek** nevezzük.



58.3. *Mely erőkre lehet következtetni a rugóerő nagyságából?*

ERŐ–ELLENERŐ

Görkorcsolyán álló gyerekek közül akármelyikük löki meg a másikat, mindkettő elmozdul. Abból, hogy mindkét gyereknek megváltozott a sebessége és így a mozgásállapota, arra lehet következtetni, hogy mindkét testet erőhatás érte.

Ha elengedjük a felfújt, de be nem kötött léggömböt, az cikázva elrepül. A léggömb erőhatást fejt ki a kiáramló levegőre, a kiáramló levegő pedig azzal ellentétes irányú erőt a léggömbre. Így működik az égő gázokat kilövellő rakéta is.

Amikor tenyerünkkel erőhatást fejtünk ki az asztal szélére, érezzük, hogy az asztal is erőhatást fejt ki a tenyerünkre.

Ezekből a kölcsönhatásokból is megállapítható, hogy:

Ha egy test erőhatást fejt ki egy másikra, akkor ez a másik test is erőhatást gyakorol az előbbire.

Két test kölcsönhatásakor az egyik erőhatás jellemzőjét **erőnek,** a másikét **ellenerőnek** nevezzük. Ugyanabban a kölcsönhatásban fellépő két erő közül bármelyiket nevezhetjük erőnek vagy ellenerőnek.

Ha két rugós erőmérőt összeakasztunk és széthúzunk, akkor azok egyenlő nagyságú erőket jeleznek. A két erőmérő kölcsönhatásában fellépő erő és ellenerő ellentétes irányú, hiszen a két erőmérő ellentétes irányba húzza egymást.

Ugyanabban a kölcsönhatásban az erő és ellenerő:
– egyenlő nagyságú,
– ellentétes irányú,
– egyik az egyik testre, másik a másik testre hat.

Ez a hatás–ellenhatás törvénye (Newton III. törvénye).

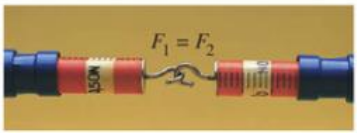
Egy asztalra helyezett könyv súlyával nyomja az asztalt, az asztal pedig ugyanakkora nagyságú, de ellentétes irányú erővel tartja a könyvet. Ebben az esetben például a könyv súlya az erő, az asztal által kifejtett tartóerő (F_t) pedig az ellenerő.



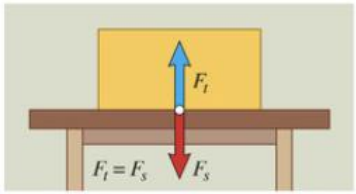
59.1. Mindketten elmozdulnak.



59.2. A kilőtt rakétát a hátra áramló gáz tolja előre.



59.3. Széthúzáskor a két erőmérő egyenlő nagyságú erőt jelez.



59.4. Az erő és az ellenerő két különböző testre hat. *Hasonlítsd össze a nagyságukat és az irányukat!*

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Mit nevezünk rugós erőmérőnek? Sorold fel a részeit!
2. Hány erőhatás lép fel két test közötti mechanikai kölcsönhatásban?
3. Mondj példákat olyan kölcsönhatásra, amelyben meg tudod nevezni az erőt és az ellenerőt!
4. Ismertesd a hatás–ellenhatás törvényét!

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

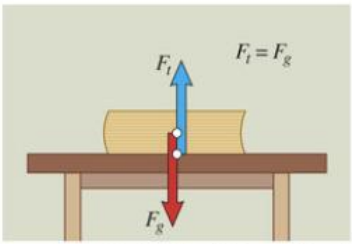
1. Egy nehezék hatására egy rugó 2 cm-rel nyúlt meg. Hány ugyanilyen nehezéket akasztottunk a rugóra, ha megnyúlása 10 cm?
2. Sorolj fel olyan gyakorlati példákat, ahol erőmérőket használnak. Nevezd meg, hogy milyen fajta erőket mérnek az egyes esetekben!
3. Nevezd meg az erőt és az ellenerőt a különböző sporteszközök használatánál!
4. Az egyik végén szöghöz rögzített gumiszálat megnyújtottuk. Mi az izomerő ellenereje ilyenkor? Mi a rugalmas erő ellenereje a gumiszál egyik, illetve másik végénél? Készíts vázlatrajzot, és rajzold be az erővektorokat!
5. Rajzold le, hogy a mindkét végén alátámasztott rugalmas lemez a rajta levő labda hatására lehajlik! Rajzold be és nevezd meg a labda és a lemez kölcsönhatásában fellépő erőket! Rajzold be (más színnel) a labdát érő erőket!
6. Miért „rúg” hátra a puska elsütéskor?
7. Miért gyorsul tovább a kilőtt rakéta a tartóállvány elhagyása után?
8. Elemezd a rajzokon látható kölcsönhatásokat az erőhatások szempontjából!



6. TÖBB ERŐHATÁS EGYÜTTES EREDMÉNYE. AZ EREDŐ ERŐ

Amikor egy testet csak egyetlen erőhatás ér (pl. szabadon esik), akkor a test sebessége megváltozik. Sokszor tapasztaljuk azonban, hogy egy testet egyidejűleg több erőhatás ér, és a test sebessége mégsem változik. Ez csak úgy lehet, ha a testet érő erőhatások kiegyenlítik egymást.

Az asztalon lévő könyvet két erőhatás éri: a gravitációs erő és a tartóerő. Mégis azt tapasztaljuk hogy a könyv nyugalomban van. Tehát ez a két erő kiegyenlíti egymást.

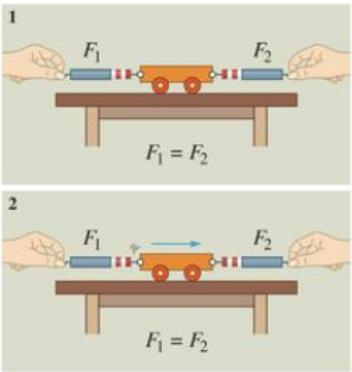


61.1. A nyugalomban lévő könyvre két erő hat: a gravitációs erő és a tartóerő, melyek kiegyenlítik egymást.

Ha egy kiskocsit két rugós erőmérővel úgy húzunk, hogy a kocsi nyugalomban marad, akkor az ellentétes irányba húzott erőmérők egyenlő nagyságú erőket jeleznek.

A kiskocsit úgy is lehet húzni két erőmérővel, hogy az állandó sebességgel mozog. Az ellentétes irányba húzott két erőmérő ekkor is egyenlő nagyságú erőket mutat. Az erők mindkét esetben kiegyenlítették egymást.

Természetesen (ugyanúgy, ahogy az asztalon nyugvó könyvre) a kiskocsira is hat a gravitációs erő és a tartóerő. De mivel ezek kiegyenlítik egymást, nem befolyásolják a kocsi mozgását.



61.2. A kiskocsi egyensúlyban van akkor is, ha áll (1), és akkor is, ha állandó sebességgel mozog (2).

Két erő akkor egyenlíti ki egymást, ha:
– ugyanazt a testet érik,
– egyenlő nagyságúak,
– egy egyenesben vannak és ellentétes irányúak.

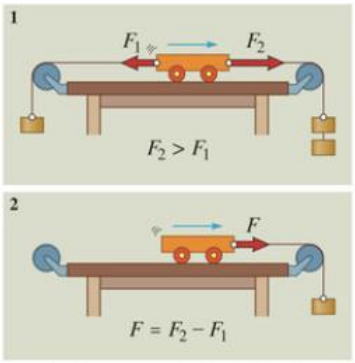
Egy testet egyidejűleg több erőhatás is érhet.

Ha a testet érő erőhatások kiegyenlítik egymást, azt mondjuk, hogy **a test egyensúlyban van. Az egyensúlyban levő test vagy nyugalomban van, vagy egyenes vonalú egyenletes mozgást végez.**

Ez fordítva is igaz: ha a test nyugalomban van, vagy egyenes vonalú egyenletes mozgást végez, akkor a rá ható erők kiegyenlítik egymást.



61.3. *Miért maradhat nyugalomban a kötél annak ellenére, hogy ketten is húzzák?*



62.1. Amikor a testet érő erőhatások nem egyenlítik ki egymást, a test nincs egyensúlyban. Ilyenkor a test úgy gyorsul, mintha rá egyetlen ($F = F_2 - F_1$) erő hatna.

Lehet egy kiskocsit úgy is húzni, hogy a két ellentétes irányú erőhatás nem egyenlő nagyságú. Ilyenkor a kocsi gyorsulva mozog a nagyobb erőhatás irányában.

Ha a testet érő erőhatások nem egyenlítik ki egymást, akkor a test nincs egyensúlyban, sebessége változik.

Megmutatható, hogy ugyanígy mozog a kiskocsi, ha egyetlen olyan F erőhatás éri, amelynek iránya a nagyobb (F_2) irányába mutat, nagysága pedig két erő különbségével (F_2=F_1) egyenlő.

Egy testet érő több erő helyettesíthető egyetlen olyan erővel, melynek ugyanaz a következménye, mint a többi erőnek együttvéve. Ezt az erőt eredő erőnek nevezzük.

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

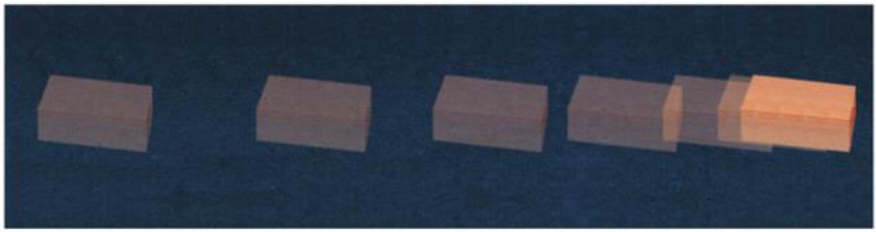
1. Mi a feltétele annak, hogy egy test egyensúlyban legyen?
2. Mozoghat-e egy test, ha egyensúlyban van?
3. Mi a feltétele annak, hogy két erőhatás kiegyenlítse egymást?
4. Mi a feltétele annak, hogy változzon egy test sebessége?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Milyen erőhatások érik az asztalodon nyugvó könyvet? Mi fejti ki ezeket az erőhatásokat? Mit tudsz az őket jellemző erőkről?
2. A mindkét végén alátámasztott rugalmas lemez meghajlik a ráhelyezett golyótól.
   a) Készíts ábrát, és rajzold be a golyót érő erőket betűjeleikkel együtt!
   b) Készíts egy újabb ábrát, és ebbe a golyó és a lemez kölcsönhatásában fellépő erőket rajzold be betűjeleikkel együtt!
3. Egy kiskocsira két ember fejt ki erőhatást.
   a) Maradhat-e a kiskocsi nyugalomban? Mi ennek a feltétele?
   b) Mi a feltétele annak, hogy a kocsi gyorsuljon?
4. Egy testet 15 N nagyságú gravitációs erőhatás ér.
   Mekkora erővel lehet a levegőben megtartani ezt a testet?

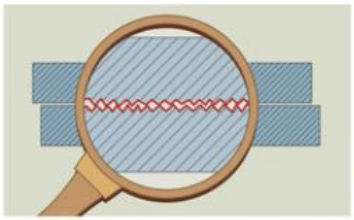
7. A SÚRLÓDÁSI ÉS A KÖZEGELLENÁLLÁSI ERŐ

A SÚRLÓDÁS



63.1. *Milyen erő hatására lassul a csúszó hasáb?*

A vízszintes felületen ellökött test sebessége csökken, majd a test megáll. Sebességváltozást azonban csak erőhatás hozhat létre. A csúszás közben tapasztalható **csúszási súrlódási erő** azért jön létre, mert a testek felülete sohasem tökéletesen sima. Megfelelő nagyítóval még a simára csiszolt felületeken is kiemelkedéseket és bemélyedéseket veszünk észre. Ezek az egyenetlenségek egymásba akadnak, és így nehezítik az érintkező testek egymáshoz viszonyított mozgását.

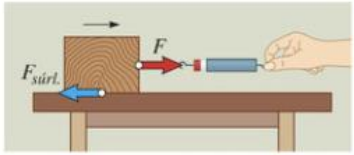


63.2. A sima felületeken is vannak egyenetlenségek.

A csúszási súrlódás az érintkező és egymáson elmozduló testek egymáshoz viszonyított sebességét csökkenti.

A csúszási súrlódást jellemző súrlódási erő megmérhető, ha pl. egy testet egy vízszintes felületen, erőmérővel egyenletesen vontatunk.

Az egyenletesen mozgó testeket érő erőhatásokról tudjuk, hogy kiegyenlítik egymást. Így belátható, hogy a csúszási súrlódási erő nagysága egyenlő az erőmérő által mért vontató erővel, de iránya ellentétes azzal.

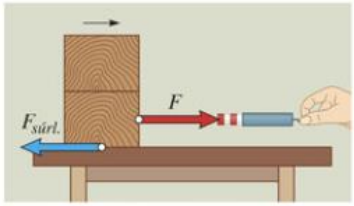


63.3. Egyenletes mozgásnál a súrlódási erő egyenlő nagyságú és ellentétes irányú a húzóerővel.

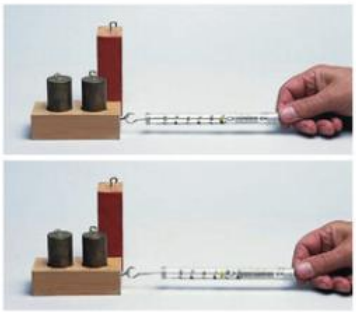
Méréssel megállapítható, hogy **a csúszási súrlódási erő ($F_{súrl}$) akkor nagyobb, ha:**

- **nagyobb az érintkező felületeket összenyomó erőhatás és**
- **érdesebbek az érintkező felületek.**

A csúszási súrlódási erő nem függ az érintkező felületek nagyságától.



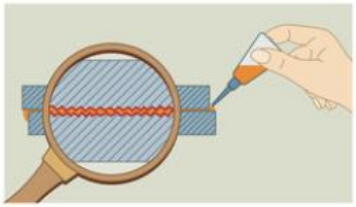
63.4. A súrlódási erő a felületeket összenyomó erő nagyságától is függ.



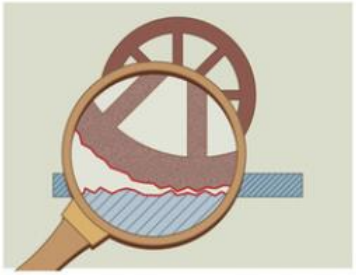
64.1. Bár a hasábot húzzuk, a tapadás miatt mégsem mozdul el.



64.2. Lépés közben a láb a súrlódás miatt hátranyomja a földet, a föld előre a lábat (hatás–ellenhatás), ezért tudunk járni.



64.3. A kenőanyagok részecskéi könnyen elmozdulnak egymáson.



64.4. *Mi a súrlódás szerepe a kerék működésében?*

Az egymással érintkező és nyugalomban levő testek között is fellép súrlódás, ha azokat el akarjuk mozdítani egymáson. Ez a hatás a **tapadási súrlódás,** melyet a **tapadási súrlódási erővel** jellemzünk. A tapadási súrlódásnak is az érintkező felületek egyenetlensége az oka.

A tapadási súrlódási erő mindig egyenlő nagyságú és ellentétes irányú azzal az erővel, amellyel a testet meg akarjuk mozdítani.

A tapadási súrlódás teszi lehetővé pl. a járást, a járművek elindulását vagy például azt, hogy a vékony gyapjú- és gyapotszálakat erős fonallá lehet összesodorni.

Mind a csúszási, mind a tapadási súrlódási erő csökkenthető, ha az érintkező felületeket simábbra csiszolják, vagy a súrlódó felületek közé olyan anyagot juttatnak, amelynek részecskéi könnyen elmozdulnak egymáson. Az ilyen **kenőanyag** kitölti a csúszó felületek egyenetlenségeit, és így a testek valójában a kenőanyagon csúsznak. Kenőanyag például az olaj, a zsír stb.

GÖRDÜLÉSI ELLENÁLLÁS

A testek könnyebben mozgathatók akkor is, ha érintkező felületeik közé görgőket helyezünk, vagy maguk a testek gördülnek el egymáson. Elfordulás közben a felületi egyenetlenségek – mint a fogaskerekek – kiemelkednek egymásból. Ez az oka annak, hogy azonos feltételek mellett a **gördülési ellenállási erő** kisebb, mint a csúszásnál fellépő súrlódási erő. Ezért nagy jelentőségű találmány a kerék.



KÖZEGELLENÁLLÁS

Mindenki tapasztalta már, hogy vízben futni nehezebb, mint a parton, vagy erős széllel szemben kerékpározni is nehezebb, mint szélcsendben.

A közeg olyan erőhatást fejt ki, amely csökkenti a test közeghez viszonyított sebességét.

Ez a hatás a **közegellenállás,** amelyet a **közegellenállási erő**vel jellemzünk.

A közegellenállási erő (F_k) – a tapasztalatok szerint – függ:

- a közeg sűrűségétől,
- a test mozgásirányra merőleges legnagyobb keresztmetszetének nagyságától,
- a testnek a közeghez viszonyított sebességétől,
- a test alakjától.



65.1. *A parton vagy a vízben nehezebb futni?*



65.2. A víz nehezíti az úszók haladását.



65.3. A szél magával akarja vinni, a nyugvó víz meg akarja állítani a vitorlás hajót.



65.4. A levegő az ejtőernyő segítségével csökkenti a zuhanás sebességét.





65.5. *Miért tervezik a versenyautókat áramvonalasnak?*

FIGYELD MEG!

1. Sokan azt hiszik, hogy a súrlódás és a közegellenállás mindig „mozgást akadályozó hatás". Ez tévedés, hiszen pl. a teherautóra tett láda azért gyorsul az induló autóval együtt, mert a tapadási súrlódásnál fellépő erőhatás gyorsítja. A vitorlás hajó azért halad, mert a szél magával „akarja" sodorni.
2. Környezetvédelmi szempontból figyelembe kell venni mind a súrlódás, mind a közegellenállás közvetlen vagy közvetett környezetkárosító hatását. A járművek kerekeiről, fékbetétjeiről leváló gumi-, illetve fémszemcsék szennyezik a környezetet. A nem megfelelően formatervezett járművek üzemanyag-fogyasztása nagyobb, ezért fokozottabban károsítják a környezetet.

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Milyen körülmények között jön létre csúszási súrlódás, mi ennek a következménye?
2. Mi a magyarázata a csúszási súrlódás létrejöttének?
3. Hasonlíts össze nagyság és irány szerint egy testet egyenletesen húzó erőt és a csúszási súrlódási erőt!
4. Hogyan mérhető meg a csúszási súrlódási erő?
5. Mitől függ a súrlódási erő nagysága?
6. Milyen irányú a súrlódási erő csúszás közben?
7. Hogyan csökkenthető a súrlódási erő?
8. Milyen körülmények között jön létre tapadási súrlódás?
9. Mit tudsz a tapadási súrlódási erő nagyságáról és irányáról?
10. Sorold fel, milyen típusú súrlódásokat ismersz!
11. Milyen hatás a közegellenállás?
12. Mitől függ a közegellenállási erő nagysága?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. A gyakorlatban milyen jelenségeknél tapasztalod a súrlódás előnyét, illetve hátrányát?
2. Mondj példát a súrlódási erő növelésére, illetve csökkentésére!
3. Miért használunk télen a jeges, havas utakon az autók kerekén hóláncot?
4. Miért eltérő mozgással esik le a fáról az alma és a levél?
5. Miért hajlik a kerékpáros a kormány fölé erős ellenszélben?
6. Hogyan csökkentik az autók tervezői a közegellenállási erőt?
7. Miért nehezebb vízben futni, mint a parton?
8. Milyen erők hatnak a kinyitott ejtőernyővel már egyenletesen mozogva ereszkedő ejtőernyősre? Mit tudsz ezeknek az erőknek a nagyságáról és irányáról?
9. Sorolj fel olyan sportágakat, ahol különösen fontos a közegellenállás csökkentése, illetve növelése!
10. Miért káros a környezetre a gumikerekek és a fékbetétek súrlódása?
11. Miért fontos a környezetvédelem szempontjából a járművek formatervezése?

8. A FORGATÓNYOMATÉK

Kinyitáskor az ajtó a tengelye körül elfordul. A mérleghinta, ha ráülünk, lebillen. Ezek és sok más példa is azt mutatja, hogy:

Az erőhatás a testeknek a forgását is megváltoztathatja. Ezt röviden úgy mondjuk: **az erőnek forgató hatása is lehet.**

Az erőnek csak akkor van forgató hatása, ha hatásvonala nem megy át a forgástengelyen, és nem is párhuzamos azzal.

Az ajtót annál kisebb erővel lehet forgásba hozni, minél távolabb nyomjuk a tengelyétől. Az erő forgató hatása tehát nemcsak az erő nagyságától, hanem az erő hatásvonalának a forgástengelytől mért távolságától is függ.

Az erő hatásvonalának a forgástengelytől mért távolságát erőkarnak nevezzük és k-val jelöljük.

A mérleghintán ülő gyerekek ellentétes irányú forgatóhatást fejtenek ki a hintára. Amikor a két gyerek együttes hatására a mérleghinta egyensúlyban van, akkor az ellentétes irányú forgatóhatások kiegyenlítik egymást.

Ha a mérleghinta ellentétes oldalán ülő két gyerek különböző súlyú, a hintán legkönnyebben úgy hozható létre egyensúly, ha a nagyobb súlyú gyerek közelebb ül a forgástengelyhez.

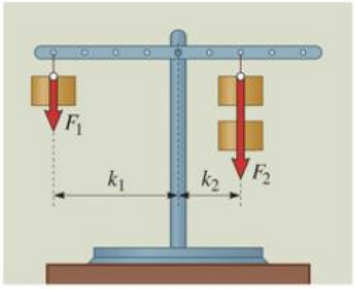
Egy – a közepén vízszintes helyzetű forgástengellyel rendelkező – rúddal megvizsgálható, hogyan befolyásolja a forgató hatást az erő és az erőkar nagysága.

A rúd egyik oldalán levő F_1 súlyú nehezék forgató hatása változatlan k_1 erőkar esetében állandó. Ez a forgató hatás a rúd másik oldalát érő különböző nagyságú erőhatásokkal úgy egyenlíthető ki, ha azok erőkarjai is különbözők. Megfigyelhető, hogy a rúd csak akkor van egyensúlyban, ha a két oldalhoz tartozó $F \cdot k$ szorzatok nagysága egyenlő. (A mellékelt táblázat egy ilyen méréssor eredményeit tartalmazza.)

Mérés alapján felismerhető, hogy: **egyenlő nagyságú forgató hatásoknál az erő és az erőkar szorzata egyenlő.** A forgató hatás nagysága az $F \cdot k$ szorzattal jellemezhető. Ezt a mennyiséget **forgatónyomatéknak** nevezzük és M-mel jelöljük.



67.1. *Miért van a mérleghinta egyensúlyban annak ellenére, hogy az egyik gyerek nehezebb, mint a másik?*



67.2. Az F_1 erőkarja k_1, az F_2-é k_2.



67.3. Ha az egyik erőkar négyszerese a másiknak, akkor az egyensúlyt negyedakkora erővel tudjuk biztosítani.

F_1 (N)	k_1 (m)	$M_1 = F_1 \cdot k_1$ (N·m)	F_2 (N)	k_2 (m)	$M_2 = F_2 \cdot k_2$ (N·m)
4	0,04	0,16	1	0,16	0,16
			2	0,08	0,16
			4	0,04	0,16

$$M = F \cdot k$$

Forgatónyomaték = erő · erőkar.



68.1. Egyensúly esetén $M_1 = M_2$.

A **forgatónyomaték** mértékegysége az erő és az erőkar mértékegységének szorzata:

N · m.

Egyensúly esetén az ellentétes irányba forgató két erő forgatónyomatéka egyenlő nagyságú.

$$F_1 \cdot k_1 = F_2 \cdot k_2$$

$$M_1 = M_2$$

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Milyen feltételek mellett van az erőnek forgató hatása?
2. Milyen következménye lehet egy testet érő erőhatásnak?
3. Mit nevezünk erőkarnak?
4. Milyen mennyiséggel jellemezhető a forgató hatás?
5. Hogyan számítható ki a forgatónyomaték? Mi a mértékegysége?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Miért nehéz a kerékpárt irányítani, ha a kormányt a forgástengelyéhez közel fogjuk?
2. *„Azzal a nehéz fát könnyedén forgatja,*
   Mint csekély botocskát, véginél ragadja;
   Hosszan, egyenesen tartja félkezével,
   Mutatván az utat, hol Budára tér el"

   Miért ámult el Laczfi nádor „mind egész hadával", amikor Toldi a vendégoldallal az utat mutatta?
3. Megváltozik-e a forgatónyomaték, ha az erő nagysága változatlan, de iránya változik?
4. Nevezz meg olyan eszközöket, amelyek használatánál fontos szerepe van a forgatónyomatéknak!
5. Mire vonatkozik az egyenlő karú mérlegnél az egyenlő jelző? Hol találkozhatunk nem egyenlő karú mérleggel?
6. Egykor a batyut egy vállra vetett bot végére erősítve vitték. Mekkora erővel lehetne a botot egyensúlyban tartani, ha a vállunktól kétszer távolabb fognánk azt, mint amennyire a batyu a vállunktól van?

OLDJUNK MEG FELADATOKAT!

1. Mekkora a 2 N nagyságú erő forgatónyomatéka, ha hatásvonalának a forgástengelytől mért távolsága 1 m?

$F = 2\ \text{N}$
$k = 1\ \text{m}$
$M = ?$

$M = F \cdot k$
$\boldsymbol{M = 2\ \text{N} \cdot 1\ \text{m} = 2\ \text{Nm}}$

2. Egy 4 N nagyságú erő forgatónyomatéka 2 Nm. Mekkora az erőkar?

$F = 4\ \text{N}$
$M = 2\ \text{Nm}$
$k = ?$

$M = F \cdot k \quad \Rightarrow \quad k = \frac{M}{F} = \frac{2\ \text{Nm}}{4\ \text{N}} = \mathbf{0{,}5\ m}$

3. Mekkora erőnek 6 Nm a forgatónyomatéka, ha az erőkarja 0,25 m?

$M = 6\ \text{Nm}$
$k = 0{,}25\ \text{m}$
$F = ?$

$M = F \cdot k \quad \Rightarrow \quad F = \frac{M}{k} = \frac{6\ \text{Nm}}{0{,}25\ \text{m}} = \mathbf{24\ N}$

4. Mekkora az a legkisebb erő, amellyel egyensúlyban lehet tartani azt a mérleghintát, amelynek egyik oldalán a forgástengelytől 1 m távolságra egy 400 N súlyú gyerek ül, és a hinta másik oldala 2 m hosszú?

$F_1 = 400\ \text{N}$
$k_1 = 1\ \text{m}$
$k_{2\max} = 2\ \text{m}$
$F_2 = ?$

$M_1 = M_2 \quad \Rightarrow \quad F_1 \cdot k_1 = F_2 \cdot k_{2\max} \quad \Rightarrow \quad F_2 = F_1 \cdot \frac{k_1}{k_{2\max}}$

$\boldsymbol{F = 400\ \text{N} \cdot \frac{1\ \text{m}}{2\ \text{m}} = 200\ \text{N}}$

SZÁMÍTSD KI!

1. Mekkora a 2 N nagyságú erő forgatónyomatéka, ha a hatásvonalának a forgástengelytől mért távolsága 25 cm?

2. Számítsd ki a táblázat hiányzó adatait!

F	k	M
5 N	1 m	
5 N		20 Nm
	0,2 m	1 Nm
2 N	3 m	

3. Egy mérleghinta egyensúlyban van. Számítsd ki a vele kapcsolatos hiányzó adatokat!

F_1	k_1	M_1	F_2	k_2	M_2
2 N	0,5 m		1 N		
	0,5 m			0,5 m	2 Nm
	1 m	4 Nm		2 m	

KERESD A MEGOLDÁST!

Az orr-, illetve szemcseppet tartalmazó üvegcsére ráírják, hogy hány milliliter folyadék fér bele. Hogyan határoznád meg egy ilyen üres üveg segítségével egy csepp víz tömegét, térfogatát és súlyát? Milyen tényezők befolyásolhatják a mérésed pontosságát?

1. Az orrcseppes üvegre ráírják, hogy a benne lévő folyadék térfogata 10 ml. Tudjuk, hogy 1 liter (azaz 1 dm^3) = 1000 ml, és mivel 1 liter víz tömege 1 kg = 1000 g, ezért az orrcseppes üvegben lévő víz tömege 10 g.

   A tele lévő orrcseppes üvegből nagyon sok, valószínűleg 100-nál is több cseppet tudunk kicsepegtetni.

   Feltevés: Egy csepp víz tömege valószínűleg kevesebb lesz, mint 0,1 gramm.

2. Mivel egy csepp víz tömege, térfogata és súlya igen kicsi, ezért sok csepp együttes térfogatát célszerű meghatározni, és ebből következtetni egy csepp adataira.
   - Olvassuk le a vízmennyiség térfogatát az edénykéről (V_v)!
   - Csepegtessük el a V_v térfogatú vizet, és számoljuk meg a cseppek számát (n)!
   - A V_v értékét elosztva a cseppek n számával, megkapjuk egy csepp víz térfogatát (V_{cs}).
   - Ahány milliliter a vízcsepp térfogata, annyi gramm a tömege (m_{cs}).
   - Egy csepp víz súlyát megkapjuk, ha a csepp kilogrammban megadott tömegét 9,81-dal megszorozzuk.

   A mérés elvégzéséhez szükséges eszközök:
   - orr- vagy szemcseppentős edényke, víz;
   - egy üres pohár.

3. Mérésünkhöz 10 ml-es műanyag orrcseppes üveget használunk.

   Mérési eredmények:
   - A víz térfogata: $V_v = 10\ \text{ml} = 10\ \text{cm}^3$.
   - A 10 cm^3 vízből keletkezett cseppek száma: $n = 225$.

   Ezek alapján:

   egy csepp víz térfogata: $V_{cs} = \frac{V_v}{n} = \frac{10\ \text{cm}^3}{225} = 0{,}044\ \text{cm}^3$,

   egy csepp víz tömege: $m_{cs} = 0{,}044\ \text{g} = 0{,}000\,044\ \text{kg}$,

   egy csepp víz súlya: $F_{s,cs} = 0{,}000\,044 \cdot 9{,}81 = 0{,}000\,436\ \text{N}$.

4. Az előzetes becslés során azt feltételeztük, hogy ha több mint 100 cseppet tudunk az edényből kicsepegtetni, akkor egy csepp víz tömege kevesebb, mint 0,1 gramm. A mérési eredményünk: 225 csepp és $m_{cs} = 0{,}044$ g ennek megfelelő.

Mérésünk pontosságát az alábbi tényezők befolyásolhatták:

- Az orvosságos üvegeket kicsit nagyobb térfogatúra gyártják, mint a beletöltött folyadék térfogata. Így ha teletöltjük, akkor lehetséges, hogy a víz térfogata több, mint 10 cm^3. Ez elkerülhető, ha a cseppentős edénykébe pontos térfogatmérő eszközzel (pl. a kémiaórákon használt bürettával) mérjük bele a 10 cm^3 vizet.
- Hibát vethetünk a cseppek számlálásakor is. Ezért célszerű többször megszámlálni, hogy a 10 cm^3 vízből hány cseppet tudunk lecsepegtetni, ezután pedig ezen értékek átlagával számolni.
- A végeredmény pontosságát befolyásolhatja az is, hogy a víz sűrűségének értéke függ a víz hőmérsékletétől.
- A kapott értékek attól is függenek, hogy milyen anyagból van a cseppentő, és mekkora a „szájának" a mérete. (Egy adott cseppentőből közel azonos méretű cseppek cseppennek.)

FELADATOK

1. A hatás–ellenhatás törvényét szeretnénk igazolni, de csak az alábbi eszközök állnak rendelkezésünkre: egy csomag csillagszóró, gyufa, hurkapálcák és cérna. Hogyan lehetséges a bizonyítás, ha semmi más eszközt nem használhatunk?
2. Engedj el egy felfújt, de nem bekötött szájú léggömböt! Mi történik? Magyarázd meg a tapasztaltakat! Keress kapcsolatot a körbeforgó kerti locsoló működése és az elengedett léggömb viselkedése között!
3. Egy rugalmas vonalzó és néhány különböző pénzérme segítségével mutasd meg, hogy a nagyobb tömegű testek sebességét nehezebb megváltoztatni!
4. Rakj egymásra 6–8 db azonos pénzérmét! Egy vonalzó segítségével óvatosan told meg a legalsó pénzdarabot! Mi történik? Ismételd meg a kísérletet úgy, hogy a vonalzó gyors mozgatásával üsd meg a pénzoszlop legalsó darabját! Mi történik most? Mi a magyarázata a tapasztaltaknak?



5. Nézz utána a könyvtárban vagy az interneten, hogy hogyan készítik fel az űrhajósokat a súlytalanság állapotára!
6. Tervezz olyan kísérletet, amellyel kimutatható, hogy a levegőnek is van súlya!
7. Tegyél egy kisméretű üres, zárható papírdoboz, pl. mosóporos doboz aljára néhány nagyobb méretű kavicsot, majd tölts rá lisztet, esetleg homokot! Zárd le a dobozt, és függőleges irányba néhányszor rázd meg! Nyisd ki a doboztetőt, és figyeld meg a kavicsok elhelyezkedését! Keress magyarázatot a tapasztaltakra!
8. Gondolj ki olyan fizikai kísérleteket, amelyekhez gördeszkára is szükség van! Tervezd meg, és mutasd be a kitalált kísérleteket!

ÖSSZEFOGLALÁS

A DINAMIKA ALAPJAI

TEHETETLENSÉG

Minden test nyugalomban marad vagy egyenes pályán egyenletesen mozog mindaddig, míg környezete meg nem változtatja mozgásállapotát. Ez a **tehetetlenség törvénye,** vagy másként Newton I. törvénye.

A testek **tehetetlensége** különböző.

A testek tehetetlenségének mértékét jellemző mennyiség a **tömeg.**

Jele: m.

Mértékegységei: kg; g; t.

$$1\ \text{g} \underset{1000}{<} 1\ \text{kg} \underset{1000}{<} 1\ \text{t}$$

Az anyag egyik jellemző mennyisége a **sűrűség,** amely megmutatja, hogy mennyi az egységnyi térfogatú anyag tömege.

Jele: ϱ.

Kiszámítása: $\varrho = \frac{m}{V}$.

Mértékegységei: $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$; $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

$$1\ \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \underset{1000}{<} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}.$$

ERŐHATÁS

Az **erőhatás** a mozgásállapot-változást eredményező hatás. Az erőhatás nagyságát és irányát megadó mennyiség az **erő.**

Jele: F. Mértékegysége: newton (N).

A legismertebb erőfajták:
– gravitációs erő (F_g);
– mágneses erő (F_m);
– elektromos erő (F_e);
– súly (F_s);
– rugalmas erő (F_r);
– súrlódási erő ($F_{súrl}$);
– közegellenállási erő (F_k).

Egy kölcsönhatásban mindig két erő lép fel (erő–ellenerő). Ezek egyenlő nagyságúak, ellentétes irányúak és egyik az egyik testet, a másik a másik testet éri. Ez **a hatás–ellenhatás törvénye.** (Newton III. törvénye). Az erő és ellenerő nem egyenlítheti ki egymást.

Ha a testet érő erőhatások kiegyenlítik egymást, a test **egyensúly**ban van.

Egy testet érő több erő helyettesíthető egyetlen olyan erővel – az eredő erővel –, amelynek ugyanaz a következménye.

FORGATÓNYOMATÉK

Az erőhatás a testeknek nemcsak a haladó mozgását, hanem **a forgását is megváltoztathatja.**

A forgató hatás az erőtől és az erőkar nagyságától függ.

A forgató hatás nagyságát jellemző mennyiség a **forgatónyomaték:** $M = F \cdot k$.

Jele: M. Mértékegysége: Nm.

Egyensúly esetén a két ellentétes irányban forgató erő forgatónyomatéka egyenlő nagyságú: $M_1 = M_2$.

IV. fejezet

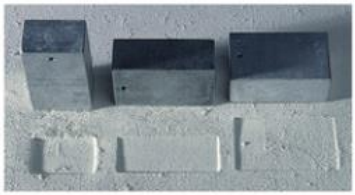


A NYOMÁS

1. A NYOMÁS FOGALMA



74.1. A sítalppal nyomott felület nagyobb.



74.2. Egyenlő nyomóerő, de különböző nyomott felület esetén más a benyomódás mértéke.



74.3. *Melyik gyerek nyomja jobban a földet?*



74.4. *Mire tudsz következtetni a benyomódások mértékéből?*

A TESTEK EGYMÁSHOZ NYOMÓDÁSA

Mély, puha havon a felnőtt jobban besüpped, mint a gyerek, ha viszont sítalpra állnak, nem süllyednek be annyira. A hóban hagyott nyomok mélysége tehát különböző körülmények között különböző lehet.

Amikor a testek egymásra erőhatást gyakorolnak, felületeik egy része egymáshoz nyomódik. Az egymásra erőhatást kifejtő testek érintkező felületeit **nyomott felületeknek** nevezzük.

A nyomott felület jele: A.

Annak az erőnek, amellyel az egyik test nyomja a másikat, **nyomóerő** a neve. A nyomóerő mindig merőleges a nyomott felületre.

A nyomóerő sokféle eredetű lehet, pl.: súly, rugalmas erő, izomerő stb.

A nyomóerő jele: F_{ny}.

Ha egy alumíniumhasábot legnagyobb, majd legkisebb felületű lapjával helyezünk sima lisztfelületre, akkor az a legkisebb oldallapjára állítva süllyed be jobban.

Egyenlő nyomóerőknél minél kisebb a nyomott felület, annál jobban nyomják egymást a testek.

Ha egyenlő alapterületű, de különböző súlyú testeket helyezünk sima lisztfelületre, akkor a legnagyobb súlyú test hagy legmélyebb nyomot a lisztben.

Egyenlő nagyságú nyomott felületek esetén minél nagyobb a nyomóerő, annál jobban nyomják a testek az alátámasztást.

Általában nem lehet ilyen egyszerűen összehasonlítani a testek összenyomódásának mértékét. Két-két egymáshoz nyomódó testnél ugyanis legtöbbször sem a nyomóerő, sem a nyomott felület nem egyenlő nagyságú. Ilyenkor a testek egymáshoz nyomódását az egységnyi felületre jutó nyomóerők segítségével hasonlítjuk össze.

Azt a fizikai mennyiséget, amely megmutatja, hogy mekkora az egységnyi felületre jutó nyomóerő, nyomásnak nevezzük.

A nyomás jele: p.

A nyomást a nyomóerő és a nyomott felület hányadosával számolhatjuk ki.

$$\text{nyomás} = \frac{\text{nyomóerő}}{\text{nyomott felület}}$$

A nyomás mértékegysége: $\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$, neve: **pascal**.

$$1\ \text{Pa} = 1\ \frac{\text{N}}{\text{m}^2}; \quad 1000\ \text{Pa} = 1\ \text{kPa}$$

A *presszió* – latin eredetű szó, jelentése: nyomás. Ebből származik a „p” jelölés.

$$p = \frac{F_{\text{ny}}}{A}$$

F	A	p
1 N	1 m^2	1 Pa
2 N	2 m^2	
0,5 N	0,5 m^2	
10 N	10 m^2	

A NYOMÁS NÖVELÉSE ÉS CSÖKKENTÉSE A GYAKORLATBAN

A mindennapi életben gyakran a nyomás növelése, más esetekben a nyomás csökkentése a cél.

A nyomást csökkentjük pl. alátétek, széles kerekek, talpfelületek alkalmazásával. Változatlan nyomóerő esetén, ha a nyomott felületet növeljük, akkor a nyomás csökken.

A teherautók talajra gyakorolt nyomása csökken, ha lerakják a rakomány egy részét. Akkor is csökken tehát a nyomás, ha változatlan nyomott felület mellett csökkentjük a nyomóerőt.

Ha a nyomást növelni akarjuk, akkor vagy a nyomóerőt kell növelni, vagy a nyomott felületet csökkenteni.



75.2. *Blaise Pascal* [ejtsd: blez paszkál] (1623–1662) francia tudósról nevezték el a nyomás mértékegységét.



75.1. *Keressünk példákat arra, hogy a gyakorlatban hogyan csökkentjük a nyomást!*



75.3. *Miért köszörülik a kést?*

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Mit nevezünk nyomott felületnek?
2. Mi a nyomóerő?
3. Mitől függ a nyomás, ha a nyomott felület változatlan?
4. Mitől függ a nyomás, ha a nyomóerő változatlan?
5. Mit mutat meg a nyomás? Mi a jele? Mi a mértékegysége?
6. Hogyan számítható ki a nyomás?
7. Hogyan növelhető és hogyan csökkenthető a nyomás?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Hogyan változik a nyomás egy autó kerekei alatt, ha egy ember helyett négyen ülnek az autóban?
2. Hogyan változik egy állvány talajra gyakorolt nyomása, ha lábai alá deszkalapot tesznek?
3. Melyik lapjára fektetve legkisebb egy tégla által kifejtett nyomás?
4. Miért lehet ugyanazt a húst éles késsel kisebb erővel elvágni, mint életlennel?
5. Mondj példát a nyomás növelésére és csökkentésére!
6. Miért lánctalpas a földmunkagép?
7. Miért szakad be a felnőtt alatt az a jég, amely a gyerek alatt még nem szakad be?
8. A tanulókísérleti készletben három alumíniumhasáb van. Ezek magassága egyenlő, de alapterületük különböző. Hasonlítsd össze a hasábok alátámasztásra kifejtett nyomását, ha különböző nagyságú, illetve ha egyenlő területű oldallapjukon fekszenek!

OLDJUNK MEG FELADATOKAT!

1. Egy kocsi súlya 2000 N. Kerekeinek a talajjal érintkező felülete 100 cm^2. Mekkora nyomást fejt ki a kocsi a talajra?

$$\begin{array}{l} F_s = 2000\ \text{N} \\ A = 100\ \text{cm}^2 = 0{,}01\ \text{m}^2 \\ \hline p = ? \end{array} \qquad \begin{array}{l} F_s = F_{ny} \\ p = \dfrac{F_{ny}}{A} = \dfrac{2000\ \text{N}}{0{,}01\ \text{m}^2} = 200\,000\ \text{Pa} = 200\ \text{kPa} \end{array}$$

A 2000 N súlyú kocsi 200 kPa nyomást fejt ki, ha a kerekek 100 cm^2-es felületén érintkeznek a talajjal.

2. Egy téglarakás nyomása a talajra 20 kPa. A nyomott felület 6000 cm^2. Mennyi a téglarakás súlya?

$A = 6000\ \text{cm}^2 = 0{,}6\ \text{m}^2$
$p = 20\ \text{kPa} = 20\,000\ \text{Pa}$
$F_s = ?;\ F_s = F_{ny}$

$$p = \frac{F_{ny}}{A} \Rightarrow F_{ny} = p \cdot A$$
$$F_{ny} = 20\,000\ \text{Pa} \cdot 0{,}6\ \text{m}^2 = 12\,000\ \text{N}$$
$$\left(\text{Pa} \cdot \text{m}^2 = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \text{m}^2 = \text{N}\right)$$

Ha egy téglarakás 6000 cm^2-es felületen érintkezik a talajjal és 20 kPa a nyomása, akkor a téglák együttes súlya 12 000 N.

3. Egy szeget 10 N erővel nyomunk egy falaphoz úgy, hogy a hegye alatt 10 000 kPa a nyomás. Mekkora a nyomott felület?

$F_{ny} = 10\ \text{N}$
$p = 10\,000\ \text{kPa} = 10\,000\,000\ \text{Pa}$
$A = ?$

$$p = \frac{F_{ny}}{A} \Rightarrow A = \frac{F_{ny}}{p} = \frac{10\ \text{N}}{10\,000\,000\ \text{Pa}} =$$
$$= \frac{10\ \text{N}}{10\,000\,000\ \frac{\text{N}}{\text{m}^2}} = 0{,}000\,001\ \text{m}^2 = 1\ \text{mm}^2$$
$$\left(\frac{\text{N}}{\text{Pa}} = \frac{\text{N}}{\frac{\text{N}}{\text{m}^2}} = \text{N} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{N}} = \text{m}^2\right)$$

Ha a 10 N erővel nyomott szeg hegye 10 000 kPa nyomást fejt ki, akkor a szeg hegye 1 mm^2-es felületen érintkezik a fával.

SZÁMÍTSD KI!

1. Egy 20 000 N súlyú téglarakás 2 m^2 területen nyomja a földet. Mekkora a téglarakás által a talajra kifejtett nyomás?

2. Mekkora nyomást fejt ki egy gyerek a jégre, ha egy lábon egyenletesen siklik, a súlya 400 N, és a korcsolyája 10 cm^2-es felületen érintkezik a jéggel? Hogyan változik a nyomás, ha egy helyett két élen siklik? (A két korcsolya egyforma.)

3. Egy ember sítalpon áll a hóban. A súlya 700 N, egy síléc talpának 0,2 m^2 a felülete. Mekkora a sítalpak alatt a nyomás, ha az ember két sílécen siklik?

4. Egy vízszintes úton haladó vontató kerekei alatt 60 000 Pa a nyomás, a nyomott felület 0,5 m^2. Mennyi a vontató súlya?

5. Mennyi annak a gyereknek a súlya, aki 300 cm^2-nyi felületen nyomja a talajt, és a nyomása 15 000 Pa?

6. Egy 30 m^2 területű járdát lebetonoztak. A betonréteg nyomása a talajra 3000 Pa. Hányszor fordult az a 3 tonnával terhelhető teherautó, amelyik a betont szállította?

7. Az egymásra rakott vaslemezek együttes súlya 4000 N. A vaslemezek nyomása a padlóra 2000 Pa. Mekkora a legalsó lemez területe?

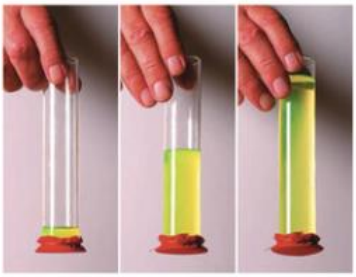
8. Egy szekrény súlya 800 N, nyomása a padlóra 20 000 Pa. Mekkora a szekrény lábainak padlóval érintkező együttes felülete?

9. Egy gép súlya 20 000 N. Mekkora legyen a gép talpfelülete, ha a padlóra kifejtett legnagyobb nyomás 30 000 Pa lehet?

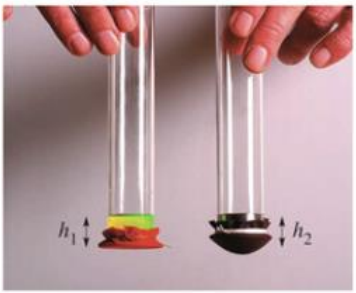
2. A FOLYADÉKOK NYOMÁSA

A *hidro* – görög eredetű szó, szóösszetételek előtagjaként a vízzel való kapcsolatot fejezi ki: vízi, víz-.

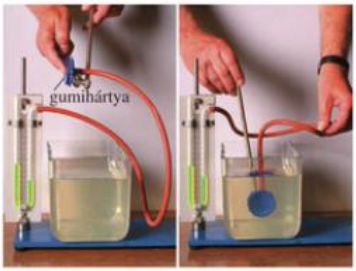
A *statika* – görög-latin eredetű szó, jelentése: nyugalmi állapot.



78.1. *Melyik vízoszlop alatt nyúlik meg jobban a gumihártya? Miért?*



78.2. Ha $h_1 = h_2$, akkor a higany nyomása nagyobb, mint a vízé.



78.3. A legegyszerűbb manométer.

A nyomóerő sokféle eredetű lehet. Igen gyakran a testek súlyából származik, függetlenül attól, hogy szilárd test vagy folyadék nehezedik-e az alatta lévő test felületére.

A folyadék súlyából származó nyomást **hidrosztatikai nyomásnak** nevezzük.

A hidrosztatikai nyomásnak az az oka, hogy a nyugvó folyadék minden rétege nyomja az alatta lévő folyadékréteget.

Ha egy búvár egyre mélyebbre merül a tengerbe, egyre nagyobb hidrosztatikai nyomást észlel.

Üvegcső egyik végét zárjuk le gumihártyával. Töltsünk a csőbe egyre több vizet. Megfigyelhető, hogy a vízoszlop magasságának növelésével a gumihártya megnyúlása egyre nagyobb.

Ugyanazon folyadék hidrosztatikai nyomása annál nagyobb, minél nagyobb a folyadékoszlop magassága.

Töltsünk az előbbi üvegcsőbe egymást követően azonos magasságig különböző sűrűségű folyadékokat. Hasonlítsuk össze az egyes esetekben a gumihártya alakváltozását. Azt tapasztaljuk, hogy a nagyobb sűrűségű folyadék esetén nagyobb a gumihártya megnyúlása.

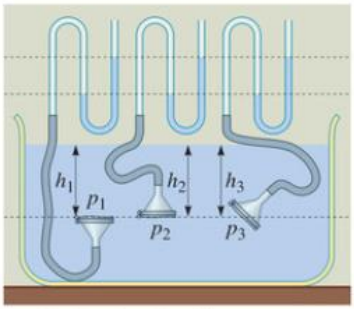
Azonos magasságú, különböző sűrűségű folyadékoszlopok hidrosztatikai nyomása annál nagyobb, minél nagyobb a folyadék sűrűsége.

A tengerbe lemerült búvár azt is érzékeli, hogy a víz nemcsak lefelé, hanem minden irányból nyomja. A védőgátak, zsilipek oldalát is azért erősítik meg, hogy a nagy mennyiségű víz oldalirányú nyomását kibírja.

A hidrosztatikai nyomás **gumihártyás nyomásmérővel** (ún. manométerrel) mérhető.

A legegyszerűbb manométer egy U alakú cső, amelynek egyik vége gumicsővel csatlakozik egy rugalmas gumihártyával lezárt tölcsérhez. Ha a tölcsért a folyadékba merítjük, az U alakú csőben lévő folyadék szintkülönbsége alapján a hidrosztatikai nyomások összehasonlíthatók.

Ha a manométer vízbe merített gumihártyáját ugyanabban a mélységben különböző irányokba fordítjuk, meghatározhatjuk pl. az oldalnyomás, a fenéknyomás és a felfelé ható nyomás nagyságát.



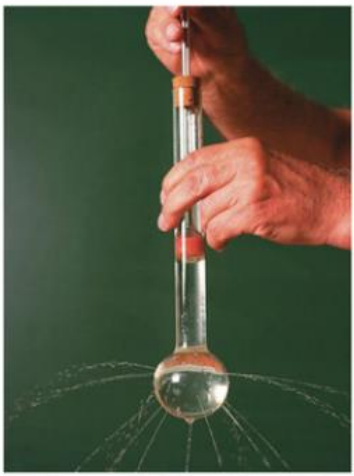
79.1. Ha $h_1 = h_2 = h_3$, akkor $p_1 = p_2 = p_3$.

Kísérlettel megállapítható, hogy:

A hidrosztatikai nyomás egy adott folyadékban ugyanolyan mélységben minden irányban egyenlő nagyságú.

A hidrosztatikai nyomás nagysága nemcsak méréssel, hanem számolással is meghatározható, ha ismerjük az egységnyi felületre nehezedő folyadék nyomását.

Vízibuzogány dugattyúját befelé mozgatva az edény minden nyílásán egyenlő erősséggel lövell ki a víz. A dugattyú nyomó hatását a víz részecskéi továbbítják. A folyadék belsejében tehát külső erőhatással is létrehozhatunk nyomást. Ez a külső nyomás a folyadék belsejében mindenhol ugyanolyan mértékben észlelhető.



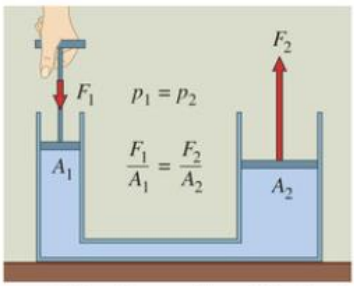
79.2. *Hogyan működik a vízibuzogány?*

Nyugvó folyadék adott pontjában a nyomás nagysága a külső nyomástól és a hidrosztatikai nyomástól függ. Nyugvó folyadékban **a külső nyomás a folyadék belsejében mindenhol ugyanannyival növeli meg az ott levő hidrosztatikai nyomást. Ez Pascal törvénye.**

Ezen alapul pl. a hidraulikus emelő és a gépkocsik fékberendezésének működése is.

A hidraulikus emelő két különböző átmérőjű, folyadékkal töltött hengerből áll, amelyeket egy-egy dugattyú zár le. A kisebb henger dugattyújára kifejtett erő által a folyadékban létrehozott nyomás a másik henger nagyobb felületű dugattyúján ugyanakkora nyomást, tehát nagyobb erőhatást fejt ki.

Hasonló elven alapul a gépkocsik fékrendszerének működése is, ahol a fékpedál nyomását a fékfolyadék a négy féktárcsához továbbítja. Ennek hatására a féktárcsák nekiszorulnak a kerekeknek, és lassítják azok mozgását.



79.3. A hidraulikus emelő modellje. Ha pl. A_2 négyszer akkora, mint A_1, akkor F_2 is négyszer akkora, mint F_1.

FIGYELD MEG!

Bár a „hidro-" előtag a vízre utal, mindenféle nyugvó folyadék súlyából származó nyomást hidrosztatikai nyomásnak szokás nevezni.

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Mi a hidrosztatikai nyomás?
2. Mitől függ a hidrosztatikai nyomás?
3. Függ-e a hidrosztatikai nyomás az azonos mélységben lévő nyomott felületek helyzetétől?
4. Mit mond ki Pascal törvénye?
5. Sorolj fel olyan gyakorlati eszközöket, amelyeknél érvényesül Pascal törvénye!

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Hasonlítsd össze a Balatonban, a fürdőkádban és egy fazékban lévő víz hidrosztatikai nyomását a víz felszínétől mért 10 cm mélységben!
2. Miért építik a folyók gátját alul sokkal szélesebbre, mint felül?
3. A higanyt vagy az alkoholt tartó literes edénynek kell erősebbnek lennie? Milyen falvastagságúnak kell lennie a kisebb alapterületű egyliteres edénynek a nagyobb alapterületűhöz viszonyítva, ha azt higannyal akarjuk megtölteni?
4. Van-e hidrosztatikai nyomás egy szabadon eső edényben lévő folyadékban?

OLDJUNK MEG FELADATOKAT!

Határozzuk meg következtetéssel, hogy mekkora a nyomás a 2 m mély úszómedence fenekén!

Az úszómedence aljának 1 m^2 felületére nehezedő vízoszlop

térfogata: $V = 1\ m^2 \cdot 2\ m = 2\ m^3$,

tömege: $m = 1000\ \frac{kg}{m^3} \cdot 2\ m^3 = 2000\ kg$,

súlya: $F = 20\,000\ N$,

nyomása: $p = 20\,000\ \frac{N}{m^2}$.

SZÁMÍTSD KI!

1. Mekkora a hidrosztatikai nyomás a Tisza vizében 5 m mélységben?
2. Mekkora a 70 cm magas higanyoszlop hidrosztatikai nyomása? $\left(\varrho_{Hg} = 13{,}6\ \frac{g}{cm^3}\right)$
3. Egy úszómedence méretei: 25 m × 12 m × 2 m. Mekkora a medence alján a víz nyomása, ha a medencében 1,6 m magasan áll a víz?
4. Mekkora a víz nyomása a tengeralattjáró ajtaján, ha 100 m mélyen van a felszín alatt, s a tengervíz sűrűsége $1030\ \frac{kg}{m^3}$?
5. Egy 4 m magas és 2 m átmérőjű, henger alakú tartályt háromnegyed részéig töltünk meg vízzel. Mekkora a nyomás és a nyomóerő az edény alján?

3. A GÁZOK NYOMÁSA

A LÉGNYOMÁS

Ha egy felfújt futball-labdából kiengedjük a levegő egy részét, a labda tömege kisebb lesz. Ez azt bizonyítja, hogy a levegőnek van tömege, és így súlya is. Ezért a levegő a benne levő minden testre nyomást gyakorol. Ez a nyomás a **légnyomás,** amely a levegő súlyából származik.

A hidrosztatikai nyomáshoz hasonlóan a légnyomás is minden irányban tapasztalható.

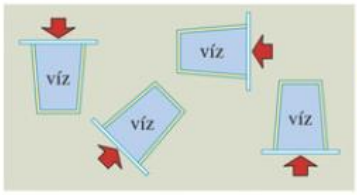
A levegő nyomását *Torricelli* [ejtsd: toricselli] olasz tudós mérte meg először.

Egy 1 m hosszú, egyik végén zárt üvegcsövet teletöltött higannyal, azután a cső nyitott végét befogva, nyílásával lefelé higanyba állította. A nyílás szabaddá tétele után a csőből a higany egy része kiömlött, de 76 cm magas higanyoszlop benne maradt. A csőben maradt higanyoszlop hidrosztatikai nyomásával a szabad higanyfelszínt érő légnyomás tart egyensúlyt.

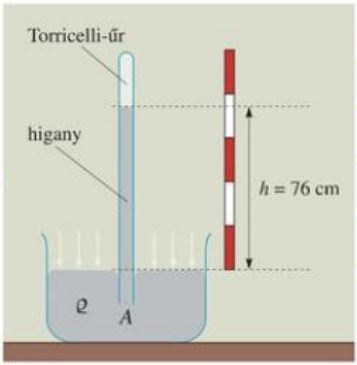
A légköri nyomás átlagos értéke a tengerszint magasságában a 76 cm magas higanyoszlop nyomásával egyenlő. Értéke közelítőleg **100 kPa.**

A légnyomást **barométerrel** mérhetjük. A barométerek egyik fajtája a higanyos barométer, működésének alapja a Torricelli-kísérlet.

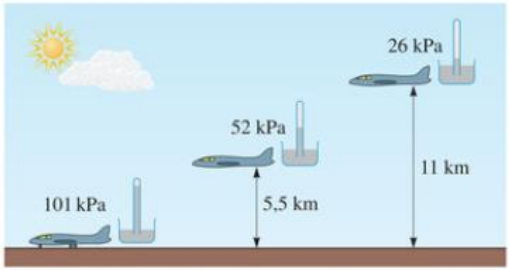
A tengerszint feletti magasság növekedésével a légnyomás nagysága csökken. Ennek az oka, hogy a légtérben fölfelé haladva a levegőoszlop magassága és átlagsűrűsége is egyre kisebb lesz.



81.1. *Miért nem esik le a papírlap a vízzel telt pohár szájáról?*



81.2. *Nézz utána, mit neveznek Torricelli-űrnek!*



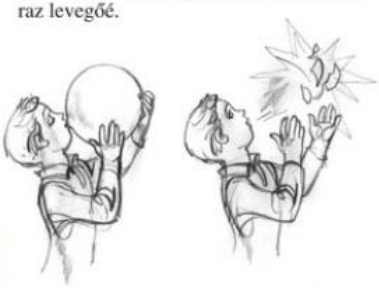
81.4. *Miért kisebb a légnyomás a magasban, mint a Föld felszínén?*



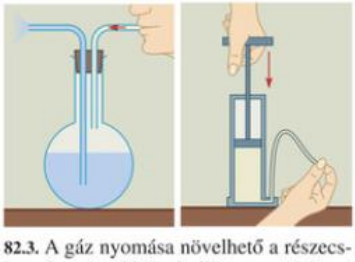
81.3. *Evangelista Torricelli* olasz fizikus (1608–1647).



82.1. A felhő sűrűsége kisebb, mint a száraz levegőé.



82.2. A megnövekedett nyomás szétpukkaszthatja a léggömböt.



82.3. A gáz nyomása növelhető a részecskeszám növelésével, illetve a térfogat csökkentésével.



82.4. A cseppentő is nyomáskülönbségen alapuló eszköz.

A légnyomás a levegő páratartalmától is függ. A páratartalom növekedésével a légnyomás csökken. A légnyomás csökkenéséből arra lehet következtetni, hogy esős idő várható.

A nagyobb páratartalmú levegőnek kisebb a sűrűsége, mint a száraz levegőnek, amit az is bizonyít, hogy a felhők magasan lebegnek.

A sűrűség csökkenésének oka az, hogy egy adott térfogatban a levegő egy részének helyét vízgőz foglalja el. Mivel a vízrészecske (H_2O) tömege kisebb, mint a levegő alkotórészeié (pl. O_2; N_2), ezért csökken az átlagsűrűség.

Az átlagostól lényegesen eltérő légnyomás – főleg, ha a változás gyorsan megy végbe – káros az emberi szervezetre.

A ZÁRT TÉRBEN LEVŐ GÁZOK NYOMÁSA

A gázoknak nem csak a súlyuk miatt lehet nyomásuk. A labdában vagy a gázpalackban lévő gázrészecskék rendezetlenül mozognak. Mozgásuk közben ütköznek egymással és az edény falával.

Ütközéskor a részecskék erőhatást gyakorolnak az edény falára. Egy-egy részecske ütközése a falra gyenge ugyan, de mivel a gázban nagyon sok részecske van, a falat érő ütések száma nagyon nagy. A részecskék nagyszámú ütése a falat szakadatlanul, mindenütt egyformán éri. Az ütések együttesen állandó nyomóerőt jelentenek a fal minden részére.

Zárt térben a gázok nyomása annál nagyobb, minél több részecske ütközik másodpercenként az edény falához.

Zárt edényben a gáz nyomását úgy növelhetjük, hogy állandó térfogatú tartály esetén növeljük a részecskék számát (pl. autótömlő felpumpálása), vagy csökkentjük a gáz térfogatát, miközben a gázrészecskék száma állandó (pl. kerékpárpumpában a dugattyú lenyomásakor).

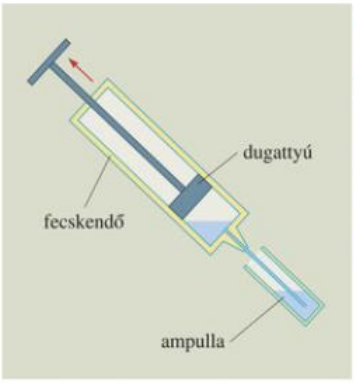
Növelhető a gáz nyomása a hőmérséklet emelésével is. Ilyenkor élénkül a részecskék mozgása, ezért többször és erősebben ütköznek az edény falának.

NYOMÁSKÜLÖNBSÉGEN ALAPULÓ ESZKÖZÖK

Gyakran alkalmazunk olyan eszközöket, melyeknek működése nyomáskülönbségen alapul. Ezeknél a légköri nyomáshoz képest csökkentjük vagy növeljük az eszköz zárt terében a nyomást.

Az injekciós fecskendő működtetésekor például nyomáscsökkenést hozunk létre úgy, hogy a dugattyú felhúzásával megnöveljük a zárt térfogatot. Ilyenkor a nagyobb külső nyomás a kisebb nyomású helyre nyomja a folyadékot. A pipetta vagy a lopó használatakor úgy csökkentjük a nyomást, hogy szívással eltávolítjuk a bennük lévő gáz egy részét.

A kerékpárpumpa vagy a szódásüveg működésének alapja a belső nyomás növelése. A pumpánál a térfogat csökkentésével, a szódásüvegnél a gázrészecskék számának növelésével érünk el nyomásnövekedést.



83.1. *Miért áramlik be a folyadék a fecskendőbe a dugattyú felhúzásakor?*

KÍSÉRLETEZZ!

1. Használj szívószálat pipettának!
2. Figyeld meg a „szemcseppentő" működését!

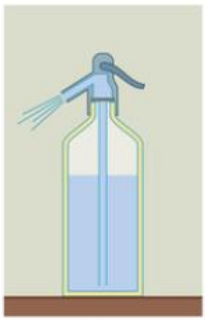
ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Mit nevezünk légnyomásnak?
2. Mitől függ a légnyomás nagysága?
3. Mekkora a légnyomás átlagos értéke a tengerszint magasságában?
4. Miért van nyomása a zárt térben lévő, elhanyagolható súlyú gáznak?
5. Hogyan lehet növelni a zárt térben lévő gáz nyomását?
6. Hogyan lehet csökkenteni a zárt térben levő gáz nyomását?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

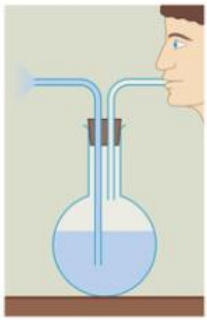
1. A hegy lábánál vagy a hegytetőn nagyobb a légnyomás? Miért?
2. Mi a hasonlóság és mi a különbség a légnyomás és a hidrosztatikai nyomás között?
3. Miért nem sűrűsödik a levegő a gravitációs mező hatására a Föld felszínén vékony réteggé?
4. Miért nő a gáz nyomása sűrítéskor?

5. Miért „keményedik meg" a kerékpár gumija, ha erős napsugárzás éri?
6. Miért tárolják a sűrített gázt acélpalackban?
7. A légszivattyú burája alá egy lazán felfújt és bekötött léggömböt tettek. A bura alól kiszivattyúzták a levegőt. A léggömb erősen megfeszült. Miért?
8. Figyeld meg a rajzokat, és magyarázd meg a következő eszközök működését!


szódásüveg


szemcseppentő

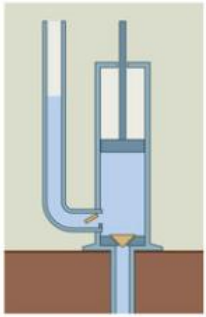

lopó

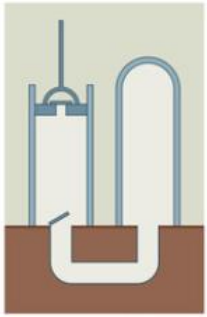

fecskendőüveg

3D


pipetta


szívókút


nyomókút


dugattyús légritkító

9. A fenti eszközök közül melyek működnek a belső nyomás csökkentésével! Nevezd meg őket!
10. Nevezz meg a belső nyomás növelésével működő eszközöket!
11. Van-e olyan eszköz, amely az előbbieknek megfelelően mindkét csoportba besorolható?

4. KÖZLEKEDŐEDÉNYEK, HAJSZÁLCSÖVEK

KÖZLEKEDŐEDÉNYEK

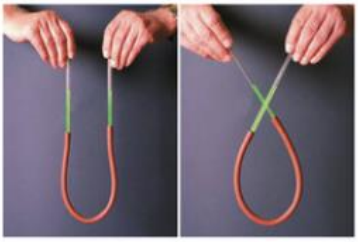
A teáskanna vagy a locsoló olyan edény, amelynek alján a folyadék szabadon áramolhat a kiöntőcsőbe és vissza.

Azokat a felül nyitott edényeket, amelyeknek „szárai" úgy vannak alul összekötve, hogy egyikből a másikba a folyadék szabadon áramolhat, **közlekedőedényeknek** nevezzük. A legegyszerűbb közlekedőedény az U alakú cső.



85.1. A teáskanna közlekedőedény.

Közlekedőedényben a folyadék arra áramlik, ahol ugyanabban a vízszintes síkban kisebb a hidrosztatikai nyomás. Tartós nyugalom esetén ugyanabban a vízszintes síkban nincs nyomáskülönbség. Ilyenkor **a közlekedőedény minden szárában a nyugvó folyadék felszíne ugyanabban a vízszintes síkban van.**



852. A közlekedőedényekben a nyugvó folyadék felszíne minden ágban ugyanabban a magasságban van.

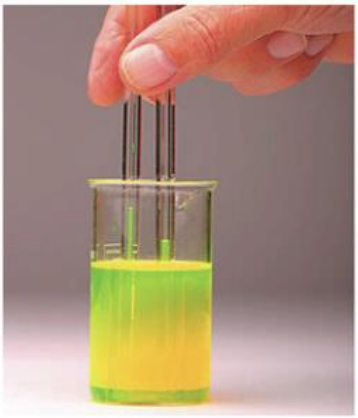
A mindennapi életben sok helyen találkozunk közlekedőedényekkel, például közlekedőedényt alkot a települések vízvezetékrendszere. Amilyen magasan van a víz a víztoronyban, olyan magasra jut fel a házak csőrendszerében is. A duzzasztóművek hajóátemelő zsiliprendszere is a közlekedőedények elvén működik.

A patakok, folyók, tavak, föld alatti víztárolók egy, a természet alkotta közlekedőedény-rendszer részei.

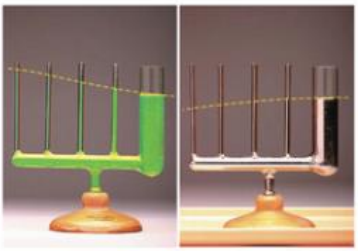
A patakok, folyók szennyezése ebben a közlekedőedény-rendszerben előbb-utóbb a talajvizekhez is eljut, szennyezve ezzel az élővilág fenntartásához nélkülözhetetlen tiszta vízforrásokat.

HAJSZÁLCSÖVEK

A kis belső átmérőjű csöveket **hajszálcsöveknek** nevezzük. **Ha egy közlekedőedény ágai között hajszálcsövek is vannak, a folyadékfelszínek nem ugyanabban a vízszintes síkban helyezkednek el.** Ezt a jelenséget hajszálcsövességnek nevezzük. Megfigyelhető, hogy pl. az üveg hajszálcsövekben annál magasabbra emelkedik a vízfelszín, minél kisebb a cső belső átmérője. A higanyfelszín viszont



85.3. A különböző keresztmetszetű hajszálcsövekben különböző magasságban helyezkedik el a folyadék felszíne.



86.1. Minél vékonyabb az üveg hajszálcső, annál magasabban van benne a víz felszíne, és annál alacsonyabban a higanyé.



86.2. *Miért szívódik fel a folyadék a kockacukorban vagy a téglafalban?*

annál alacsonyabbra süllyed, minél vékonyabb a cső. Ennek oka az, hogy nemcsak az azonos, hanem a különféle anyag részecskéi között is van vonzóerő:

– Ha a folyadék részecskéi között kisebb a vonzóerő, mint a folyadék és a hajszálcső részecskéi között, akkor a folyadék a hajszálcsőben felemelkedik.

– Ha a vonzóerő a folyadék részecskéi között nagyobb, mint a folyadék és a hajszálcső részecskéi között, akkor a folyadék alacsonyabban marad.

A hajszálcsövesség jelensége alapján magyarázható, hogy a szivacsba, itatóspapírba, lámpabélbe, kockacukorba „felszívódik" a folyadék, vagy hogy a föld mélyebb rétegeiből a talajvíz eljut a termőrétegekbe is.

Házak falának vizesedésekor a talaj nedvessége a fal anyagának hajszálcsövein szivárog fel. Ilyenkor szigeteléssel zárják el a hajszálcsöveket.

A termőföld felszínén kapálással szüntetik meg a hajszálcsöveket. Így akadályozzák meg, hogy a talaj kiszáradjon.

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Mit nevezünk közlekedőedénynek?
2. Mikor marad tartósan nyugalomban a közlekedőedényben a folyadék?
3. Tartós nyugalom esetén hogyan helyezkednek el a vízfelszínek a közlekedőedényben?
4. Mit nevezünk hajszálcsőnek?
5. Hogyan helyezkednek el a folyadékfelszínek a hajszálcsövet is tartalmazó közlekedőedényben?
6. Milyen jelenséget nevezünk hajszálcsövességnek?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

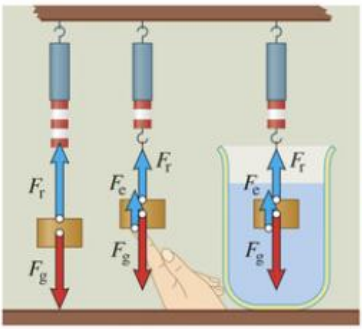
1. Miért a felső emeleteken tapasztalható először vízhiány?
2. Az ugyanúgy kinyitott vízcsapból azonos erősséggel jön-e ki a víz az emeleten és a földszinten? Miért?
4. Miért nem lehet zsíros papírra tintával írni?
5. Miért fut szét a tinta az újságpapíron?
6. Miért fektetnek kátrányréteget a házak alapozása után a legalsó téglasor alá?
7. Hogyan lehet védekezni a termőtalaj kiszáradása ellen?

5. A FELHAJTÓERŐ. ARKHIMÉDÉSZ TÖRVÉNYE

Egy rugóra akasztott test nyugalomban van, mert a gravitációs erőt a rugalmas erő kiegyenlíti.

Ha a rugós erőmérőre akasztott testet alulról megemeljük, akkor a rugós erőmérő a test súlyánál kisebb erőt jelez. Ekkor a változatlan nagyságú gravitációs erőt a kisebb rugalmas erő és az izomerő együttesen egyenlíti ki.

Megfigyelhető, hogy a rugalmas erő akkor is kisebb lesz, ha a rugón levő testet vízbe süllyesztjük.



87.1. A gravitációs erőt a rugalmas erő és az emelőerő együttesen egyenlíti ki.

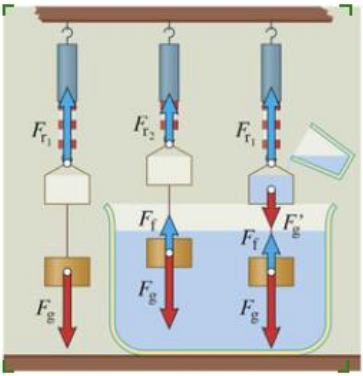
A kísérletből arra következtetünk, hogy:

A folyadék a benne lévő testre felfelé irányuló erővel hat. Ezt az erőt felhajtóerőnek nevezzük.

A felhajtóerő létezését Arkhimédész görög természettudós fedezte fel. A felhajtóerő a hidrosztatikai nyomásból származtatható.

Vizsgáljuk meg, mekkora ennek a felhajtóerőnek a nagysága! Ha az úgynevezett arkhimédészi hengerpár alsó, tömör részét fokozatosan vízbe merítjük, az erőmérő egyre kisebb erőt jelez. A tartóerő ugyanis a hengerpárra ható gravitációs erő és a felhajtóerő különbsége.

Amikor az alsó henger teljesen vízbe merül és a felső, üres hengert teletöltjük vízzel, az erőmérő ugyanakkora erőt jelez, mint amikor mindkét henger a levegőben volt. Ilyenkor a hengerbe öntött víz súlya kiegyenlíti a felhajtóerőt. Tehát a testre ható felhajtóerő egyenlő nagyságú az üres hengerbe öntött víz súlyával, vagyis a test által kiszorított víz súlyával.



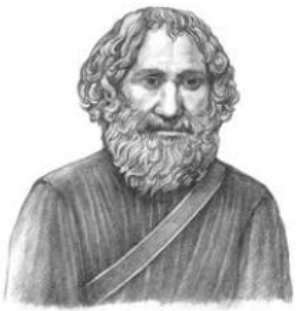
87.2. A víz által kifejtett felhajtóerő egyenlő a hengerbe töltött víz súlyával.

Megállapítható, hogy felhajtóerő nemcsak a folyadékba, hanem a gázba merülő testre is hat.

Minden folyadékba vagy gázba merülő testre felhajtóerő hat. A felhajtóerő egyenlő nagyságú a test által kiszorított folyadék vagy gáz súlyával. Ez Arkhimédész törvénye.

A felhajtóerő nagyságát a kiszorított folyadék térfogatának és sűrűségének ismeretében ki is számolhatjuk.

Az ókori elbeszélések szerint Szirakuza királya aranyat adott az ötvösöknek, hogy készítsenek belőle koronát. Az ötvösök azonban becsapták a királyt, az arany egy részét ezüstre cserélték. Nézz utána, hogy leplezték le a csalást!



87.3. *Arkhimédész* görög természettudós (i.e. 287–212).

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Mit nevezünk felhajtóerőnek? Mitől függ a felhajtóerő nagysága?
2. Milyen kísérletsor alapján ismertük fel Arkhimédész törvényét?
3. Mit mond ki Arkhimédész törvénye?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Egy test ugyanazon folyadékba először félig merül, majd teljesen. Hasonlítsd össze a testre ható felhajtóerőket! Melyik esetben kell nagyobb erővel tartani a testet? Miért?
2. Egy test először olajban, majd vízben merül el teljesen. Melyik folyadékban hat nagyobb felhajtóerő a testre? Miért? Hasonlítsd össze a tartóerőket! Mi a különbség magyarázata?
3. Egyenlő térfogatú tömör vas-, illetve alumíniumtest vízben elmerült. Hasonlítsd össze a testekre ható felhajtóerőket! Függ-e a felhajtóerő a test anyagától?
4. Egyenlő tömegű tömör vas- és alumíniumtestet benzinbe merítünk. Melyikre hat nagyobb felhajtóerő? Indokold!

OLDJUNK MEG FELADATOKAT!

1. Egy acélgerenda súlya 20 000 N. Vízbe merítve a tartóerő 16 000 N. Mekkora felhajtóerő hat a gerendára?

$F_s = 20\,000\ \text{N}$
$F_t = 16\,000\ \text{N}$
$F_g = 20\,000\ \text{N}$
$F_f = ?$

$F_g = F_f + F_t \Rightarrow F_f = F_g - F_t$

$F_f = 20\,000\ \text{N} - 16\,000\ \text{N} = 4000\ \text{N}$

A felhajtóerő úgy számítható ki, hogy a testre ható gravitációs erőből kivonjuk a tartóerőt.

2. Egy 20 dm^3 térfogatú alumíniumtest a vízben elmerül. Mekkora a testre ható felhajtóerő?

$V = 20\ \text{dm}^3 = 20\,000\ \text{cm}^3$ (test)
$\varrho = 1\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
$F_f = ?$

A kiszorított folyadék térfogata: $V = 20\,000\ \text{cm}^3$.
A kiszorított folyadék tömege: $m = \varrho \cdot V = 20\ \text{kg}$.
A kiszorított folyadék súlya: $F_s = 200\ \text{N}$.
A felhajtóerő: $F_f = F_s = 200\ \text{N}$.

A felhajtóerő meghatározható úgy, hogy kiszámítjuk a kiszorított folyadék tömegét, és abból következtetünk a kiszorított folyadék súlyára, illetve a felhajtóerőre.

SZÁMÍTSD KI!

1. Egy 200 cm^3 térfogatú test vízben elmerül. Mekkora a testre ható felhajtóerő?
2. Alkoholba merítünk 200 cm^3 térfogatú testet. Mekkora a felhajtóerő? Mekkora a felhajtóerő nagysága, ha a test térfogata 400 cm^3?
3. Mekkora erővel tarthatunk víz alatt egy 5 dm^3 térfogatú, 2,5 $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ sűrűségű követ?
4. Egy 10 kg tömegű vastömböt víz alatt tartunk. Mekkora a tartóerő?

6. TESTEK ÚSZÁSA, LEBEGÉSE ÉS ELMERÜLÉSE

A parafa dugó fennmarad a vízen, a vascsavar elsüllyed, a gyertya pedig lebeg benne.

Azt, hogy egy test fenn marad vagy elmerül a folyadékban, a testre ható gravitációs erő és a felhajtóerő egymáshoz viszonyított nagysága határozza meg.

Egy test akkor merül el egy folyadékban, ha a testre ható gravitációs erő nagyobb, mint a felhajtóerő. Ez akkor teljesül, **ha a test sűrűsége nagyobb, mint a folyadék sűrűsége.**

A vízben feloldott só mennyiségének változtatásával elérhető, hogy a beletett tojás nem emelkedik és nem is süllyed, bárhol nyugalomban marad, **lebeg a folyadékban.** Ilyenkor a folyadékban teljesen elmerülő testre ható gravitációs erő egyenlő nagyságú a felhajtóerővel. Ez akkor teljesül, **ha a test sűrűsége egyenlő a folyadék sűrűségével.**

Ha a víz alá nyomott fadarabot elengedjük, felemelkedik a vízben, mert a rá ható felhajtóerő nagyobb, mint a gravitációs erő. Az emelkedés addig tart, míg a felhajtóerő egyenlő nem lesz a gravitációs erővel.

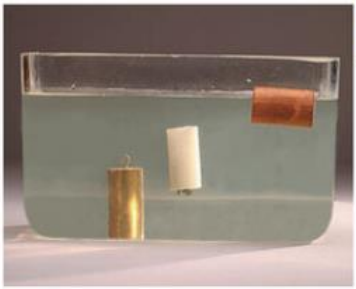
A vízre helyezett fadarab csak részben merül el, azt mondjuk, úszik.

Egy nyugalomban levő tömör test csak akkor úszik egy folyadék felszínén, ha sűrűsége kisebb, mint a folyadék sűrűsége.

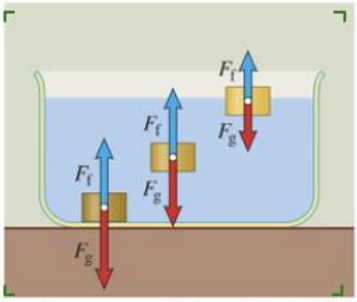
Úszáskor a test a térfogatának csak egy részével merül a folyadékba. A nagyobb sűrűségű folyadékból ugyanis a test térfogatánál kisebb térfogatnyit kell kiszorítani ahhoz, hogy a test egyensúlyban legyen.

A vasból készült hajó azért úszhat a vízen, mert üreges, és így képes annyi vizet kiszorítani, amennyinek a súlya egyenlő a hajóra ható gravitációs erővel. Ilyenkor a hajótest és az üreg átlagos sűrűsége kisebb, mint a víz sűrűsége. A hajó átlagos sűrűségét úgy számíthatjuk ki, hogy a hajó és a rakomány együttes tömegét elosztjuk a hajótest térfogatával.

Ha a hajóra terhet raknak, akkor merülési mélysége nő. A hajó oldalán a „vízvonal" jelzi a megengedett legnagyobb merülési mélységet.



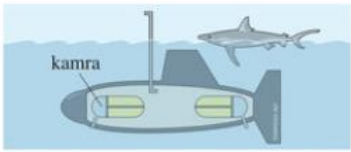
89.1. A fadarab fennmarad a vízen, a réz elsüllyed, a gyertya pedig lebeg benne.



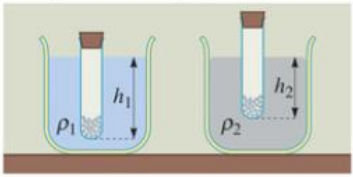
89.2. Ha a test nagyobb sűrűségű, mint a folyadék, akkor elmerül benne. Ha a test és a folyadék sűrűsége egyenlő, a test lebeg. Ha a test sűrűsége kisebb, mint a folyadéké, a test csak részben merül a folyadékba, vagyis úszik.



89.3. Az úszó hajó átlagsűrűsége kisebb a vízénél.



90.1. *Nézz utána, hogyan változtatják a búvárhajó merülési mélységét!*

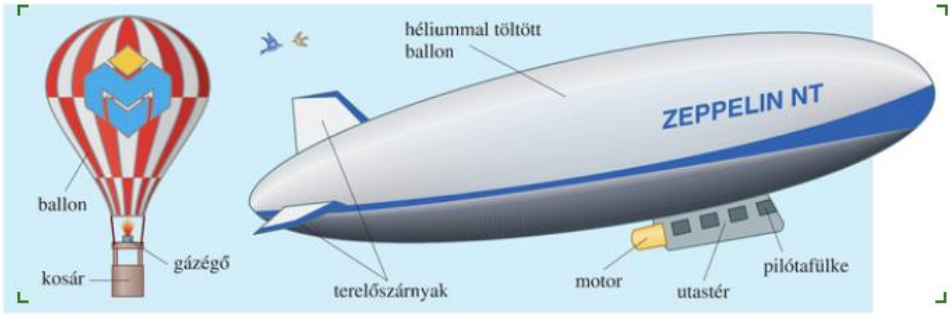


90.2. *Nézz utána, hol használnak úszó sűrűségmérőt!*

A búvárhajó átlagos sűrűsége a kamráiban lévő víz mennyiségével szabályozható. Ily módon a búvárhajó a vízben úszik, lesüllyed vagy lebeg.

A folyadékok sűrűsége úszó sűrűségmérővel mérhető meg. A folyadék sűrűségére a folyadékban úszó sűrűségmérő merülési mélységéből lehet következtetni. A nagyobb sűrűségű folyadékból pl. kisebb térfogatút kell ahhoz „kiszorítani", hogy a folyadék súlya egyenlő legyen a sűrűségmérőre ható gravitációs erővel.

A testekre a levegőben is hat felhajtóerő. Ennek hatására emelkedik a léggömb vagy a léghajó mindaddig, míg olyan légrétegbe nem jut, amelynek sűrűsége megegyezik átlagos sűrűségével. Ebben a légrétegben a léggömb vagy a léghajó lebeg. Ezért olyan gázzal töltik meg őket, hogy az átlagsűrűségük kisebb legyen a földközeli levegő sűrűségénél.



90.3. A léghajó átlagsűrűsége kisebb, mint a levegő sűrűsége.



90.4. A hőlégballon addig emelkedik, míg átlagsűrűsége egyenlő nem lesz a környező levegő sűrűségével.

KÍSÉRLETEZZ!

1. Hajtogass alumíniumfóliából hajót, és helyezd a vízre! Ezután gyűrd össze a hajót úgy, hogy ne maradjon benne levegő! Helyezd ismét a vízre! Mit tapasztalsz és miért?
2. Készíts hurkapálcából úszó sűrűségmérőt a következő módon! Csavarj a pálca végére annyi fémhuzalt, hogy a vízben függőleges helyzetben ússzék! Hogyan döntheted el ezzel az eszközzel két különböző folyadékról, hogy melyiknek nagyobb a sűrűsége?

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. A folyadéknál nagyobb sűrűségű tömör testet a folyadékban elengedjük. Mi történik a testtel?
2. A folyadéknál kisebb sűrűségű testet a folyadék belsejében elengedjük. Mi történik a testtel?
3. Egy test lebeg a folyadékban. Mit tudunk a test sűrűségéről?
4. Hasonlítsd össze a testet érő gravitációs erőt és felhajtóerőt, ha a test a folyadékban úszik, lebeg, illetve elmerül!
5. Mennyire merül bele egy úszó test a folyadékba?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. A vízen 100 g tömegű fadarab úszik. Mekkora a rá ható felhajtóerő? Változik-e a fadarabra ható felhajtóerő, ha higanyon úszik? Melyik folyadékban nagyobb a fadarab merülési mélysége? Milyen irányú erővel tudnánk a fadarabot víz alá nyomni? Hogy számítható ki ennek a nyomóerőnek a nagysága?
2. Egy tengeralattjáró tartályaiból vizet távolítanak el. Változik-e a tengeralattjáróra ható gravitációs erő? Miből következtettél erre? Változik-e a tengeralattjáróra ható felhajtóerő? (Feltételezzük, hogy a tengeralattjáró teljesen a víz alatt van.)
3. Úszik-e a jégdarab a benzinben, illetve a petróleumban?
4. Egy fa- és egy vashordó színültig van töltve vízzel. Elsüllyednek-e, ha vízbe helyezzük őket?
5. Miért süllyed el a vasból készült hajó, ha léket kap?
6. Milyen sorrendben helyezkedik el egy edényben az egymással nem keveredő víz, olaj és higany?
7. Hogyan változik a folyóról a sós vizű tengerre úszó hajó merülése?
8. Hol nehezebb az embernek a víz felszínén tartania magát: a Balatonban vagy az erősen sós vizű Holt-tengerben?
9. Miért emelkedik fel a meleg levegővel töltött hőlégballon?

KERESD A MEGOLDÁST!

A vadász és a kutyája a téli erdőben lesben áll. Melyikük süpped mélyebbre a hóban?

1. Tapasztalatból tudjuk, hogy a frissen esett havon lépkedve vagy állva, talpunk besüpped a hóba. A benyomódás mértéke a felületre gyakorolt nyomástól függ. Ezt pedig a vadász és a kutya súlya és talpfelületük nagysága határozza meg.

   Feltevés: A kutyának kisebb a súlya és négy lábon áll, ezért kisebb nyomást fejt ki a hóra.

2. A kérdés megválaszolásához meg kell határoznunk, hogy az ember ill. a kutya talpa alatt mekkora a nyomás.

$$p = \frac{F_{ny}}{A}$$

   A nyomás kiszámításához tehát tudnunk kell az ember és a kutya súlyát, valamint a hóval érintkező talpfelületük nagyságát.

   Tételezzük fel, hogy a vadász a felszerelésével együtt 90 kg, kutyája pedig 30 kg tömegű.

   A vadász 44-es méretű csizmatalpa 280 cm^2, a kutya talpa 12 cm^2.

3. Jelölje p_v a vadász, p_k a kutya talpa alatti nyomást.

$$p_v = \frac{F_v}{A_v} = \frac{900\ \text{N}}{2 \cdot 0{,}028\ \text{m}^2} \approx 16\,000\ \text{Pa},$$

$$p_k = \frac{F_k}{A_k} = \frac{300\ \text{N}}{4 \cdot 0{,}0012\ \text{m}^2} \approx 62\,500\ \text{Pa}.$$

4. Megállapíthatjuk, hogy feltevésünk hibás volt, a kutya által kifejtett nyomás közel négyszer nagyobb, mint a gazdájáé, ezért mélyebbre süpped a hóban.

   Érdemes a problémát továbbgondolni.

   Vajon járás közben is ugyanekkora nyomást fejtenek ki a hóra?

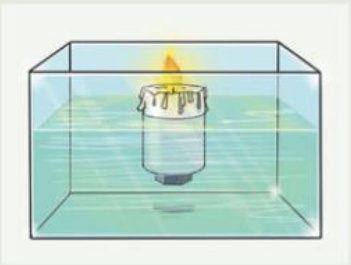




FELADATOK



1. Határozd meg, mekkora talpaid alatt a nyomás!
2. Nézz utána, hogy a gyakorlati életben hol használnak nyomásmérőt!
3. Keress megoldást annak kimutatására, hogy egy folyadékkal telt edény alján nagyobb a hidrosztatikai nyomás, mint a folyadék felszínének közelében!
4. Keress megoldást annak eldöntésére, hogy a papír zsebkendő, papírtörölköző, háztartási törlőkendő, itatóspapír közül melyik a legfinomabb szerkezetű szűrőpapír!
5. Tegyél egy kistányéron egymásra három kockacukrot. Önts a tányérba egy-két milliliter kávét vagy gyümölcslét! Mi történik? Hogyan tudnád elérni, hogy a legfelső kockacukornál ne jöjjön létre ez a jelenség? Mit modellez ez a kísérlet?
6. Önts forró vizet egy műanyag palackba, majd rázogasd meg a palackot, hogy átmelegedjen! Ezután öntsd ki a vizet, és csavard vissza szorosan a palack kupakját! Figyeld meg, mi történik! Keress magyarázatot a jelenségre!
7. Keress az interneten olyan információkat, melyek a légnyomás változására vonatkoznak! Nézz utána, milyen következményei lesznek ezeknek az időjárásban! Végezz Te is megfigyeléseket a légnyomás változásával kapcsolatban!
8. Néhány napra szeretnél elutazni. Keress megoldást a virágaid vízellátátására pár méter laza fonású fonál segítségével!
9. Szúrj egy rövid gyertya aljára egy fémnehezéket (pl. nagyobb csavart)! Merítsd vízbe az ábrán látható módon és gyújtsd meg! Jósold meg, mi történik a lánggal, ha az a vízszint magasságában lesz! Végezd el a kísérletet, és adj magyarázatot a tapasztaltakra!



10. Mutasd be a merülés, az úszás és a lebegés jelenségét, ha rendelkezésedre áll tojás, só és egy nagyobb edényben víz. Mire használják a háziasszonyok ezt az ismeretet?
11. Helyezz néhány szem mazsolát szódavízbe! Figyeld meg, mi történik pár perc elteltével! Keress magyarázatot a jelenségre!
12. Nézz utána könyvtárban vagy interneten, hogy mi a keszonbetegség! Hogyan lehet védekezni ellene?

ÖSSZEFOGLALÁS

A NYOMÁS

Azt a mennyiséget, amely megmutatja, hogy mekkora az egységnyi felületre ható nyomóerő, **nyomásnak** nevezzük. A nyomás jele: p, mértékegysége: $\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$; $1\ \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 1\ \text{Pa}$.

SZILÁRD TESTEK NYOMÁSA

Nyomóerő: az az erő, amelylyel az egyik test nyomja a másikat. A nyomóerő mindig merőleges a nyomott felületre (F_{ny}).

Nyomott felület: az egymásra erőhatást kifejtő testek érintkező felülete (A).

$$p = \frac{F_{ny}}{A}$$

Ha a nyomást változtatni akarjuk, akkor vagy a nyomóerőt, vagy a nyomott felületet kell megváltoztatni.

FOLYADÉKOK NYOMÁSA

A folyadékok súlyából származó nyomást **hidrosztatikai nyomásnak** nevezzük. A hidrosztatikai nyomás függ a folyadék rétegvastagságától és a folyadék sűrűségétől.

A hidrosztatikai nyomás egy adott mélységben minden irányban egyenlő.

A **közlekedőedény** minden ágában a nyugvó folyadék felszíne ugyanabban a vízszintes síkban van, mert ott ugyanakkora a hidrosztatikai nyomás.

GÁZOK NYOMÁSA

Gázoknál megkülönböztetünk súlyból származó és részecskemozgásból, ütközésből származó nyomást.

A levegő súlyából származó nyomást **légnyomásnak** nevezzük, melynek átlagos értéke a tengerszint magasságában 100 kPa.

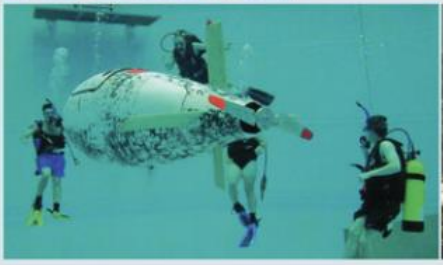
A részecskemozgásból származó **gáznyomás** függ a zárt gáztér térfogatától, a gázrészecskék számától és a hőmérséklettől.



ARKHIMÉDÉSZ TÖRVÉNYE

Minden folyadékba vagy gázba merülő testre felhajtóerő hat (F_f). A felhajtóerő egyenlő nagyságú a test által kiszorított folyadék vagy gáz súlyával.

Egy test a folyadékban vagy gázban:
úszik, ha $\varrho_t < \varrho_f$; lebeg, ha $\varrho_t = \varrho_f$; elmerül, ha $\varrho_t > \varrho_f$.



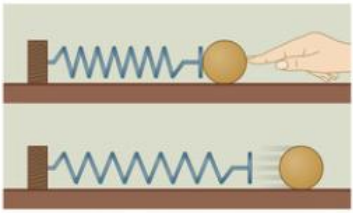


V. fejezet



ENERGIA, ENERGIA-VÁLTOZÁSOK

1. AZ ENERGIA FOGALMA



96.1. A megfeszített rugó képes mozgásba hozni az elé tett golyót.



96.2. Rugalmas golyók ütközésekor mozgásállapotuk megváltozik.



96.3. *Nevezd meg a kép alapján a termikus kölcsönhatás résztvevőit!*

Az *energeia* – görög szó, jelentése: valamilyen tevékenység alapja.

VÁLTOZTATÓKÉPESSÉG ÉS AZ ENERGIA

A laza rugó nem tudja ellökni az elé helyezett golyót. A megfeszített rugó viszont meg tudja változtatni a golyó mozgásállapotát. **A megfeszített rugónak változtatóképessége van.**

Tapasztalatból tudjuk, hogy egy rugónak annál nagyobb a változtatóképessége, minél erősebb, és minél jobban meg van feszítve.

A kalapáccsal ütögetett szeg felmelegszik, és alakja is megváltozik. Az egymásnak ütköző golyók is megváltoztatják egymás sebességét. **A testeknek mozgásuk miatt is van változtatóképességük.**

A mozgó test változtatóképessége annál nagyobb, minél nagyobb a test tömege és sebessége.

A meleg víz felmelegíti a belehelyezett hidegebb testet. Az égő gáz forró lángja felmelegíti a fölé helyezett edényt, a meleg edény pedig a benne levő hidegebb vizet. Tehát **a testeknek van a hőmérsékletükkel kapcsolatos változtatóképességük is.**

Egy testnek annál nagyobb ez a változtatóképessége, minél nagyobb a test tömege, és minél magasabb a hőmérséklete.

A testeknek sok más okból is lehet változást létrehozó képessége. Ahhoz, hogy megadhassuk egy test változtatóképességének nagyságát, célszerű bevezetni egy mennyiséget.

Azt a mennyiséget, amellyel megadjuk, hogy mekkora egy test változtatóképessége, energiának nevezzük.

Az energia jele: E.

A megfeszített rugó energiáját **rugalmas energiának** nevezzük és E_r-rel jelöljük. Egy rugónak annál nagyobb a rugalmas energiája, minél erősebb a rugó, és minél jobban meg van feszítve.

A mozgó testnek **mozgási energiája** (E_m) van. Egy testnek annál nagyobb a mozgási energiája, minél nagyobb a tömege és a sebessége.

Minden testnek van – a hőmérsékletével kapcsolatos – úgynevezett **belső energiája** (E_b). Akkor nagyobb egy test belső energiája, ha nagyobb a tömege és magasabb a hőmérséklete.

A fenti energiafajtákon kívül a hétköznapi életben és a tudományban más energiafajtákról is beszélünk. Például: elektromos-, kémiai-, atomenergia stb. Ez is azt igazolja, hogy az energia az egyik legáltalánosabban használt, nagy jelentőségű mennyiség.

A TESTEK ENERGIÁJÁNAK MEGVÁLTOZÁSA KÖLCSÖNHATÁS KÖZBEN

Ha a meleg vízzel telt poharat hideg vízbe tesszük, a meleg víz lehűl, a hideg felmelegszik. Mindkettőnek megváltozik az állapota. Ezt a változást hőmérsékletük megváltozása jelzi. Amikor a meleg víznek csökken a hőmérséklete, kisebb lesz a belső energiája. A hideg víznek nő a hőmérséklete, tehát nagyobb lesz a belső energiája. **Termikus kölcsönhatás közben a melegebb testnek csökken, a hidegebbnek nő a belső energiája.**

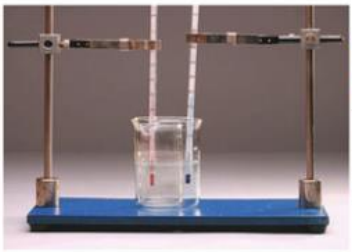
Ha egy mozgó golyó egy nyugvó golyónak ütközik, mindkettőnek megváltozik az állapota. Ezt a változást sebességük megváltozása jelzi: a nyugvó golyó felgyorsul, a mozgó lelassul. **Ütközés közben változik a golyók mozgási energiája is, a lassulóé csökken, a gyorsulóé nő.**

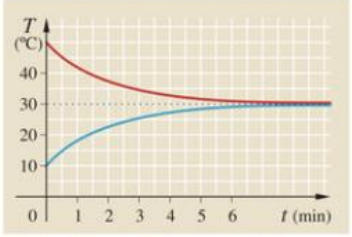
Amikor a megfeszített rugó ellöki a golyót, megváltozik mind a rugó, mind a golyó állapota. Ezt a változást a rugó alakjának (feszítettségének), illetve a golyó sebességének változása jelzi. Az állapotváltozással együtt változik mindkét test energiája is. **A rugó rugalmas energiája csökken, a golyó mozgási energiája nő.**

A vizsgált kölcsönhatások közben mindkét test állapota – így energiája is – megváltozott. Az egyik test energiája csökkent, a másiké nőtt.

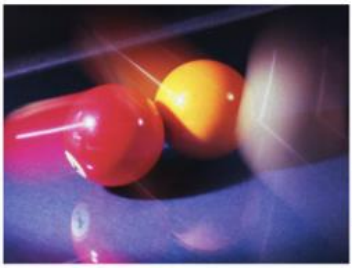
Minden tapasztalat és mérés azt igazolja, hogy:

Két test kölcsönhatása közben amennyivel nő az egyik test energiája, ugyanannyival csökken a másiké. Ez az energiamegmaradás törvénye.

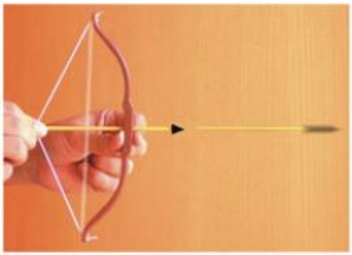




97.1. *Miből tudunk következtetni a termikus kölcsönhatásban lévő hideg és meleg víz belső energiájának változására?*



97.2. A lassuló test sebessége, és így energiája csökken, a gyorsulóé nő.



97.3. A gumiszál energiája csökken, a nyílvessző energiája nő.

FIGYELD MEG!

1. A közérthetőség érdekében azt mondtuk: „A mozgó testnek mozgási energiája van". Ezzel azt fejeztük ki: a test mozgása miatt képes más testeket melegíteni, mozgásba hozni, megfeszíteni stb. Ezt a képességét egy mennyiséggel, az energiával jellemezzük.
2. Mivel a gravitációs, az elektromos és a mágneses mező is képes változást létrehozni a vele kölcsönhatásban levő testen, ezért a mezőknek is van energiájuk.

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Mit nevezünk energiának? Mi a jele?
2. Milyen energiája van a mozgó testnek, a megfeszített rugónak?
3. Milyen energiája van minden testnek?
4. Miről vehetjük észre a testek különféle állapotváltozását? Mondj példákat! Mit tudsz az energiájukról?
5. Egy kölcsönhatás közben mindkét test állapota megváltozott. Mit tudsz az energiájukról?
6. Fogalmazd meg az energiamegmaradás törvényét!

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

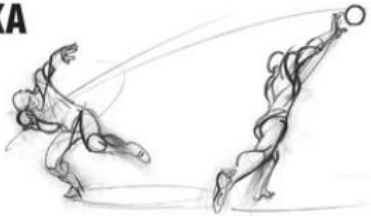


1. Hogyan változik a palacsintasütő belső energiája, ha gázláng fölé tesszük?
2. Tűzhelyen két fazékban víz forr. Az egyikben 1 kg, a másikban 2 liter víz van. Hasonlítsd össze, melyiknek nagyobb a belső energiája!
3. Mi melegíti fel jobban a kanalat: az egy kannányi vagy az egy csészényi forró tea? Miért? Válaszod fogalmazd meg szakszerűen az „energia" szó használatával is!
4. Előfordulhat-e, hogy a hó melegít fel valamit? Van-e a hónak belső energiája?
5. Hogyan lehet egy autó mozgási energiáját növelni? Hogyan lehet csökkenteni?
6. Mikor nagyobb a mozgási energiája egy ugyanakkora sebességgel guruló vasúti kocsinak: ha üres, vagy ha kővel van megrakva?
7. Lehet-e két különböző tömegű testnek egyenlő a mozgási energiája? Miért?
8. Lehet-e két különböző sebességű testnek egyenlő a mozgási energiája?
9. Mit kell csinálni a rugós puskával, mielőtt lőni akarunk vele? Miért?
10. Felhúzáskor hogyan változik az óra rugójának rugalmas energiája?
11. Egy rugós óra 48 óra alatt „jár le". Hogyan változik közben a rugó energiája? Miért?
12. Egy rugó visszanyerte eredeti alakját. Van-e rugalmas energiája? Milyen energiája van?
13. Milyen energiái lehetnek egy gumilabdának?
14. Mondj példát arra, hogy az elektromos áramnak is van energiája!
15. Miből vehető észre, hogy a fénynek is van energiája?

2. A MUNKAVÉGZÉS ÉS A MUNKA

„Én őt dicsérem csak, az élet anyját,
Kitől jövendő győzelmünk ered,
A munkát dalolom, ki a szabadság
Útjára visz gyász és romok felett."

Juhász Gyula: A munka



99.1. A súlylökő a golyót nagy erővel és hosszú úton gyorsítja.

A *work* (vörk) – angol szó, jelentése: munka. Ebből származik a *W* jelölés.

Az energiaváltozással járó folyamatok két nagy csoportba sorolhatók:

– az egyik csoport a hőátadás, pl. a víz melegítése vagy hűtése; a jég megolvasztása; a szoba fűtése stb.
– a másik a munkavégzés, pl. egy táska felemelése; a kocsik felgyorsítása stb.

Egy testen – fizikai értelemben – úgy végezhetünk munkát, ha erőhatást fejtünk ki a testre, és az ennek következtében elmozdul.

Munkavégzés közben megváltozhat a testek mozgási energiája, rugalmas energiája, belső energiája stb.

A munkavégzés közben bekövetkező energiaváltozást munkának nevezzük.

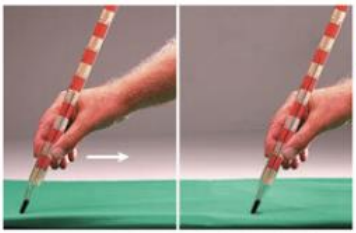
A munka jele: *W*.

A munka nagyságára az energiaváltozás nagyságából következtethetünk ($\Delta E = W$). Ha egy hőmérőn úgy végzünk munkát, hogy tartályát puha textilanyaghoz szorítva mozgatjuk, akkor a hőmérő – a súrlódás miatt – felmelegszik. A hőmérséklet-változásból a belsőenergia-változásra, és ebből a súrlódás közben végzett munka nagyságára tudunk következtetni. Megfigyelhető, hogy minél hosszabb úton (s) mozgatjuk a hőmérőt ugyanakkora erővel, a belsőenergia-változása annál nagyobb lesz.

Pontos mérés alapján megállapítható, hogy **ha munkavégzéskor az erő nagysága állandó és az elmozdulás kétszer, háromszor nagyobb, akkor a végzett munka is kétszer, háromszor nagyobb.**

A hőmérő akkor is nagyobb hőmérséklet-változást, és így nagyobb belsőenergia-változást jelez, ha ugyanakkora úton jobban odaszorítva, nagyobb erővel mozgatjuk.

Pontos méréssel az is megállapítható, hogy **ha munkavégzéskor az elmozdulás ugyanakkora, de az erő kétszer, háromszor nagyobb, akkor a végzett munka is kétszer, háromszor nagyobb.**



99.2. *Hogyan változik súrlódás közben a hőmérő belső energiája? Mi jelzi ezt?*

Ha F állandó:

s	$2\,s$	$3\,s$	$4\,s$
ΔT	$2\,\Delta T$	$3\,\Delta T$	$4\,\Delta T$
ΔE	$2\,\Delta E$	$3\,\Delta E$	$4\,\Delta E$
W	$2\,W$	$3\,W$	$4\,W$

$$W \sim s$$

Ha s állandó:

F	$2\,F$	$3\,F$	$4\,F$
ΔT	$2\,\Delta T$	$3\,\Delta T$	$4\,\Delta T$
ΔE	$2\,\Delta E$	$3\,\Delta E$	$4\,\Delta E$
W	$2\,W$	$3\,W$	$4\,W$

$$W \sim F$$

A végzett munka attól is függ, hogy az elmozdulás iránya milyen az erő irányához képest.

Legegyszerűbb esetben, amikor az elmozdulás és az erő iránya megegyezik, a munka az erő és az elmozdulás szorzataként számítható ki:

munka = erő · elmozdulás.

$$W = F \cdot s$$

F	*s*	*W*
1 N	1 m	1 J
2 N	0,5 m	
0,5 N	2 m	
10 N	0,1 m	

A munka mértékegysége Nm, amelynek joule [ejtsd: dzsúl] a neve. A joule jele: **J**.

A munka például akkor 1 J, ha az erő 1 N, és az irányában történő elmozdulás 1 m.

$$1\ \text{J} = 1\ \text{N} \cdot 1\ \text{m}$$

Szokás az 1 J ezerszeresét, a kilojoule-t is használni, pl: 6000 J = 6 kJ.

Mivel a munka energiaváltozás, az energiának és a munkának is joule a mértékegysége.



100.1. Az energia mértékegységét *Joule* (1818–1889) angol fizikusról nevezték el.

OLVASD EL!

JAMES PRESCOTT JOULE (1818–1889) angol fizikus, a Manchester melletti Salford sörgyárosának volt a fia. Gyenge testalkata miatt 15 éves koráig otthon nevelkedett, és később magánúton tanult. Fizikára, kémiára és matematikára a kiváló tudós, John Dalton oktatta.

1838-tól már tudományos folyóiratokban jelentek meg írásai. 1840-ben fedezte fel, hogy a testeket csak egy meghatározott mértékig lehet mágnesezni. Vizsgálta az elektromos áram hőhatását, és felfedezte az ezzel kapcsolatos törvényt.

Kísérletileg vizsgálta és meghatározta, hogy milyen számszerű kapcsolat van a munka és a belsőenergia-változás között. Joule ismerte fel azt is, hogy a gáznak az edény falára gyakorolt nyomása a részecskék fallal történő ütközéséből származik. Tudományos tevékenységének elismeréseként az angol Királyi Társaság tagjává választotta.

FIGYELD MEG!

1. A „munka" szó sokféle szóösszetételben előfordul, pl.: szociális, szellemi munka stb. A fizikában azonban a munka egy mennyiség, amely az energiaváltozás nagyságára utal.
2. Az élelmiszerek csomagolásán nap mint nap találkozunk a „joule" mértékegységgel. A feltüntetett adat azt adja meg, hogy az adott élelmiszer 100 g-jából hány joule energia nyerhető. Ennek kifejezésére régebben használták a kalória (cal) mértékegységet is. 1 cal = 4,18 J .

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Mikor történik fizikai értelemben munkavégzés? Mondj rá példákat!
2. Mi a munka?
3. Milyen összefüggés van az elmozdulás és a munka között, ha az erő állandó?
4. Milyen összefüggés van az erő és a munka között, ha az elmozdulás állandó?
5. Hogyan számítjuk ki a munkát? Mi a munka mértékegysége?
6. Mondj példákat 1 J munkára, ha azokat különböző nagyságú erőhatás végezte!

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Egy ember kiskocsit húz. Végez-e munkát? Miért?
2. Egy tanuló hátizsákkal a hátán egy helyben áll. Végez-e közben munkát? Miért?
3. Egy golyó vízszintes asztalon gurul. Végez-e rajta munkát a gravitációs mező?
4. Mi a feltétele a fizikai értelemben vett munkavégzésnek?

SZÁMÍTSD KI!

1. Egy ló 300 N erővel 100 m távolságra vontat egy fatörzset. Mekkora munkát végez?
2. Mennyi munkát végez gyalulás közben az az ember, aki 60 N nagyságú erővel 0,5 m távolságra tolja el a gyalut?
3. Mennyi munkát végez az a vontató, amely a pótkocsit 1400 N nagyságú erővel húzza 1000 m hosszú úton?
4. Szántás közben a traktor 20 000 N nagyságú erővel húzza az ekét. Mennyi munkát végez 300 m hosszú úton?
5. Egy ló a kocsit 240 N nagyságú erővel húzza. Mennyi munkát végez 3 km hosszú úton?
6. Fűrészeléskor egy húzás 40 cm elmozdulással jár. A fűrészt 80 N nagyságú erővel lehet húzni. Mennyi munkával lehet elfűrészelni egy fagerendát, ha 100 húzás kell az átvágásához?
7. Egy marógép kését 750 N nagyságú erővel lehet mozgatni. Milyen hosszú a kés útja, ha a végzett munka 1500 J?
8. Mekkora erővel tolta az asztalos a gyalut, ha egy mozdulat 50 cm távolságán 30 J munkát végzett, és hatszor kellett végigtolnia a gyalut, hogy sima legyen a felület?
9. Mekkora erővel lehet 15 m úton 900 J munkát végezni?
10. Egy hasábot 10 m hosszú úton egyenletesen mozgatunk 50 N nagyságú erővel. Mennyi munkát végzünk? Mennyivel változik közben a testek belső energiája?
11. Mekkora erővel lehet egy test mozgási energiáját 10 m hosszú úton 1000 J-lal növelni, ha a súrlódási erő 50 N nagyságú?
12. Szántáskor egy traktor 2500 N erővel húzta az ekét. Milyen hosszú úton végzett 500 kJ munkát?

3. AZ EGYSZERŰ GÉPEK



102.1. *Milyen eszközökkel könnyíthetik meg egy építkezésen a munkavégzést?*

Az emberek ősidők óta arra törekedtek, hogy minél könnyebben végezzék el a munkájukat. Ennek érdekében különféle eszközöket és gépeket készítettek. Ezek segítségével könnyebben hozhatták létre a számukra szükséges változásokat.

A vízen levő csónakot egy **kötél** segítségével partra lehet húzni. Kötéllel a tőlünk távol levő testekre a kötélével megegyező irányú húzóerőt fejthetünk ki.

Egy kiskocsit a **rúd**ja segítségével tolhatunk, húzhatunk, kormányozhatunk is. A tőlünk távoli testekre egy rúddal tetszőleges irányú és nagyságú erőhatást fejthetünk ki.

Sokszor könnyebb vagy célszerűbb kötél, lánc, rúd közbeiktatásával létrehozni a kívánt változást.

Azokat az eszközöket, amelyekkel kedvezőbbé lehet tenni az erőhatás nagyságát, irányát, támadáspontjának helyét, egyszerű gépeknek nevezzük.



102.2. Rúddal a húzóerő irányát és támadáspontjának helyét is meg lehet változtatni.

AZ EMELŐ

Ha a mérleghinta egyik végét lenyomják, a másik végén ülő gyerek felemelkedik. A mérleghinta – amely lényegében egy tengelyen forgatható merev rúd – tehát egyszerű gép.

A tengely körül elforgatható merev rúdnak emelő a neve.

Minden olyan merev test, amely tengely körül elforgatható, emelőként is használható.



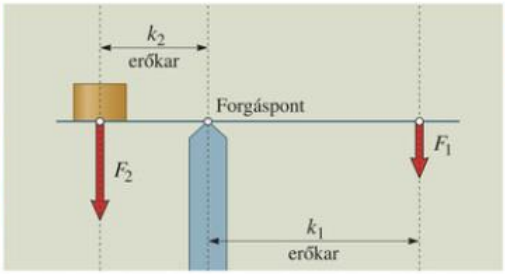
102.3. A mérleghintát csak olyan erőhatás billenti el, amelynek van forgatónyomatéka.



102.4. A mérleghinta egyszerű gép.



103.1. A gémeskút kétoldalú emelő.



103.2. Kétoldalú emelőnél a tengely az ellentétes irányba forgató erők támadáspontja között van.

Az olló, a harapófogó, a karos mérleg, a gémeskút emelő típusú egyszerű gép. Jellemző rájuk, hogy tengelyük az ellentétes irányban forgató erők támadáspontja között van. A tengely ilyen elhelyezése az emelőt két részre osztja. Ezeket az eszközöket ezért **kétoldalú emelőnek** szokás nevezni.

A talicska, a burgonyatörő, a diótörő, vagy az ember alsókarja **egyoldalú emelő.** Ezeknél a forgástengely az emelő egyik végén található, így mindkét erő támadáspontja a forgástengely ugyanazon oldalán van.

Mindkét típusú emelőnél **egyensúly esetén az ellentétes irányban forgató két erő forgatónyomatéka egyenlő nagyságú.**

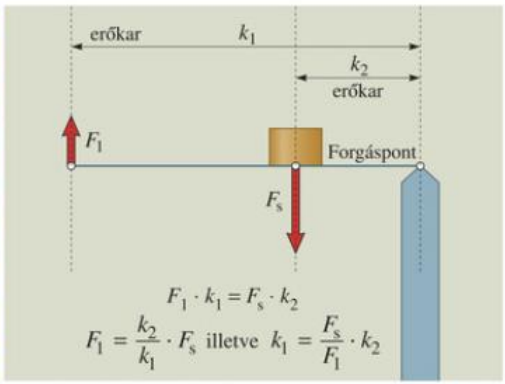
Ez alapján az egyensúly létesítéséhez szükséges erő és erőkar nagysága kiszámítható.



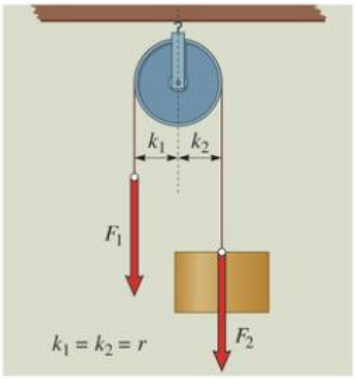
103.3. A piaci mérleg kétoldalú emelő.



103.4. *Milyen emelő a talicska? Miért?*



103.5. Egyoldalú emelőknél az erők támadáspontja a forgástengely ugyanazon oldalán van.



104.1. Az állócsiga olyan kétoldalú emelőnek tekinthető, amelynél: $k_1 = k_2 = r$.

$$F_1 \cdot r = F_2 \cdot r \Rightarrow F_1 = F_2$$

EMELŐ TÍPUSÚ EGYSZERŰ GÉPEK
(KIEGÉSZÍTŐ ANYAG)

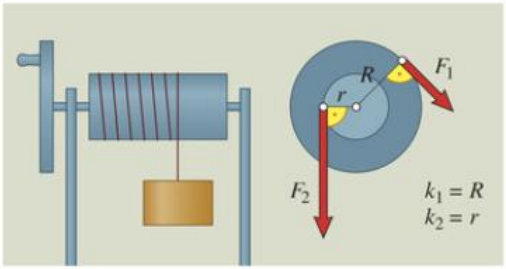
Fizikában **csigának** az olyan tengely körül forgatható kereket nevezzük, amelynek vájatos peremén kötél van átvetve.

Az olyan csigát, melynek tengelye rögzített – és így annak helye működés közben nem változik –, **állócsigának** szokás nevezni. Az állócsiga olyan kétoldalú emelő, melynél az erőkarok egyenlő nagyságúak. Ezért egyensúly esetén a két ellentétes irányban forgató erő nagysága is egyenlő.

A **hengerkerék** egymáshoz rögzített hengerből és kerékből áll, melyeknek közös tengelyük van, de sugaruk különböző. Az emelendő test a hengerre csavart kötélen függ, az emelőerő a kerék peremén hat. A hengerkerék olyan kétoldalú emelőnek tekinthető, amelynél az emelő erőkarja a kerék sugarával (R), az emelendő test súlyának erőkarja pedig a henger sugarával (r) egyenlő hosszúságú. A hengerkerék kerekét sokszor csak egy hajtókar helyettesíti, pl. a különféle kézi darálóknál.

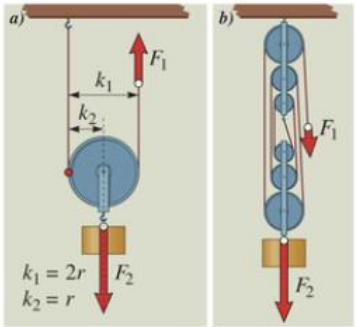


104.2. A kerekes kút fizikai szempontból hengerkerék.



104.3. Az egyensúlyban levő hengerkeréknél: $F_1 \cdot R = F_2 \cdot r$. Ebből kiszámítható az egyensúlyt létrehozó erő:

$$F_1 = \frac{r}{R} \cdot F_2$$



104.4. A mozgócsiga *(a)* egyoldalú emelő, amelynél: $k_1 = 2r$; $k_2 = r$. A közönséges csigasor *(b)* álló- és mozgócsigákból áll.

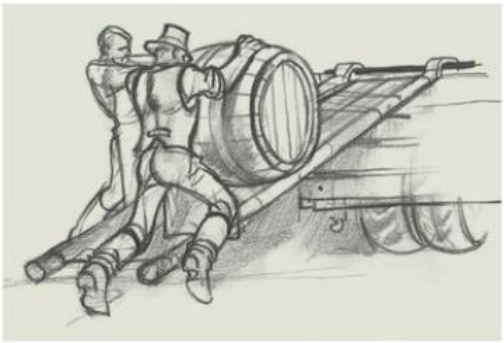
A **mozgócsigát** alulról átvetett kötél tartja, amelynek egyik végét az emelési szint fölött rögzítették, a kötél másik végét pedig fölfelé húzzák. Az emelendő test a csiga tengelyére erősített villán függ. A mozgócsiga a testtel együtt emelkedik vagy süllyed.

A mozgócsiga olyan egyoldalú emelő, amelynek forgáspontja a vízszintes átmérő – rögzített kötél felőli – végénél van. Így az emelő erőkarja az átmérő ($2r$), a test súlyának erőkarja pedig a csiga sugarával (r) egyenlő hosszúságú. Ezért egyensúly esetén a húzóerő az emelendő test súlyának felével egyenlő.

$$F_1(2r) = F_2 \cdot r \Rightarrow F_1 = \frac{1}{2} F_2$$

Álló- és mozgócsigából **csigasor** állítható össze.

A LEJTŐ





105.1. A ferde helyzetű pallódeszka és a szerpentinút is egyszerű gép.

A hegycsúcsra könnyebb felmenni a lankás szerpentinen, mint a meredek hegyoldalon. A teherautóra is kisebb erővel lehet feljuttatni egy hordót, ha azt nem függőlegesen emeljük, hanem az autóhoz támasztott pallódeszkán görgetjük fel.

A vízszintessel hegyesszöget bezáró sík felület is egyszerű gép, melyet lejtőnek nevezünk.

Mérjük meg, mekkora erővel lehet egyensúlyban tartani ugyanazt a hengert három különböző hajlásszögű lejtő esetében, és hasonlítsuk össze ezeket az erőket a kocsi súlyával!

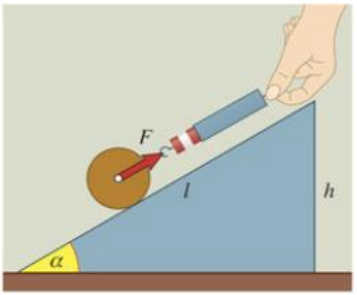
A lejtőn levő testet egyensúlyban tartó erő mindig kisebb, mint a test súlya. Ez az erő – ugyanazon test esetében – annál kisebb, minél kisebb a lejtő hajlásszöge.

Megmérve a henger felhúzásához szükséges erő nagyságát és a lejtő hosszát, kiszámítható a végzett munka. Összehasonlítva ezt a henger függőleges emelésekor végzett munkával, azt tapasztaljuk, hogy a két munka közel egyenlő.

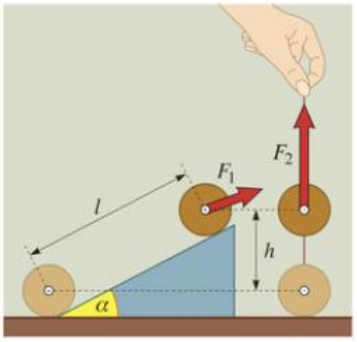
Pontos méréssel megállapítható, hogy:

Egy testet akár lejtővel, akár nélküle emelünk ugyanolyan magasra, a végzett munka egyenlő. Munkát tehát lejtővel nem „takarítunk meg". Lejtő segítségével ugyanazt a munkát kisebb erővel, de hosszabb úton végezhetjük el.

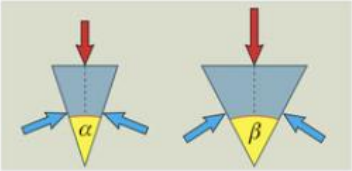
Nemcsak a lejtőnél, hanem minden egyszerű gépnél igaz az energiamegmaradás törvénye.



105.2. Rugós erőmérővel megmérhető, hogy mekkora erővel lehet egy testet egyensúlyban tartani egy adott lejtőn.



105.3. A két munka egyenlő: $F_1 \cdot l = F_2 \cdot h$.

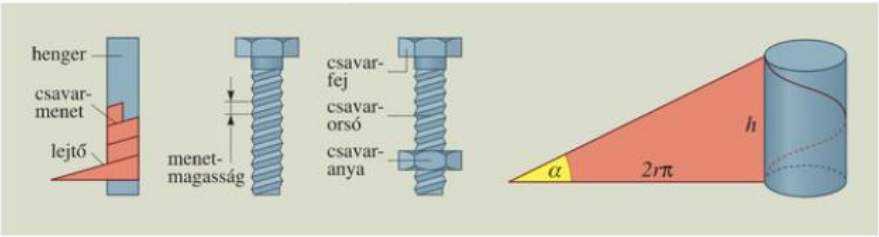


Lejtő típusú egyszerű gép:

– az **ék,** amely két alapjával összeerősített lejtő,

– a **csavar,** amely a csavarszáron körbefutó lejtő.

A balta, a kés, a véső, a tű és még nagyon sok használati tárgy is éknek tekinthető.



106.1. *Hogyan lehet egy csavar menetmagasságát növelni? Mit eredményez ez?*

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Milyen eszközöket nevezünk egyszerű gépeknek?
2. Mi az emelő? Milyen típusú emelőket ismersz?
3. Mi a feltétele az emelők egyensúlyának?
4. Mit nevezünk lejtőnek? Miért egyszerű gép a lejtő?
5. Milyen hajlásszögű lejtőn könnyebb a rajta levő testet egyensúlyban tartani?
6. Hogyan érvényesül lejtő alkalmazásakor az energiamegmaradás törvénye?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

3D 1. Sorolj fel példákat a gyakorlati életből az emelőrúd alkalmazására!

3D 2. Milyen egyszerű gépeket használtok otthon? Keress minél több példát!

3D 3. Egy emelőn a test súlyának forgató hatását háromszor kisebb erő egyensúlyozza ki, mint a test súlya. Mit tudsz a két erőkar arányáról?

3D 4. Egy hengerkeréken 3-szor nagyobb a kerék sugara, mint a hengeré. Mit tudsz a teher súlyát kiegyensúlyozó erőről?

3D 5. Két ember egyenlő tömegű hordókat rak fel egy teherautóra. Az egyik kézzel emeli fel, a másik lejtőn görgeti fel azokat az autó platójára.

– Melyik ember fejtett ki kisebb erőhatást?

– Hasonlítsd össze az általuk végzett munkát, ha egyenlő számú hordót raktak fel az autóra!

6. Milyen egyszerű gépnek tekinthető: a fejsze, a gyalu, a szőlőprés és a szeg?

4. A TESTEK BELSŐ ENERGIÁJA. A FAJHŐ

Tudjuk, hogy minden testnek van belső energiája. A testek belső energiája részecskéik rendezetlen mozgásával kapcsolatos.

Ezt igazolja a következő kísérlet:

A melegebb vízben a cukor gyorsabban feloldódik, mint a hidegebb vízben. Ennek az az oka, hogy a melegebb víz részecskéi élénkebben mozognak, nagyobb sebességgel ütköznek a cukor részecskéivel.

A részecskék mozgása melegítéssel élénkebbé tehető. Ilyenkor nő az anyag belső energiája, amit hőmérsékletének növekedése jelez.

A termikus kölcsönhatás közben bekövetkező belsőenergia-változás mértékét **hőmennyiségnek,** magát a folyamatot **hőközlésnek** nevezzük.

A hőmennyiség jele: Q.

Mértékegysége: J; kJ.

Ha termikus kölcsönhatás közben a test belső energiája nő, akkor „**hőfelvételről**", ha csökken, akkor „**hőleadásról**" beszélünk.

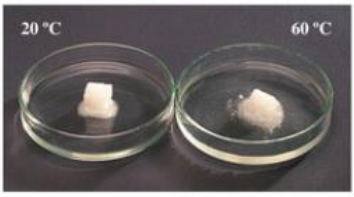
Ha egy hőmérő folyadéktartályát megdörzsöljük, az magasabb hőmérsékletet jelez. Belsőenergia-növekedés tehát létrehozható súrlódási munkával is. A súrlódó testek felületi részecskéi egymásba akadnak, ezáltal élénkül a részecskemozgás, emelkedik a hőmérséklet. Mivel a testek részecskéinek mozgását nem látjuk, ezért a belsőenergia-változásra legtöbbször a hőmérséklet változásából következtethetünk.

Egy hőmérő folyadéktartályára egy kifúrt parafa dugót szorítunk, és azt forgatjuk. Ha azonos körülmények között a dugó körülfordulásainak számát kétszeresére, háromszorosára növeljük, akkor a hőmérséklet megváltozása is kétszer, háromszor nagyobb lesz. Ez azt jelenti, hogy a kétszer, háromszor nagyobb belsőenergia-változást kétszeres, háromszoros súrlódási munkával idéztük elő, melyet a kétszer, háromszor nagyobb hőmérséklet-változás jelez.

Kísérlettel megállapítható, hogy a belsőenergia-változás (melyet a hőmérséklet-változás jelez) egyenesen arányos a súrlódási munkával.

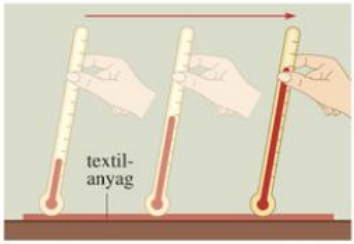
„Valami nagy-nagy tüzet kéne rakni,
Hisz zúzmarás a város, a berek...
Fagyos kamrák kilincsét fölszaggatni
És rakni, adjon sok-sok meleget."

József Attila: Tél



107.1. *Miért oldódik hamarabb a kockacukor a melegebb vízben?*

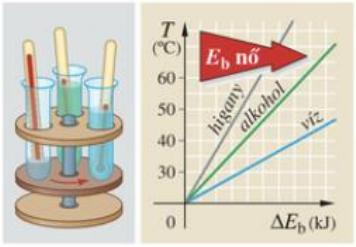
A *quantum* (kvantum) – latin szó, jelentése: mekkora, mennyi. Ebből származik a „Q" jelölés.



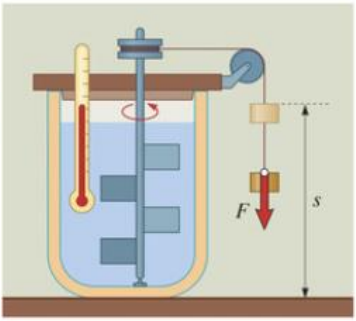
107.2. A belsőenergia-növekedés súrlódási munkával is létrehozható.



107.3. A parafa dugó többszöri körbeforgatása egyre nagyobb hőmérséklet-változást eredményez a hőmérőn.



108.1. Ugyanannyi súrlódási munkával egyenlő tömegű víz, higany, alkohol hőmérséklete különböző mértékben növekszik.



108.2. 1 kg víz 1 °C-os hőmérséklet-emelkedéséhez 4,2 kJ súrlódási munkát kell végezni.

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T$$

Három kémcsőbe egyenlő tömegű vizet, alkoholt és higanyt töltünk. Ha ugyanannyi súrlódási munkát végzünk rajtuk, akkor belső energiájuk azonos mértékben nő. A három anyag hőmérséklet-változása azonban különböző lesz. A kísérlet során legjobban a higanynak, legkevésbé a víznek változik a hőmérséklete.

Különféle anyagú, de egyenlő tömegű testek hőmérséklet-változása egyenlő hőfelvétel esetén különböző.

Meghatározható, hogy különféle anyagokból egy-egy kilogrammot véve 1 °C-os hőmérséklet-növekedés mekkora hőfelvétellel jár együtt.

Például 1 kg tömegű víz hőmérséklete 4,2 kJ hő felvétele esetén nő 1 °C-kal.

Az anyagokat ebből a szempontból jellemző fizikai mennyiség a **fajhő.**

A fajhő megmutatja, hogy 1 kg tömegű anyag hőmérsékletének 1 °C-os változása mennyi hőfelvétellel vagy hőleadással jár együtt.

A fajhő jele: c.

Mértékegysége: $\frac{\mathbf{J}}{\mathbf{kg \cdot °C}}$; $\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{°C}}$.

Méréssel az is megállapítható, hogy pl. tetszőleges mennyiségű víz 1 °C-os hőmérséklet-emelkedése annyiszor 4,2 kJ hőfelvétellel jár együtt, ahány kilogramm a víz tömege.

Megfigyeléseink alapján belátható, hogy egy test által felvett vagy leadott hő kiszámolható, ha ismerjük a test tömegét, hőmérséklet-változását és a fajhőjét.

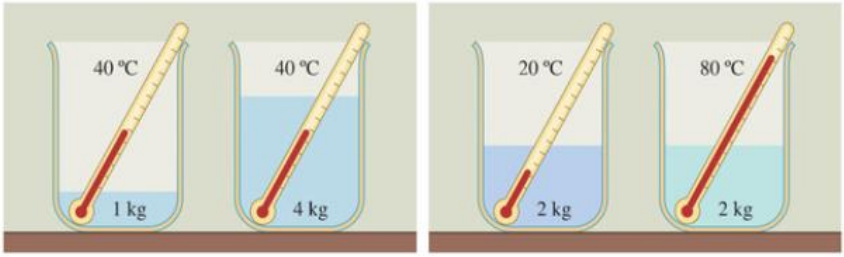
ANYAG	m	ΔT	Q	c
Víz	1 kg	1 °C	4,2 kJ	4,2 $\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{°C}}$
Borszesz	1 kg	1 °C	2,4 kJ	2,4 $\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{°C}}$
Higany	1 kg	1 °C	0,14 kJ	0,14 $\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{°C}}$
Jég	1 kg	1 °C	2,1 kJ	2,1 $\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{°C}}$
Sárgaréz	1 kg	1 °C	0,4 kJ	0,4 $\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{°C}}$
Alumínium	1 kg	1 °C	0,9 kJ	0,9 $\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{°C}}$

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Hogyan növelhető és hogyan csökkenthető egy test belső energiája?
2. Mit értünk azon, hogy egy test hőt vett fel vagy hőt adott le?
3. Mit jelez a hőmérséklet-változás?
4. Mit mutat meg a fajhő?
5. Mi a fajhő jele, mi a mértékegysége?
6. Mit nevezünk hőmennyiségnek?
7. Milyen mennyiségek ismeretében számíthatjuk ki az egy test által felvett vagy leadott hőt?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Forró teába hideg fémkanalat teszünk. Értelmezd és jellemezd a két test belsőenergia-változását!
2. Milyen kapcsolat van egy test részecskéinek rendezetlen mozgása, a test hőmérséklete és belső energiája között?
3. Melyik vízmennyiségnek nagyobb a belső energiája? Miért?



4. A melegebb vizet hamarabb megfesti a belecseppentett tinta, mint a hidegebbet. Miért?
5. Egyenlő tömegű, de különböző hőmérsékletű tömörvas golyók közül melyiknek nagyobb a belső energiája?
6. Mit jelent az, hogy a cukor fajhője 1,2 $\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$?
7. Egyenlő tömegű, vasból és rézből készített hasábok hőmérséklet-változása egyenlő. Mit állíthatunk a belsőenergia-változásukról? (Használd a táblázatot.)
8. Nevezz meg a gyakorlati életből olyan folyamatokat, jelenségeket, melyek a belső energia növelésével járnak!
9. Olvassátok el József Attila *Tél* című versét, és beszéljétek meg, miről szól!

5. AZ ÉGÉS (Kiegészítő anyag)



110.1. *Miért gazdaságosabb tüzelőanyag a fánál a gáz, az olaj vagy a szén?*

ANYAG	ÉGÉSHŐ $\left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}\right)$
Papír	9000
Fa	18 000
Benzin	46 000
Gáz	45 500
Olaj	44 300
Kőszén	28 000
Margarin	30 000
Sajt	14 000
Tej	2400

110.2. Néhány anyag égéshője.

$$Q = m \cdot L_{\text{é}}$$

Égéskor az anyagok oxigénnel lépnek kölcsönhatásba. Ez a kémiai folyamat lejátszódhat lassan és gyorsan. Az égésnek tehát két fajtáját szoktuk megkülönböztetni. Az egyik a lassú égés, pl. fa korhadása. A másik a gyors égés, mely tűz, illetve fénytünemény kíséretében megy végbe, és az égő test jelentős felmelegedésével jár. A gyorsan égő anyagok ezért a környezetüket is felmelegítik.

Különféle tüzelőanyagokból egyenlő tömegűt elégetve különböző mértékben változik meg a környezet belső energiája.

Két tüzelőanyag közül az az értékesebb, melyből ugyanannyit elégetve nagyobb mértékben nő a környezet belső energiája.

Az anyagokat az elégetésükkor bekövetkező energiaváltozás szempontjából az **égéshővel** jellemezzük.

Az égéshő megmutatja, hogy adott anyagból 1 kg tömegű mennyiséget elégetve mennyivel nő a környezet belső energiája.

Az égéshő jele: $L_{\text{é}}$.

Mértékegysége: $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$; $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$.

Az égés közben bekövetkezett belsőenergia-változást az égéshő és az elégetett anyag tömegének szorzatával számoljuk ki.

OLVASD EL!

Lassú égés például a fa korhadása, a vas rozsdásodása vagy az emberi és állati szervezetben végbemenő folyamatok egy része. A lassú égést nem kíséri fénytünemény, s gyakran számottevő felmelegedés sem. Szervezetünk az elfogyasztott táplálékot lassan dolgozza fel. Így jutunk az élethez szükséges tápanyagokhoz. Különféle táplálékainkból azonos mennyiséget elfogyasztva különböző a szervezetünkben létrejött energiaváltozás, mivel az egyes tápanyagok égéshője különböző. Ha nagyobb mennyiségű és nagyobb égéshőjű táplálékot fogyasztunk, mint amit szervezetünk igényelne, akkor meghízunk, mert a felesleges tápanyag zsírszövetek formájában elraktározódik.

A különféle anyagok elégetésekor keletkező égéstermékek az emberre és a környezetre igen ártalmasak lehetnek. A városok levegőjét például az autókban elégetett benzin, a gyárakban elégetett tüzelőanyagok füstje nagymértékben szennyezi. **A belélegzett szennyezett levegő – pl. a cigarettafüst – nagyon káros az egészségre.**



111.1. A korhadó fa és a rozsdásodó vas lassan oxidálódik, lassan „ég”.



111.2. A környezetszennyezés elpusztíthatja az életet a Földön.

VÉDJÜK KÖRNYEZETÜNKET ÉS EGÉSZSÉGÜNKET!

Az égéskor keletkező égéstermékek oly mértékben pusztítják környezetünket, hogy az éghajlat egyensúlya, sőt bolygónk lakhatósága is veszélybe kerül. A savas esőket, az erdőpusztulásokat, a városi szmogot, a világméretű felmelegedést (üvegházhatást) mind-mind fokozzák a tüzelőanyagok elégetésekor keletkező égéstermékek.

Nagy problémát jelent a gépjárművekben elégő üzemanyag okozta légszennyezés, mely nagyvárosainkban helyenként az egészségügyi határérték többszörösét is meghaladja. Ehhez társul az ipartelepek környezetszennyező hatása, mely nagy részben a gyártási folyamatok során elégetett tüzelőanyagoktól származik. A szennyezett levegő belélegzése légúti megbetegedéseket, szív- és érrendszeri károsodást okoz.

A környezetszennyezés foka nagymértékben függ az égetés módjától, a tisztító-, szűrőberendezések alkalmazásától. Új, korszerű technológiák kifejlesztésével és bevezetésével a környezet állapotát lényegesen javíthatjuk.

Törekednünk kell arra, hogy a Nap, a víz, a szél energiáját szélesebb körben alkalmazzuk. A benzin, a gázolaj, a szén elégetésével működő közlekedési eszközök helyett elektromos meghajtásúakat alkalmazzunk! Kis távolságok megtételekor ne az autót, hanem a kerékpárt részesítsük előnyben!

Környezetvédelmi szempontból nagyon jelentős az alábbi néhány kérdés mérlegelése:

Milyen tüzelőanyagot használunk?

Milyen módon égetjük el ezeket?

Mennyire takarékoskodunk?

Meg tudjuk-e változtatni szokásainkat?

Mit tudunk tenni személyesen környezetünk megóvása érdekében?



111.3. Ma már egyre több helyen alkalmaznak környezetkímélő energiaforrásokat.

HOGYAN LEHET A TŰZET OLTANI?

A gyors égés során keletkezett tűz nemcsak hasznos, hanem veszélyes és káros is lehet. Az emberi felelőtlenségnek gyakran élőlények pusztulása, erdőtűz, házak leégése, értékeink megsemmisülése a következménye. Ezért igyekezni kell a káros tüzeket elkerülni, és eloltásukról fontos azonnal gondoskodni.

Tűzoltáskor az éghető anyagokat a gyulladási hőmérsékletük alá kell hűteni, s el kell zárni az égést tápláló oxigéntől.

A víz tűzoltó hatása is a hűtésen alapszik, valamint azon, hogy a keletkező vízgőz elzárja a tűzfészket a levegőtől. A nagy nyomással kifecskendezett vízsugár mechanikai hatásával is segíti a tűzoltást.

A sok víz azonban növelheti a károkat, ezért a korszerű tűzoltáshoz szén-dioxidot és habképző anyagokat is használnak.

Az olajtüzek vízzel nem olthatók, ilyenkor különböző mesterséges habokat, homokot alkalmaznak.

Az égő ruházatot pokróccal letakarva olthatjuk a legegyszerűbben.

Az elektromos vezetékek által okozott tüzet vízzel oltani tilos!



112.1. Tűzoltókészülék.

„Eldobtam egy gyufát, s legott
Hetyke lobogásba fogott,
Lábhegyre áll a kis nyulánk,
Hegyes sipkájú sárga láng
Lengett, táncolt, a zöldbe mart,
Nyilván pompás tűzvészt akart,
Piros csodát, izzó leget,
Égő erdőt, kigyúlt eget...”

Tóth Árpád: Láng



112.2. Vigyázz! A tűz nemcsak melegít, de pusztíthat is.

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Két tüzelőanyag közül melyik az értékesebb?
2. Mi az égés? Milyen fajtáit ismered? Mi jellemző ezekre?
3. Mit mutat meg az égéshő?
4. Mi az égéshő jele, mértékegysége?
5. Hogyan számolhatjuk ki az égés közben bekövetkező belsőenergia-változást?

6. A TELJESÍTMÉNY

Egy merülőforraló gyorsabban forral fel ugyananynyi vizet, mint egy borszeszégő. Ez azt jelenti, hogy a merülőforraló hatására ugyanannyi idő alatt nagyobb energiaváltozás következik be.

A folyamatok tehát különbözhetnek egymástól az energiaváltozás gyorsasága szempontjából is.

Az a folyamat a gyorsabb, amelynél:

– ugyanakkora energiaváltozás rövidebb idő alatt következik be, vagy

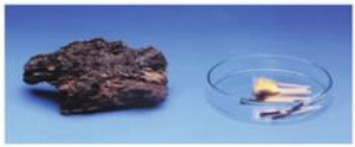
– ugyanannyi idő alatt nagyobb az energiaváltozás.

Különböző folyamatok energiaváltozásának gyorsaságát úgy hasonlíthatjuk össze, hogy meghatározzuk az időegység alatt bekövetkező energiaváltozások nagyságát.

Azt a mennyiséget, amely megmutatja az időegység alatt bekövetkező energiaváltozás nagyságát, teljesítménynek nevezzük.

A teljesítmény a folyamatokat gyorsaság szempontjából jellemző mennyiség.

A teljesítmény jele: P.



113.1. A fa lassan korhad, de gyorsan ég.



113.2. *James Watt* (1736–1819) angol technikus tiszteletére nevezték el a teljesítmény mértékegységét wattnak.

3D

A teljesítmény kiszámolható az energiaváltozás és a változás időtartamának hányadosaként.

$$\text{Teljesítmény} = \frac{\text{energiaváltozás}}{\text{a változás időtartama}}$$

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

A teljesítmény mértékegysége a $\frac{\text{J}}{\text{s}}$, melyet wattnak nevezünk.

A watt jele: W.

$1\ \text{W} = \frac{1\ \text{J}}{1\ \text{s}} = 1\ \frac{\text{J}}{\text{s}}$,

1 kilowatt = 1 kW = 1000 W,

1 megawatt = 1 MW = 1000 kW.

1 W a teljesítmény, ha pl. 1 s alatt 1 J az energiaváltozás.

ΔE	Δt	P
1 J	1 s	1 W
2 J	2 s	
0,5 J	0,5 s	
100 J	100 s	
17 J	17 s	

FIGYELD MEG!

1. Ha egy változás munkavégzés közben jön létre, akkor a teljesítmény:

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{W}{\Delta t}.$$

2. Vigyázz, ne téveszd össze! A fizikában a munkának és a teljesítmény mértékegységének egyaránt „W" a jele.
3. Bár a teljesítmény a folyamatok gyorsaságára jellemző, a gyakorlatban sokszor a változásban részt vevő ember vagy gép teljesítményéről beszélnek.

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Mit mutat meg a teljesítmény?
2. Két folyamat közül melyiknek nagyobb a teljesítménye?
3. Hogyan számítható ki a teljesítmény?
4. Mi a teljesítmény SI-beli mértékegysége?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Hogyan változik a teljesítmény, ha ugyanannyi idő alatt az energiaváltozás háromszorosára nő?
2. Egy autó álló helyzetből 20 másodperc alatt gyorsul fel 80 $\frac{\text{km}}{\text{h}}$ sebességre, de erős fékezéssel 15 másodperc alatt áll meg. Melyik folyamatnál nagyobb a teljesítmény?

OLDJUNK MEG FELADATOKAT!

1. Egy versenyautó gyorsítása közben 10 másodperc alatt 2000 kJ a végzett munka. Mennyi az autó teljesítménye?

$W = 2000 \text{ kJ} = 2\,000\,000 \text{ J}$
$\Delta t = 10 \text{ s}$
$P = ?$

Következtetéssel:

10 s alatt 2 000 000 J
1 s alatt $\frac{2\,000\,000 \text{ J}}{10} = 200\,000 \text{ J}$

$P = \mathbf{200\,000\ W}$

Képlettel: $P = \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{W}{\Delta t} = \frac{2\,000\,000 \text{ J}}{10\ s} = 200\,000 \frac{\text{J}}{\text{s}} = \mathbf{200\,000\ W} = 200 \text{ kW}$

Az autó teljesítménye 200 kW.

2. Egy motor teljesítménye haladás közben 20 kW. Mennyi munkát végez a motor 30 másodperc alatt?

$P = 20\ \text{kW} = 20\,000\ \text{W}$
$\Delta t = 30\ \text{s}$
$W = ?$

Következtetéssel:

1 s alatt	20 000 J
30 s alatt	$30 \cdot 20\,000\ \text{J} = 600\,000\ \text{J}$

$W = \mathbf{600\ kJ}$

Képlettel: $P = \dfrac{\Delta E}{\Delta t} = \dfrac{W}{\Delta t} \Rightarrow W = P \cdot \Delta t = 20\,000\,\dfrac{\text{J}}{\cancel{\text{s}}} \cdot 30\,\cancel{\text{s}} = \mathbf{600\,000\ J} = 600\ \text{kJ}$

A motor 600 kJ munkát végez 30 másodperc alatt.

3. Mennyi idő alatt végez egy gép 3,2 kJ munkát, ha a teljesítménye 800 W?

$W = 3{,}2\ \text{kJ} = 3200\ \text{J}$
$P = 800\ \text{W}$
$\Delta t = ?$

Következtetéssel:

800 J	1 s
3200 J	$\dfrac{3200}{800} \cdot 1\ \text{s} = 4\ \text{s}$

$\Delta t = \mathbf{4\ s}$

Képlettel: $P = \dfrac{\Delta E}{\Delta t} = \dfrac{W}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \dfrac{W}{P} = \dfrac{3200\ \text{J}}{800\ \text{W}} = \dfrac{3200\ \text{J}}{800\,\dfrac{\text{J}}{\text{s}}} = 4\,\cancel{\text{J}} \cdot \dfrac{\text{s}}{\cancel{\text{J}}} = \mathbf{4\ s}$

A gép 4 s alatt végez 3,2 kJ munkát.

SZÁMÍTSD KI!

1. Egy motor másodpercenként 4000 J munkát végez. Mennyi a teljesítménye?

2. Egy szobai ventilátor 20 perc alatt 40 kJ munkát végez. Mennyi a teljesítménye?

3. Egy 60 kg tömegű ember 30 perc alatt ment fel a 200 m magas dombra. Mennyi munkát végzett? Mennyi volt a teljesítménye?

4. Egy bekapcsolt elektromos merülőforraló 100 W teljesítményű. Mennyivel változtatja meg környezetének energiáját 1 perc alatt?

5. Egy 60 W-os elektromos izzón létrejött energiaváltozásnak csak 5%-a kapcsolatos a fénykibocsájtással, a többi a környezet belsőenergia-változásával egyenlő. Mennyivel növekszik másodpercenként a bekapcsolt izzólámpa környezetének belső energiája?

6. Egy ló teljesítménye 300 W. Mekkora munkát végez 1 óra alatt?

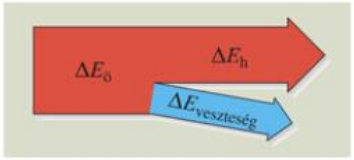
7. Egy ember teljesítménye 75 W. Mennyi idő alatt végez el 450 kJ-nyi munkát?

8. Mennyi idő alatt végez egy 1,6 kW teljesítményű gép 4800 J munkát?

7. A HATÁSFOK



116.1. *Miért kisebb az energiaveszteség a merülőforralónál, mint a nyílt láng alkalmazásakor?*



116.2. Minden folyamatnál az energiaváltozásnak csak egy része hasznos, a többi veszteség.

$$\eta = \frac{\Delta E_{h}}{\Delta E_{ö}}$$

Az η görög betű [ejtsd: éta].

$$\eta < 1$$

3D



116.3. *Miért célszerű lecserélni a hagyományos izzókat kompakt fénycsövekre?*

Ha gázlángon vagy merülőforralóval teavizet melegítünk, akkor nemcsak a víz energiája nő, hanem az edényé és a környezeté is. A tea készítéséhez azonban csak a víz felmelegítésére lenne szükség. A lifttel történő áruszállításkor az áru a lifttel együtt jut fel az emeletre, pedig ott csak az árura volna szükség.

A számunkra hasznos változások mindig együtt járnak a cél szempontjából „felesleges" energiaváltozásokkal is.

Gazdaságosság céljából mindig arra törekszünk, hogy az általunk létrehozott **összes energiaváltozás**nak ($\Delta E_{ö}$) minél nagyobb része legyen a **hasznos energiaváltozás** (ΔE_{h}). Az összes energiaváltozást **befektetett energiának** is szokás nevezni.

A víz melegítésekor a befektetett energia az elégő gáz energiájának csökkenésével egyenlő, a hasznos energiaváltozás pedig a víz energiájának növekedése.

Egy folyamat annál gazdaságosabb, minél nagyobb része hasznos a befektetett energiának.

A különböző folyamatokat gazdaságossági szempontból a hatásfok jellemzi.

A hatásfok megmutatja, hogy a hasznos energiaváltozás hányad része a befektetett energiának.

A hatásfok jele: η.

A hatásfok a hasznos energiaváltozás és a befektetett energia hányadosaként számítható ki.

$$\text{hatásfok} = \frac{\text{hasznos energiaváltozás}}{\text{befektetett energia}}$$

A hatásfok arányszám, így mértékegysége nincs.

Mivel a hasznos energiaváltozás mindig kisebb a befektetett (összes) energiánál, ezért a hatásfok mindig kisebb, mint 1.

A hatásfok %-ban is kifejezhető. Például: $\eta = 0{,}7$ azt jelenti, hogy a hasznos energiaváltozás a befektetett energiának a 70%-a. A veszteség tehát 30%.

FIGYELD MEG!

Attól függően, hogy a változás munkavégzés vagy termikus kölcsönhatás közben jön létre:

$$\eta = \frac{\Delta E_h}{\Delta E_ö} = \frac{W_h}{W_ö} \quad \text{vagy} \quad \eta = \frac{Q_h}{Q_ö}.$$

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Mit nevezünk hasznos energiának, és mit befektetett energiaváltozásnak?
2. Mit jellemez a hatásfok?
3. Hogyan számítható ki a hatásfok?
4. Mit tudsz a hatásfok nagyságáról?
5. Miért nincs mértékegysége a hatásfoknak?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

3D

1. Az építőanyagot daruval emelik a magasba. Keress olyan energiaváltozásokat, amelyek ebben a folyamatban nem hasznos energiaváltozások!
2. A postás felviszi a levelet az emeletre. Mi ebben a folyamatban a hasznos energiaváltozás? Van, ahol zsinegre erősített kosarat engednek le a levélért. Miért?
3. A hatásfok mindig kisebb, mint 1. Ellentmond-e ez az energiamegmaradás törvényének? Indokold a válaszod!
4. A korszerűbb autók kevesebbet fogyasztanak, mint a régiek. Mit jelent ez? Fejezd ki ezt a megállapítást hatásfokkal is! Milyen autó károsítja kisebb mértékben a környezetet?

OLDJUNK MEG FELADATOKAT!

1. Teát készítünk. Amíg a teavíz felforr, 315 kJ hőt vesz fel. Mekkora a folyamat hatásfoka, ha ezalatt az elégett gáz energiaváltozása 650 kJ?

$\Delta E_h = 315\ \text{kJ}$
$\Delta E_ö = 650\ \text{kJ}$
$\eta = ?$

$$\eta = \frac{\Delta E_h}{\Delta E_ö} = \frac{315\ \text{kJ}}{650\ \text{kJ}} = 0{,}485 = \mathbf{48{,}5\%}$$

SZÁMÍTSD KI!

1. Egy építkezésen egy 80 kg tömegű ember a 20 kg tömegű vödröt 5 m magasra kézben viszi fel. Mekkora a munkavégzésének a hatásfoka?
2. A lovak egy 10 m magas domb tetejére 100 m hosszú úton egy 4000 N súlyú kocsit 800 N erővel húznak fel. Mekkora a hatásfok?
3. Egy vízikerékre 4 m magasról 6750 kg tömegű víz esik. A vízikerék közben 108 000 J munkát végez. Mekkora a hatásfok?

KERESD A MEGOLDÁST!

Az energiatakarékosság napjainkban központi kérdés. Számítsd ki, hogy energiatakarékos izzók használatával mennyi energia-, és így anyagi megtakarítás érhető el havonta egy átlagos háztartásban!

1 Egy háztartás havi energiafogyasztásának mértéke az áramszolgáltató által küldött villanyszámláról olvasható le. Ennek azonban csak egy része fordítódik a lakásban lévő izzólámpák működtetésére.

Az izzókon feltüntetik, hogy hány wattosak, azaz mekkora a teljesítményük. Az energiafogyasztást a teljesítmény és a működési idő szorzataként számolhatjuk ki.

$$\Delta E = P \cdot \Delta t$$

Ha ezt megszorozzuk az elektromos energia egységárával (2008 júniusában 20,6 $\frac{\text{Ft}}{\text{kWh}}$ + ÁFA), akkor megkapjuk, hogy az energia árából a fogyasztással arányos rész mennyibe kerül.

Feltevés: Az energiatakarékos fényforrásokon általában feltüntetik, hogy a fényerejük mekkora teljesítményű izzólámpának felel meg. Egy jellemző érték: a 100 W-os izzólámpának megfelelő energiatakarékos fénycső teljesítménye 14 W. Ez alapján azt feltételezhetjük, hogy a világítás költsége energiatakarékos lámpák használatával legalább ötödére csökkenthető.

2
- Készítsük el a lakás alaprajzát, majd jelöljük be a rajzon az egyes helyiségekben lévő világítótestek helyét!
- Sorszámozzuk ezeket az izzókat, és jegyezzük fel a rajtuk feltüntetett teljesítményeket! (Ez az érték mutatja meg, hogy működés közben másodpercenként hány joule elektromos energiát fogyaszt el az izzó.)
- Figyeljük meg, hogy egy nap során melyik izzó átlagosan mennyi ideig van bekapcsolva, s foglaljuk táblázatba a kapott értékeket!
- Számoljuk ki a lakásban használt izzólámpák napi energiafogyasztását!
- Gondolatban cseréljük le izzóinkat a hagyományos izzókhoz képest legalább ugyanolyan megvilágítást adó 14 wattos energiatakarékos fénycsövekre, és számoljuk ki ezek fogyasztását is!
- Határozzuk meg mindkét esetben a havi fogyasztás árát! Végezzünk összehasonlítást!

3 **Adatok:**

a) Kétszobás lakásunkban a nagyszobában egy 3 izzós csillár (1–3. sorszámú) és két darab helyi világítás (4–5.), a kisszobában és a konyhában 2-2 izzó (6–9.), a fürdőszobában, a kamrában, a WC-ben és az előszobában 1-1 (10–13.) izzó van.

b) Az 1., 7., 10., 13. sorszámú izzó 40 W-os; a 2., 3., 4., 5., 6., 9., 12. sorszámú izzó 60 W-os; a 8. és a 11. sorszámú izzó 100 W-os.

c)

Átlagos napi működési időtartam	$\frac{1}{4}$ óra	$\frac{1}{2}$ óra	1 óra	2 óra	3 óra	4 óra
Izzók sorszáma	10	1	2, 7, 8	9, 12, 13	3, 4, 5	11, 6
Izzók teljesítménye (W)	40	40	40, 60, 100	60, 60, 40	60, 60, 60	60, 100

3 *a)* Így az izzók által felhasznált elektromos energia naponta:

$$\begin{aligned}
40\ \text{W} \cdot 0{,}25\ \text{h} &= 10\ \text{Wh} \\
40\ \text{W} \cdot 0{,}5\ \text{h} &= 20\ \text{Wh} \\
(40\ \text{W} + 60\ \text{W} + 100\ \text{W}) \cdot 1\ \text{h} &= 200\ \text{Wh} \\
(60\ \text{W} + 60\ \text{W} + 40\ \text{W}) \cdot 2\ \text{h} &= 320\ \text{Wh} \\
(60\ \text{W} + 60\ \text{W} + 60\ \text{W}) \cdot 3\ \text{h} &= 540\ \text{Wh} \\
(60\ \text{W} + 100\ \text{W}) \cdot 4\ \text{h} &= 640\ \text{Wh} \\
\hline
\text{Összesen:} \qquad & 1730\ \text{Wh} = 1{,}73\ \text{kWh}.
\end{aligned}$$

b) Az izzókat 14 W-os energiatakarékos izzókra cserélve, azok fogyasztása a fenti időtartamokat figyelembe véve:

$$\begin{aligned}
14\ \text{W} \cdot 0{,}25\ \text{h} &= 3{,}5\ \text{Wh} \\
14\ \text{W} \cdot 0{,}5\ \text{h} &= 7{,}0\ \text{Wh} \\
3 \cdot 14\ \text{W} \cdot 1\ \text{h} &= 42{,}0\ \text{Wh} \\
3 \cdot 14\ \text{W} \cdot 2\ \text{h} &= 84{,}0\ \text{Wh} \\
3 \cdot 14\ \text{W} \cdot 3\ \text{h} &= 126{,}0\ \text{Wh} \\
2 \cdot 14\ \text{W} \cdot 4\ \text{h} &= 112{,}0\ \text{Wh} \\
\hline
\text{Összesen:} \qquad & 374{,}5\ \text{Wh} = 0{,}375\ \text{kWh}.
\end{aligned}$$

c) Ha 1 kWh elektromos energia ára ma 20,6 Ft (+ ÁFA) = 24,72 Ft, akkor a hagyományos izzólámpák működtetéséért havonta:

$$1{,}73\ \frac{\text{kWh}}{\text{nap}} \cdot 24{,}72\ \frac{\text{Ft}}{\text{kWh}} \cdot 30\ \text{nap} = 1283\ \text{Ft-ot kell fizetnünk.}$$

Energiatakarékos izzók esetén ez az összeg csak:

$$0{,}375\ \frac{\text{kWh}}{\text{nap}} \cdot 24{,}72\ \frac{\text{Ft}}{\text{kWh}} \cdot 30\ \text{nap} = 278{,}1\ \text{Ft.}$$

A megtakarítás: 1283 Ft – 278 Ft = 1005 Ft.

4 Energiatakarékos fényforrást használva egy átlagos háztartás kb. 1000 Ft-ot takaríthat meg havonta. Feltevésünk tehát helyes volt.

FELADATOK



1. Az előző feladatot továbbgondolva beszéljétek meg, milyen szempontot lehet még figyelembe venni, ha csökkenteni akarjuk elektromos fogyasztásunk költségeit! Milyen élettartamú egy izzólámpa és egy energiatakarékos fénycső? Melyik mennyibe kerül? Milyen fényforrások vannak még (halogénlámpák, spotlámpák, LED-ek, napelemes kerti világítás stb.)? Melyiknek mi az előnye, mi a hátránya, melyik az igazán környezetbarát s költségkímélő?



2. Keressetek olyan képeket, melyek különböző energiaátalakítási folyamatokat szemléltetnek! Készítsetek tablót a képekből úgy, hogy megnevezitek az ábrázolt energiaátalakulásokat!

3. Készítsetek riportokat ismerőseitek körében energiafogyasztási szokásaikról!

   Érdeklődjétek meg, hogy havonta milyen mennyiségű gázt, illetve elektromos energiát fogyasztanak! Számítsátok ki családonként az egy főre eső energiafogyasztásukat! Végezzetek összehasonlítást a különböző családok adatai között! Mi lehet az oka az eltérő energiafogyasztásoknak? Keressetek megoldást, hogyan lehetne gazdaságosabb energiafelhasználásra serkenteni őket!



4. Végezz megfigyelést, hogy a téli fűtési szezonban hol „szökik meg" a legtöbb meleg otthonotokból. Keresd a megoldást, hogyan lehetne háztartásotokban a felesleges energiafogyasztást csökkenteni!

5. Keressetek olyan újságcikkeket, melyek víz- és légszennyezésről, kőolaj-katasztrófáról szólnak! Vitassátok meg az írások tartalmát!



6. Keresd meg az internet segítségével, hogy mit jelentenek az alábbi kifejezések, és beszéld meg társaiddal a kutatás eredményét!

   a) szélturbina;
   b) napkollektor;
   c) hőszivattyú;
   d) biomassza;
   e) geotermikus energia.

7. Vizsgálj meg különböző élelmiszerek csomagolópapírján szereplő adatokat! (Például: vajasdoboz, sajtok, konzervek, édességek, kekszek csomagolása stb.) Válaszd ki ezek közül azokat, melyek az egyes élelmiszerek energiatartalmára vonatkoznak! Mit jelentenek a táplálkozás szempontjából ezek az adatok? Végezz összehasonlításokat az egészséges táplálkozás érdekében!

8. Készíts képrejtvényt az alábbi fizikai fogalmakhoz! Melyiket látod az ábrán?

a) hatásfok;
b) egyszerű gép;
c) erőhatás;
d) ellenerő;
e) emelő;
f) kölcsönhatás.



9. Figyelj meg jól egy kerékpárt! Milyen egyszerű gépek alkalmazását ismered fel rajta? Indokold meg, hogy az adott helyen miért érdemes pont azt az egyszerűgép-típust alkalmazni!





3D

10. Legalább három egyszerű gép alkalmazásával tervezz olyan berendezést, melynek segítségével egy 100 kg-os zsákot 200 N nagyságú erővel egyensúlyban tudnánk tartani!

11. Nézz utána, hogy a piramisok építésekor milyen egyszerű gépeket alkalmazhattak az építők! Ismertesd ezek alkalmazásainak módját! Indokold meg, mennyiben könnyítették meg ezek az emberek munkáját!



ÖSSZEFOGLALÁS

ENERGIA, ENERGIAVÁLTOZÁSOK

Azt a mennyiséget, amellyel megadjuk, hogy mekkora egy test változtatóképessége, **energiának** nevezzük. Jele: E. Mértékegysége: J; kJ; $1\,\text{J} = 1\,\text{N} \cdot 1\,\text{m}$.

A legismertebb energiafajták: **belső energia** (E_b), **rugalmas energia** (E_r), **mozgási energia** (E_m). Két test kölcsönhatása közben amennyivel nő az egyik test energiája, ugyanannyival csökken a másiké. Ezt **az energiamegmaradás törvényének** nevezzük.

ENERGIAVÁLTOZÁSSAL JÁRÓ FOLYAMATOK ÉS JELLEMZŐ MENNYISÉGEK

MUNKAVÉGZÉS

Ha erőhatás ér egy testet, és az ennek következtében elmozdul, munkavégzés történik. A munkavégzés során bekövetkező energiaváltozás a **munka.** Jele: W.

Mértékegysége: J; kJ.

Legegyszerűbb esetben, amikor az elmozdulás és az erő iránya megegyezik, a munka az erő és az elmozdulás szorzataként számítható ki:

munka = erő · elmozdulás.

$$W = F \cdot s$$

TERMIKUS KÖLCSÖNHATÁS

A termikus kölcsönhatás közben bekövetkező belsőenergia-változás a hőmennyiség. Jele: Q. Mértékegysége: J; kJ.

A **fajhő** megmutatja, hogy 1 kg tömegű anyag hőmérsékletének 1 °C-os változása mennyi hőfelvétellel vagy hőleadással jár együtt.

Jele: c. Mértékegysége: $\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$; $\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$.

TELJESÍTMÉNY

A folyamatokat az energiaváltozás „gyorsasága" szempontjából jellemzi, megmutatja az 1 s alatt bekövetkező energiaváltozás nagyságát. Jele: P; mértékegysége: W; kW. $1\,\text{W} = 1\,\frac{\text{J}}{\text{s}}$.

HATÁSFOK

A folyamatokat a „gazdaságosság" szempontjából jellemzi, megmutatja, hogy a befektetett energiának hányad része a hasznos energiaváltozás. Jele: η; mértékegysége nincs. $\eta < 1$.

EGYSZERŰ GÉPEK

Azokat az eszközöket, amelyekkel kedvezőbbé tehető az erőhatás nagysága, iránya, ill. támadáspontjának helye, **egyszerű gépeknek** nevezzük. Egyszerű gépekkel munkát nem takarítunk meg.

VI. fejezet



HŐJELENSÉGEK

1. A HŐTERJEDÉS



124.1. *Mit jelez a fűtőtest fölé helyezett papírkígyó mozgása?*

A HŐÁRAMLÁS

Tapasztalatból tudjuk, hogy a folyadékokban és a gázokban a náluk kisebb sűrűségű anyagok a felhajtóerő miatt felemelkednek. Ez az oka például annak is, hogy a héliummal töltött léggömb a levegőben felszáll.

Ha a folyadék vagy gáz egy részét adott helyen melegítjük, akkor az a melegítés helyén kitágul, sűrűsége kisebb lesz, és ezért felfelé áramlik.

A folyadék vagy gáz melegebb, tehát kisebb sűrűségű része felemelkedik, és helyére hidegebb folyadék vagy gáz kerül. Ezt a jelenséget hőáramlásnak nevezzük.

Hőáramláskor az élénkebben mozgó részecskék elmozdulnak. Ezért nemcsak a melegítés helyén lesz magasabb az anyag hőmérséklete, hanem távolabb is. Ez a hőáramlás addig tart, amíg a folyadékban vagy gázban hőmérséklet-különbség, tehát sűrűségkülönbség van.



124.2. A lombikban a hőáramlást a megfestett víz jelzi.

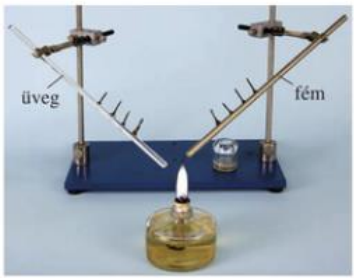
A napsugárzás hatására a levegő a „csupasz" földfelszín felett jobban felmelegszik, mint a vizek vagy erdők közelében. Így az állandó sűrűségkülönbség állandó légáramlást eredményez. Miközben a meleg levegő felfelé mozog, helyébe a földfelszínen hidegebb levegő áramlik. A Föld felszínével párhuzamos légáramlást szélnek nevezzük.

A HŐVEZETÉS

Ha egy fémkanál egyik végét melegítjük, a többi részének is fokozatosan emelkedik a hőmérséklete.

A szilárd testeknél a melegítés helyén bekövetkező élénkebb részecskemozgás fokozatosan átterjed a távolabbi részecskékre is. Ez a jelenség a hővezetés.

A hővezetés közben a szilárd test részecskéi eredeti helyükön maradnak. A szomszédos részecskék kölcsönhatások közben megváltoztatják egymás mozgásállapotát. Tehát **a hővezetés közben az állapotváltozás terjed részecskéről részecskére.**

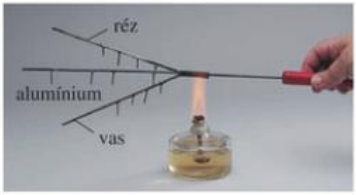


124.3. A szögeket tartó viasz melegítéskor megolvad. A fémrúdról a szögek sorban leesnek, és jelzik az állapotváltozás terjedését.

A fémekben gyorsan terjed ez az állapotváltozás. Ezért a fémeket jó hővezetőnek nevezzük. A különböző fémeknek különböző a **hővezető képessége.**

Az üveg, a fa, a papír, a kőgyapot, a víz, a levegő rossz hővezetők. Ezért az ilyen anyagokat **hőszigetelőknek** nevezzük.

A főzőedényeket a jó hővezetés céljából általában fémből, fülüket viszont hőszigetelő műanyagból készítik. Építkezéseken az üreges téglák alkalmazásával a levegő jó hőszigetelő tulajdonságát hasznosítják.



125.1. A rézben gyorsabban terjed az állapotváltozás, mint a vasban.



125.2. A tégla réseibe zárt levegő jó hőszigetelő. *Nézz utána, hol használják még ki a levegő hőszigetelő hatását!*

A HŐSUGÁRZÁS

Napos téli időben a Nap sugarai akkor is melegítik testünket, ha a levegő hideg. A Nap a fénysugarakon kívül a fényhez hasonló, de szemmel nem látható hősugarakat is kibocsát. Azok a testek, amelyek elnyelik a hősugarakat, felmelegszenek.

A hőterjedésnek azt a módját, melynél a melegedés hősugarak segítségével következik be, hősugárzásnak nevezzük.

A Nap hősugarai a világűrön és a légkörön át jutnak a Földre. A Föld is bocsát ki hősugarakat, ezeket a felhők visszaverik. Ezért van melegebb felhős éjszakákon, mint akkor, ha felhőtlen az ég.

A sötét, érdes felületek nagyobb mértékben nyelik el a hősugarakat, mint a sima, fényes felületek.



125.3. *Miért melegszik fel hamarabb a kormozott lemez, mint a fényes felületű?*

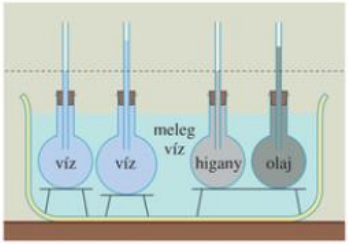
ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Miért jön létre hőáramlás?
2. Mi terjed és hogyan hővezetés közben?
3. Mit nevezünk hősugárzásnak?

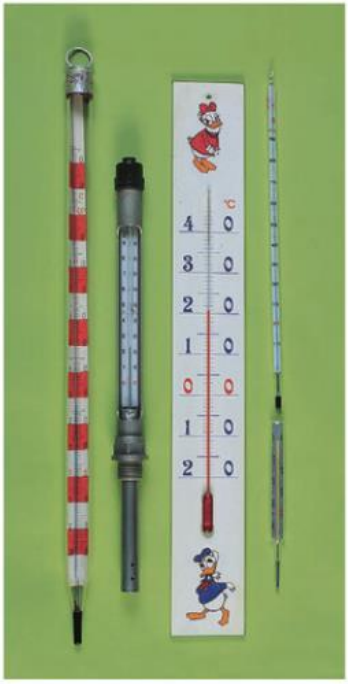
GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Tikkasztó nyári melegben a gólyák sokáig tudnak szárnycsapások nélkül körözni a magasban. Miért?
2. Miért célszerű rétegesen öltözködni télen?
3. Miért padlófűtést és nem mennyezeti fűtést alkalmaznak a családi házakban?
4. A szabadban el tudod-e dönteni bekötött szemmel, merről süt a Nap?
5. Miért tartja sokáig melegen a termosz a beleöntött teát?

2. A HŐTÁGULÁS



126.1. A folyadékok hőtágulásának mértéke az anyagi minőségtől és a kezdeti térfogattól függ, ha a hőmérséklet-változás azonos.



126.2. Különböző célra különböző alakú, skálabeosztású és méréshatárú hőmérőket készítenek.

FOLYADÉKOK HŐTÁGULÁSA

A folyadékok tulajdonságainak vizsgálatakor megállapítottuk, hogy térfogatuk állandó. Ez a megállapítás azonban csak akkor igaz, ha a folyadék hőmérséklete nem változik.

Megfigyelhető, hogy amikor egy folyadékkal teli lombikot melegítünk, a folyadékszint a vékony üvegcsőben emelkedik. Ilyenkor tehát a folyadék térfogata nő.

A folyadékok hőmérsékletének csökkenésekor térfogatcsökkenést figyelhetünk meg.

Tartósabb hőközlés nagyobb mértékű hőmérsékletemelkedést eredményez. Közben a folyadék **térfogata** is nagyobb lesz. Ennek az az oka, hogy a részecskék élénkebb mozgásához nagyobb „hely", nagyobb térfogat szükséges.

A hőmérséklet-változás közben bekövetkező térfogatváltozást **hőtágulásnak** nevezzük.

Kísérlettel megállapítható:

A folyadékok hőtágulása annál nagyobb:
– minél nagyobb a kezdeti térfogatuk, illetve
– minél nagyobb a hőmérséklet-változásuk.
A hőtágulás függ az anyagi minőségtől is.

A folyadékok hőtágulását a gyakorlati életben is figyelembe kell venni. Ezért nem szabad például a benzineskannát vagy az üdítőspalackot színültig megtölteni.

A FOLYADÉKOS HŐMÉRŐ

A hőmérsékletet leggyakrabban folyadékos hőmérővel szokás mérni. Az ilyen hőmérők készítésekor a folyadékoknak azt a tulajdonságát használják fel, hogy térfogatuk a hőmérséklet-változás közben változik. A folyadékos hőmérőknél egy vékony, zárt üvegcsőhöz csatlakozó tartályban folyadék – legtöbbször festett alkohol vagy higany – van.

Ezt a zárt üvegedényt egy skálabeosztással ellátott lapra erősítik, melyről a hőmérséklet leolvasható.

A gyakorlatban elfogadott *Celsius-skálát* Celsius svéd fizikus (1742-ben) vezette be. A Celsius-skála két alappontja a jég olvadáspontja (0 °C) és a víz forráspontja (100 °C). E két alappont közötti távolságot száz egyenlő részre osztják fel, melyből egy-egy rész 1–1 °C-ot jelent. A beosztás a két alapponton túl is folytatható.

A tudományos életben használt Kelvin-skálát Kelvin angol fizikus vezette be. Ennek ugyanolyan a beosztása, mint a Celsius-skálának, csak a nulla pontja (abszolút nulla fok) 273 fokkal alacsonyabban van. Ezért például a 0 °C 273 K-nek felel meg. Az abszolút nulla fok, vagyis a –273 °C, a természetben megközelíthető legalacsonyabb hőmérséklet.



127.1. *Anders Celsius* (1701–1744) svéd fizikus és csillagász.

A LÁZMÉRŐ

A lázmérésnél fontos, hogy a hőmérő tartósan jelezze a mért testhőmérsékletet. Ezért a higanytartály és a kapilláris (hajszálvékony cső) között szűkületet hoznak létre.

A lázmérés után, lehűléskor a higanyszál a szűkületnél fennakad és – amíg le nem rázzuk – mutatja testünk hőmérsékletét.

A lázmérő skáláját célszerűen 35 °C-tól 42 °C-ig készítik, és tized fok pontossággal olvashatjuk le róla a hőmérséklet-értékeket.



127.2. *Miért mutatja tartósan a lázmérő a mért hőmérsékletet?*

A *capillus* – latin szó, jelentése: haj, szőr.

Az egészséges emberi szervezet hőmérséklete 37 °C-nál alacsonyabb. Ilyenkor a szervezet hőtermelése és hőleadása egyensúlyban van. 37–37,5 °C-ig hőemelkedésről beszélünk. 37,5 °C felett a szervezet lázas állapotban van. A láz a szervezet védekezése a betegség ellen. Amikor a testhőmérséklet emelkedik, a szervezet „hőtermelése" nagyobb, mint a „hőleadás", ezt hidegrázásként észleljük.

Állandósult láz esetén testünk hőtermelése és hőleadása ismét egyensúlyba kerül. Mivel azonban ez magasabb hőmérsékleten következik be, rossz közérzettel, károsító hatásokkal is járhat.

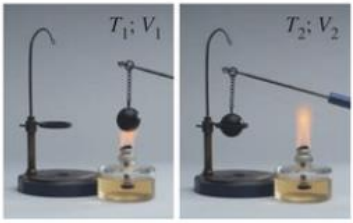
Lázmérésre igen gyakran számkijelzésű lázmérőket használunk. Ezek a lázmérők a hőmérséklet-változás közben bekövetkező elektromos változások alapján mérik a test hőmérsékletét. Így gyorsabban és pontosabban lehet velük mérni.



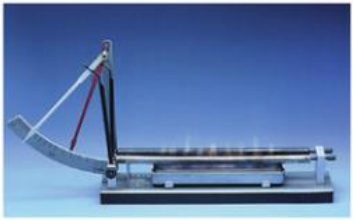
127.3. A láz a betegség egyik jele.



127.4. Számkijelzésű lázmérő.



128.1. $T_1 < T_2$; $V_1 < V_2$
Hogyan érhetjük el, hogy a vasgolyó újra átessen a karikán?



128.2. Különféle fémek hőtágulása azonos feltételek mellett is különböző.



128.3. A hidak hőtágulását lehetővé teszi a fésűs, görgős szerkezet.



128.4. *Nézz utána, miért építenek „lírát" a hosszú csővezetékrendszerbe!*

A SZILÁRD TESTEK HŐTÁGULÁSA

Megfigyelhető, hogy hőmérséklet-emelkedéskor a szilárd testek is tágulnak, hűléskor pedig összehúzódnak.

A hőtágulás a szilárd test részecskéinek mozgásával kapcsolatos. Magasabb hőmérsékleten a részecskék nagyobb tágassággal rezegnek, s így távolabb kerülnek egymástól.

A tartósabb hőközlés nagyobb hőmérséklet-emelkedést eredményez. Közben a szilárd test tágulása is nagyobb.

Kísérlettel megállapítható, hogy:

A szilárd testek hőtágulása annál nagyobb,
– minél nagyobb a kezdeti térfogatuk, illetve
– minél nagyobb a hőmérséklet-változásuk.
A hőtágulás függ az anyagi minőségtől is.

HŐTÁGULÁS A GYAKORLATBAN

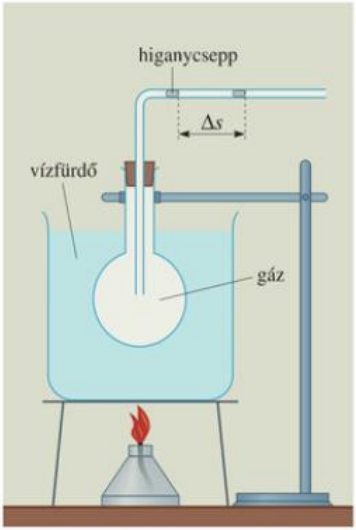
A szabadban levő tárgyak télen lehűlnek, nyáron felmelegszenek. Ezért például a hidak hosszúsága jelentősen változhat. A károsodás megelőzése érdekében a hídszerkezeteket „fésűs csatlakozással" látják el. A fogakkal illeszkedő elemek jól biztosítják a híd károsodás nélküli tágulását vagy összehúzódását. A csak az egyik végén rögzített híd méretváltozásait a másik végén lévő görgős alátámasztásokkal teszik lehetővé.

A szabadban futó csővezetékek is nagy hőingadozásoknak vannak kitéve. Ezért ezekbe megfelelő távolságokra meghajlított csődarabokat – lírákat – építenek be. A csővezeték tágulásakor vagy összehúzódásakor ezek a lírák rugalmasan meghajlanak, s így a csövet nem éri károsodás.

Régen a vasúti sínpályát úgy építették meg, hogy a síndarabok között – a hőtágulás miatt – hézagokat hagytak. A hézagokon áthaladva zakatoltak a kerekek. A „döccenések" azonban rongálták a sínpályát és a vasúti szerelvényt is.

Ma már hegesztett sínpárokat alkalmaznak, amelyeket olyan erősen rögzítenek a „talpfákhoz", hogy a sín nem görbül el a felmelegedés miatt.

A különféle fémek különböző mértékű tágulását hasznosítják a **bimetall** (ikerfém) szalagoknál. Bimetallokat alkalmaznak például egyes hűtő-, fűtő-, világító- és jelzőberendezések kapcsolóiban.



129.1. *Nézz utána, hogyan működtek az első hőmérők!*

A GÁZOK HŐTÁGULÁSA

A gázok kitöltik a rendelkezésükre álló teret. Ha egy lombikban lévő levegőt könnyen mozgó folyadékcseppel elzárunk a külső levegőtől, majd a lombikot melegítjük, a folyadékcsepp kifelé elmozdul. Ebből arra lehet következtetni, hogy **melegítéskor a gázok is tágulnak.**

Kísérlettel megállapítható:

A gázok hőtágulása függ:
– a kezdeti térfogattól,
– a hőmérséklet-változástól,
de független az anyagi minőségtől.

A gázok hőtágulásának mértéke – azonos feltételek mellett – lényegesen nagyobb, mint a folyadékoké vagy a szilárd testeké.

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Mitől függ a szilárd halmazállapotú anyagok hőtágulásának mértéke?
2. Mitől függ a folyadékok hőtágulásának mértéke?
3. Mitől függ a légnemű halmazállapotú anyagok hőtágulásának mértéke?
4. Ismertesd a lázmérő működési elvét!
5. Miben tér el a gázok hőtágulása a szilárd testek és a folyadékok hőtágulásától?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Az anyagok milyen tulajdonságai változnak melegítéskor?
2. A vasbetonban a vasat beton veszi körül. Mi lehet a magyarázata annak, hogy nagy hőingadozáskor sem repeszti meg a betont a benne lévő vas?
3. A járdák betonozásakor adott távolságonként hézagot hagynak. Miért?
4. A régebbi időkben a bognár a szekér kerekére az abroncsot felforrósítva húzta rá. Miért volt célszerű ez az eljárás?
5. Miért nem célszerű a fűtőolajos kannát színültig megtölteni, ha hideg helyiségből melegbe visszük?
6. A befőttesüvegen lévő celofánhártya az üveg lehűlése után homorú lesz. Mivel magyarázhatjuk ezt a jelenséget?

3. HALMAZÁLLAPOT-VÁLTOZÁSOK



130.1. Az anyag halmazállapota nem állandó.

Télen a folyók befagynak. Tavasszal a hó elolvad. Nyáron a strandon hamar megszáradunk a napon. Hajnalban harmatos lesz a növények levele. A víz halmazállapota a természetben gyakran változik.

Az anyagok halmazállapota nem állandó. Termikus kölcsönhatás közben az anyagi részecskék mozgása, kölcsönhatása megváltozik. Ez halmazállapot-változásban is megnyilvánulhat.

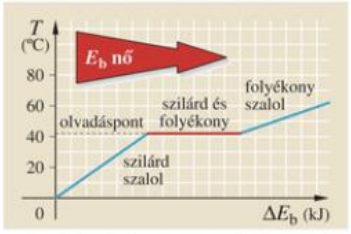
AZ OLVADÁS



A fémeket megolvasztják, mielőtt öntőformába öntik. A jég olvadását gyakran megfigyelhetjük.

Az olvadás olyan halmazállapot-változás, melynek során a szilárd anyag folyékony halmazállapotúvá válik.

Ha a kémcsőbe helyezett kristályos szerkezetű szalolt vízfürdőben melegítjük, akkor annak hőmérséklete egy ideig folyamatosan emelkedik. Amikor a szalol hőmérséklete elérte a 41 °C-ot, olvadni kezd, s közben a hőmérséklete változatlan marad, annak ellenére, hogy belső energiája a melegítés miatt továbbra is nő. Megolvadás után a szalol hőmérséklete ismét emelkedik. Az anyagok többsége olvadáskor a szalolhoz hasonlóan viselkedik, egy, az adott anyagra jellemző hőmérsékleten olvad meg.



130.2. Olvadáskor az anyag hőt vesz fel, ilyenkor a hőmérséklete nem változik.

Olvadás közben az anyagok hőmérséklete nem változik, de belső energiájuk nő.

Azt a hőmérsékletet, melyen a szilárd anyag megolvad, olvadáspontnak nevezzük. A különféle anyagok olvadáspontja különböző.

A különféle anyagú, de azonos tömegű testek megolvasztásakor felvett hő különböző, az anyagra jellemző.

Azt a mennyiséget, amely megmutatja, hogy az adott anyag 1 kg-jának megolvasztásához mennyi hő szükséges, az anyag olvadáshőjének nevezzük.

Az olvadáshő jele: L_o. Mértékegysége: $\frac{\mathbf{J}}{\mathbf{kg}}$; $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$.

Az olvadás közben felvett hőt az olvadáshő és a megolvadt anyag tömegének szorzataként számolhatjuk ki.

$$Q = L_o \cdot m$$

Amikor egy szilárd testet melegítünk, a részecskék egyre nagyobb tágassággal rezegnek, a részecskék közötti kapcsolat gyengül, majd a helyhez kötöttségük megszűnik. Ezért a test térfogata olvadáskor általában nő, sűrűsége pedig csökken.

Van olyan anyag is, amelynek nincs határozott olvadáspontja. Ilyen például a vaj, a viasz, a bitumen, az üveg stb. Ezek az anyagok melegítés közben előbb meglágyulnak, majd fokozatosan olvadnak meg.



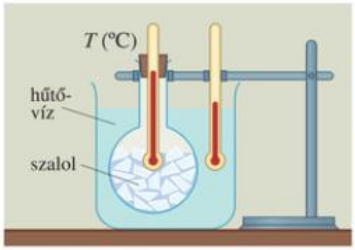
131.1. Melegítéskor az üveg előbb meglágyul, majd fokozatosan melegedve cseppfolyóssá válik.

A FAGYÁS

Öntöttvas tárgyak készítésekor a megolvasztott és formába öntött vas megszilárdul. Hideg téli időben az ereszről lefolyó esővíz jégcsappá változik, a víz megfagy.

A fagyás olyan halmazállapot-változás, amelynek során a folyadékból szilárd halmazállapotú anyag lesz.

Ha a lombikban levő folyékony szalolt hideg vízben hűteni kezdjük, hőmérséklete 41 °C-ig folyamatosan csökken. E hőmérsékleten fagyni kezd. Hőmérséklete mindaddig nem változik, míg az egész szalol szilárd halmazállapotú nem lesz. A hűtővíz hőmérséklete a szalol fagyása közben is folyamatosan nő. Ebből arra következtethetünk, hogy a hűtővíz belső energiája is nő. Ez csak úgy lehetséges, ha fagyás közben a szalol belső energiája csökken. A víz energianövekedése egyenlő a szalol energiacsökkenésével.



131.2. Fagyás közben a szalol belső energiája csökken, a hűtővízé nő.

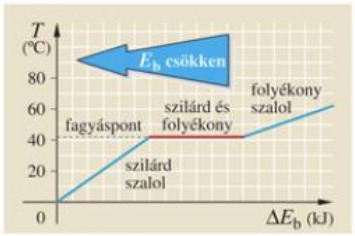
A fagyás egy meghatározott hőmérsékleten következik be, mely anyagonként különböző. **Az a hőmérséklet, amelyen a folyékony anyag megfagy, a fagyáspont.** Egy anyag olvadás- és fagyáspontja megegyezik.

Különféle anyagú, de azonos tömegű folyadékok megfagyásakor különböző mértékű az energiacsökkenés.

Azt a mennyiséget, amely megmutatja, hogy az adott anyag 1 kg-jának megfagyásakor mennyi hő szabadul fel, az anyag fagyáshőjének nevezzük.

Ugyanazon anyag olvadás- és fagyáshője egyenlő, ezért az olvadáskor felvett és fagyáskor leadott hő is azonos módon számítható ki.

Hűtés közben az anyag részecskéi egyre lassabban mozognak, a közöttük levő vonzás erősödik, fagyáskor helyhez kötötté válnak.



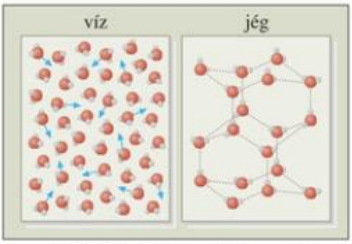
131.3. Fagyás közben az anyag hőt ad le, ilyenkor a hőmérséklete nem változik.

$$Q = L_o \cdot m$$

„Fagyott a gyökér-kamara,
Hó hull reátok és dara.
Rügyet gyilkol jég, zúzmara,
Bosszant szél-ördögök kara:
mi ád okot mégis vigaszra?
– Hogy készülünk az új tavaszra."

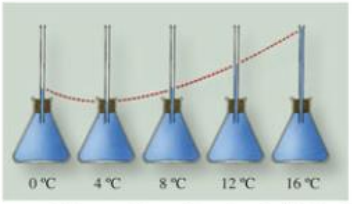
Mécs L.: Beszélgetés a téli fákkal

3D

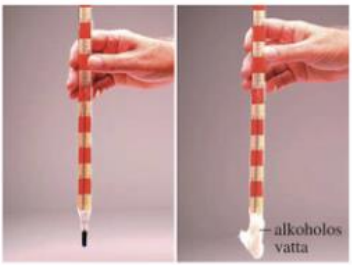




132.1. A jégkristályban a vízrészecskék távolabb vannak egymástól, mint folyékony halmazállapotban.



132.2. *Mit mondhatunk a víz sűrűségéről az ábra alapján?*



132.3. A gyorsan párolgó folyadék lehűti a hőmérőt.



132.4. A kutya a nyelvén keresztül párologtatva hűti testét.

A VÍZ SAJÁTOS VISELKEDÉSE

Ha a téli hidegben a szabadban levő vízvezetékekben megfagy a víz, megrepeszti a csövet. Hasadékaiban megfagyva a sziklát is szétrepesztheti. Őszi mélyszántás után szétmállasztja a talajrögöket, ezáltal a talaj tavaszra lazává, porhanyóssá válik. **A víz térfogata** tehát **fagyáskor nő.** A térfogat növekedésének oka a vízrészecskéknek a víz fagyásakor bekövetkező sajátos elrendeződése.

Fagyáskor a víz sajátosan viselkedik: térfogata nő, sűrűsége csökken. Ezért úszik a jég a vízben. Ugyanazon vízmennyiség térfogata +4 °C-on a legkisebb, sűrűsége ilyenkor a legnagyobb.

Téli időben az állóvizekben a +4 °C-os vízréteg helyezkedik el a legmélyebben. A hidegebb víz felül helyezkedik el, ezért a tó felülről kezd el befagyni. A jég rossz hővezető, ezért a jégréteg alatti melegebb vízben hideg időben is életben maradnak a víziállatok és a vízinövények.

A PÁROLGÁS

A bőrünkön szétkent kölni pillanatok alatt elillan. Nyári zivatar után a víztócsák gyorsan felszáradnak. Ilyenkor a folyadékból légnemű halmazállapotú anyag lesz. Azt mondjuk, hogy a folyadék elpárolog.

A párolgás olyan halmazállapot-változás, amelynek során a folyadék légneművé válik. A párolgás a folyadék felszínén megy végbe.

Párolgáskor a folyadékokból a felszínhez közel kerülő, gyorsan mozgó részecskék „kirepülnek". Mivel ilyenkor a legnagyobb energiájú részecskék hagyják el a folyadékot, ezért a **folyadék belső energiája párolgáskor csökken.** Ezt a folyadék hőmérsékletének csökkenése jelzi. A párolgó folyadék – miközben lehűl – hűti környezetét. Ez az oka, hogy a testünkről párolgó víz hűsít.

A nedves úttest nyáron gyorsabban felszárad, mint ősszel, mert nyáron melegebb van.

Minden folyadék minden hőmérsékleten párolog. A párolgás gyorsabb, ha nagyobb a folyadéknak és a környezetnek a hőmérséklete.

A kiterített nedves ruha hamarabb megszárad, mint az összehajtogatott. A víz ilyenkor nagyobb felületen érintkezik a levegővel, ezért több vízrészecske képes egyidejűleg kilépni a folyadékból. **A párolgás gyorsabb, ha nagyobb a párolgó felület.**

Szeles időben is gyorsabb a nedves testek száradása. Ilyenkor a szél a keletkezett páradús légréteget elviszi, s helyére szárazabb levegő áramlik. **A párolgás gyorsabb, ha kisebb a környező levegő páratartalma.**

A párolgó arcszesz jobban lehűti bőrünket, mint a párolgó víz. Az alkohol párolgási sebessége ugyanis nagyobb, mint a vízé. **A párolgás sebessége függ az anyagi minőségtől is.**



133.1. *Miért teregetik napsütötte, szellős helyre a mosott vizes ruhát?*

A FORRÁS

Amikor teafőzéshez vizet melegítünk, észrevehetjük, hogy a vízben lévő buborékok növekedni kezdenek, majd egy adott hőmérsékleten a víz felszínére emelkednek. A folyadék forrni kezd.

A forrás olyan halmazállapot-változás, amelynek során nemcsak a felszínen, hanem a folyadék belsejében is van párolgás, gőzképződés.

Ha a vizet melegítjük és mérjük a hőmérsékletét, megállapíthatjuk, hogy 100 °C-ig a hőmérséklete folyamatosan nő. Ezt elérve, bár a hőközlést folytatjuk, a hőmérséklet nem változik. Ilyenkor a folyadék belsőenergia-növekedését a halmazállapot-változás jelzi. A víz normál körülmények között mindig ugyanazon a hőmérsékleten, 100 °C-on forr.

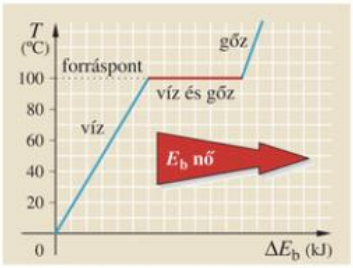
Azt a hőmérsékletet, melyen a folyadék forrni kezd, forráspontnak nevezzük. Különböző anyagok forráspontja más és más.

> Ugyanazon anyag forráspontja változik, ha a külső nyomás változik. Egy anyag nagyobb nyomáson magasabb, kisebb nyomáson alacsonyabb hőmérsékleten forr.

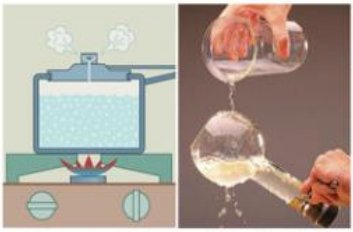
Ha különféle folyadékokból egyenlő tömegűt forralunk, azt tapasztaljuk, hogy teljes elforralásuk különböző mértékű hőfelvétellel jár.



133.2. *A forrás megindulásakor hol képződnek az első buborékok?*



133.3. Forrás közben a folyadék hőmérséklete nem változik.



133.4. *Miért alkalmazunk főzéskor kuktafazekat?*

AZ ANYAG NEVE	FORRÁSPONT (°C)	FORRÁSHŐ $\left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}\right)$
víz	100	2260
alkohol	78	841
benzol	80	391
éter	35	360
higany	357	385

134.1. Néhány anyag forráspontja és forráshője.

$$Q = L_f \cdot m$$

Azt a mennyiséget, amely megmutatja, hogy 1 kg folyadék elforralása közben mennyi „hőt vesz fel", forráshőnek nevezzük.

A forráshő jele: L_f.

Mértékegysége: $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$; $\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$.

A víz forráshője: $L_f = 2260 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$.

A folyadékok elforralása közben bekövetkező hőfelvételt a gőzzé vált anyag tömegének és forráshőjének szorzataként számolhatjuk ki.



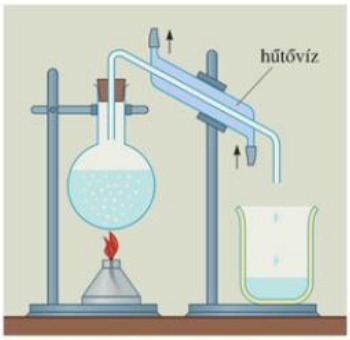
134.2. A hideg üveglapra a gőz lecsapódik. Az apró folyadékcseppek az üveget bepárásítják.

A LECSAPÓDÁS

Télen belépve a meleg szobába, a szemüvegünk bepárásodik. Főzéskor a konyhaablak gyakran párás lesz. A levegőben lévő vízgőz a hideg üvegfelületen lecsapódik, ismét folyadékká válik.

A lecsapódás olyan halmazállapot-változás, amelynek során a légnemű anyagból folyékony lesz.

A lecsapódó gőz energiája csökken, a környezeté nő. Ezt hasznosítják például a **központi gőzfűtésben** is. A forrást és lecsapódást hasznosítjuk különböző forráspontú folyadékok keverékeinek szétválasztásakor. A kőolajból így választják ki a benzint (90 °C), a petróleumot (190 °C), a gázolajat (270 °C).



134.3. Desztilláláskor a vízgőz lecsapódik.

A forrást és a lecsapódást használják fel a folyadékok tisztításakor. Víztisztításkor a forrásban levő víz gőzét hűtött csövön átvezetve a vízgőz lecsapódik. A vízben oldott anyagok nem kerülnek a gőzbe, hanem visszamaradnak az edényben. Ez a folyamat a desztillálás, melynek végterméke a desztillált víz.

A desztillált víz alkalmazásával elkerülhetjük különböző berendezésekben – például az autók hűtőjében, a gőzölős vasalókban – a károsító vízkőképződést.

OLVASMÁNY

Előfordul, hogy egyes szilárd anyagok (pl. a kámfor, a naftalin) közvetlenül légneművé válnak anélkül, hogy előbb folyékony halmazállapotba kerültek volna. Ez a halmazállapot-változás a *szublimáció*. A légfrissítők egy része illatos, szublimáló anyagokat tartalmaz.

Felforr az agyam! Megfővök a saját levemben! – mondjuk panaszosan és tréfásan forró, tikkasztó nyári napokon. Testünk hőmérséklete azonban télen-nyáron egyenlő. Ezt nagymértékben testünk párologtatásának köszönhetjük.

Kísérletet végeztek arra vonatkozóan, mekkora a legmagasabb hőmérséklet, melyet károsodás nélkül elbír az emberi szervezet. Kiderült, hogy igen lassú felhevítés mellett, száraz levegőben az emberi szervezet rövid ideig 100 °C feletti hőmérsékletű környezetet is elvisel. Ilyenkor a szervezet bőséges verejték kiválasztásával védekezik a test felmelegedése ellen. Ez történik szaunázás közben.

A párolgás Földünk vízháztartásának egyik legfontosabb tényezője. A szabad vízfelszínek, a hótakaró, a nedves talaj állandóan párolog. A növények életműködésében is jelentős szerepe van a párolgásnak. Az időjárási helyzetek kialakulását a természetben végbemenő párolgási folyamatok nagymértékben meghatározzák.

A levegőben mindig van vízgőz, amely nem látható, színtelen anyag. Csak akkor válik láthatóvá, ha a hidegebb levegőre kiáramolva parányi vízcseppekké áll össze.

A levegő páratartalma változhat. A meleg levegő több vízgőzt tud befogadni, mint a hideg. Ha a páradús meleg levegő a magasba emelkedik, lehűl. A vízgőz a hidegebb légrétegekben lecsapódik, sok apró vízcseppé és jégkristállyá áll össze. Ezek alkotják a felhőt.

A jégkristályok egymáshoz tapadnak, megnagyobbodnak és kihullanak a felhőkből. Útközben többnyire elolvadnak, és eső formájában hullanak a földre. Ha a jégkristályok nagyobb méretűek, gyorsabban esnek a Föld felé, és nincs idő a megolvadásukra. Ekkor keletkezik a jégeső. Akkor sem olvadnak meg a jégkristályok, ha a légkör hőmérséklete 0 °C alatti. Ilyenkor alakulnak ki a hópelyhek.

Éjszaka, ha erős a talaj lehűlése, a levegőből vízgőz csapódik le a tárgyakra *harmat* alakjában.

Fagypont alatt a harmat megfagy, és *dér* lesz belőle.

Lecsapódáskor a gőz folyékony halmazállapotba megy át. Tapasztalat szerint a gőzrészecskék folyadékcseppekké sűrűsödése csak akkor kezdődik meg, ha a gőztérben parányi szennyeződések vannak. Ezeket



135.1. A felhő apró vízcseppekből és jégkristályokból áll.



135.2. A természet alkotásai csodálatosak.



135.3. A jégkristályok változatos alakú hópelyhekké állnak össze.

kondenzációs magoknak szokták nevezni. Ilyenek lehetnek a gőztérben levő porszemek, koromszemcsék, ionok stb.

A nagyvárosokban gyakori **füstködben** (*szmog*ban) vagy a repülőgépek útját jelző *„kondenzcsíkban”* koromszemcsék a kondenzációs magok.

3D



136.1. Kondenzcsíkot húzó repülőgép.



136.2. Nagyvárosokban gyakori a füstköd.

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Mit nevezünk olvadásnak és fagyásnak?
2. Mi az olvadáspont és fagyáspont? Mit tudsz róluk?
3. Milyen hőmérsékleten a legnagyobb a víz sűrűsége?
4. Hogyan változik a víz térfogata fagyás közben?
5. Mi a párolgás? Mitől függ a párolgás sebessége?
6. Mi a forrás? Mi a különbség a forrás és a párolgás között? Mi a forráspont?
7. Mit nevezünk lecsapódásnak?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Milyen gyakorlati jelentőségeit ismered az anyagok halmazállapot-változásainak?
2. Nevezz meg különböző fémeket, és táblázat segítségével állítsd sorba azokat olvadáspontjuk növekedése szerint!
3. Megolvasztható-e egy ólomdarab egy alumíniumedényben? Miért?
4. Mennyivel növeli a környezet energiáját 10 kg víz, miközben megfagy?
5. Tölts meg egy poharat színültig vízzel! Fedd le a tetejét egy kartonlappal, majd tedd be a mélyhűtőbe, és várd meg, amíg megfagy a víz! Figyeld meg, hogyan változott meg a kartonlap helyzete és a víz felszíne! A tapasztaltak alapján adj magyarázatot arra, miért nem szabad a folyadékkal teli üveget lezárva betenni a mélyhűtőbe!
6. Mivel magyarázható, hogy a párolgás minden hőmérsékleten végbemegy?
7. A forró tea hamarabb kihűl, ha fújod. Miért?
8. Miért viseljük el a nagy hőséget száraz levegőben könnyebben, mint nedvesben?
9. Mi van a forrásban lévő vízből felszálló buborékokban?



3D

10. Mennyi a hőfelvétel 1 kg 100 °C-os víz teljes elforralása közben?

11. Hol és hogyan hasznosítják az iparban a forrás és lecsapódás jelenségét? Hogyan készül a desztillált víz?

12. Miért kell télen fagyálló folyadékot keverni az autók hűtővizéhez?

13. Miért van a hajszárítóban ventilátor és fűtőszál?

14. Mitől lesz tavaszra porhanyós az őszi szántás?

15. Keress a víz különböző halmazállapotaira és halmazállapot-változásokra utaló kifejezéseket József Attila *Flóra* című versében!

„Roskad a kásás hó, cseperészget a bádogeresz már,
elfeketült kupacokban a jég elalél, tovatűnik,
buggyan a lé, a csatorna felé fodorul, csereg, árad."

OLDJUNK MEG FELADATOKAT!

1. Mennyi hőfelvétellel jár együtt egy 15 kg-os 0 °C-os jégtömb megolvasztása?

A jég olvadáshője: $340 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$.

$m = 15\ \text{kg}$

$L_o = 340 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

$Q = ?$

Következtetéssel:

1 kg	340 kJ
15 kg	$15 \cdot 340$ kJ

$Q = \mathbf{5100\ kJ}$

Képlettel: $Q_b = L_o \cdot m = 340 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 15\ \text{kg} = \mathbf{5100\ kJ}$

2. Mennyi hőfelvétellel jár együtt, ha desztilláláskor 5 liter 100 °C-os vizet elforralnak?

$V = 5\ \ell \rightarrow m = 5\ \text{kg}$

$T = 100\ °\text{C}$

$L_f = 2260 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

$Q = ?$

Következtetéssel:

1 kg	2260 kJ
5 kg	$5 \cdot 2260$ kJ

$Q = \mathbf{11\ 300\ kJ}$

Képlettel: $Q = L_f \cdot m = 2260 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 5\ \text{kg} = \mathbf{11\ 300\ kJ}$

SZÁMÍTSD KI!

1. Mekkora a hőfelvétel, miközben 20 kg 0 °C-os jégből 0 °C-os víz lesz?

2. Melyik folyamat jár nagyobb hőfelvétellel: ha 2 kg olvadásponton lévő vasat, vagy ha 2 kg olvadásponton lévő konyhasót olvasztunk meg?

3. Számítsd ki, mekkora energiaváltozással jár, miközben 3 liter 100 °C-os vízből 100 °C-os vízgőz lesz!

4. AZ OLDÓDÁS NEM OLVADÁS! (Kiegészítő anyag)

3D



138.1. A teában a cukor feloldódik.

Ha vízbe dobunk egy kockacukrot, feloldódik. Ha melegítjük, megolvad. Az oldódást és az olvadást gyakran összetévesztik, pedig lényegesen különböző változásokról van szó.

Mint tanultuk, az olvadás halmazállapot-változás, melynek során ugyanaz az anyag szilárd halmazállapotból folyékony halmazállapotba kerül.

Oldódásról leggyakrabban szilárd és folyékony anyagok kölcsönhatásakor beszélünk. A cukor és a víz kölcsönhatásakor pl. a cukor részecskéi elkeverednek a víz részecskéi között. Ilyenkor a szilárd anyag az **oldandó anyag** (pl. cukor), a folyadék az **oldószer** (pl. víz), a keletkezett elegy az **oldat** (pl. cukros víz). A folyamatot keveréssel gyorsíthatjuk. Keveréskor a szilárd anyag közvetlen közelében levő, több oldott anyagot tartalmazó folyadék távolabb kerül, helyére kevesebb oldott anyagot tartalmazó folyadék áramlik, így az oldódás felgyorsul. Azt az oldatot, amelyik még képes további oldandó anyagot feloldani, **telítetlen oldatnak,** amelyik nem, azt **telített oldatnak** nevezzük.



138.2. A tengervíz elpárologtatásával nyert só hasznosítható.

Vannak **oldatok** (mint a sós víz, a cukros tea), melyeknél fizikai változásokkal – pl. lepárlással, kiszárítással, szűréssel, kristályosítással stb. – visszanyerhető a feloldott szilárd anyag.

Sok esetben az oldás közben kémiai változás is létrejön (pl. mészoltás), ezért az oldott anyag fizikai folyamatokkal nem nyerhető vissza.

Legfontosabb oldószerünk a víz. Vannak azonban olyan anyagok is (pl. a paraffin, a zsír), melyek vízben nem oldódnak.

Számos más oldószert is ismerünk (pl. benzin, alkohol, olaj). A vegyipar, a gyógyszeripar nagyon sokféle oldószert alkalmaz. Bizonyos gyógyszereket pl. csak olajban feloldva tudnak a szervezetbe juttatni. Vannak olyan vitaminok is, melyek csak zsírban oldódva fejtik ki jótékony hatásukat.



138.3. A benzinben a zsír jól oldódik.

A mosószerek, szappanok oldásakor olyan oldatok keletkeznek, melyekkel a felületekhez tapadó részecs-

kék (pl. szennyeződések) feloldhatók. Ezért használunk fürdéskor szappant.

A gyakorlatban különböző halmazállapotú anyagok sokféle keverékét hozhatjuk létre. A levegő például olyan gázelegy, amely az oxigén, a nitrogén, a szén-dioxid, a vízgőz és különböző nemesgázok keveréke. A levegőben szilárd halmazállapotú részecskék: por, korom, virágpor stb. is találhatók.

Folyadékokban is szoktunk gázokat oldani, például amikor szódavizet készítünk. Biológiai szempontból rendkívül jelentős az oxigénnek vízben történő oldása. Ez teszi lehetővé a halak életműködését a vízben.

Folyadékok keverékeit (pl. alkoholok, savak vizes oldatait) is gyakran alkalmazzuk. Olyan folyadékok is vannak, melyek egymásban nem oldhatók (pl. a higany és a víz). Az olaj és a víz is két egymásban oldhatatlan folyadék.

A természetben rendkívül káros a vizek olajszennyezése, mert a folyók, tavak, tengerek felszínét az olaj elzárja a levegőtől, és ennek következtében ezeknek a vizeknek az élővilága elpusztul.

Természetes vizeink szennyezése veszélyezteti ivóvízkészletünk tisztaságát is. A tiszta víz az élet feltétele.



139.1. A mosó- és mosogatószerek oldatai jól oldják a zsírokat, olajokat.



139.2. A vízben oldott oxigén nélkül a halak elpusztulnak.



139.3. Jövőnk egyik legnagyobb veszélyforrása a környezetszennyezés.

5. HŐERŐGÉPEK (Kiegészítő anyag)



140.1. Munkaeszközök

Az emberek, hogy munkájukat megkönnyítsék, különféle **munkaeszközöket** és **munkagépeket** használnak. A munkaeszközöket munkagépekbe építik, melyek működéséhez szükséges nagyobb erőhatásokat ma már **erőgépek** fejtik ki.

Igen fontos erőgépek a **hőerőgépek**. Ezeknél a tüzelőanyag elégetése jár olyan változásokkal, amelyek következtében a gép képes erőhatást kifejteni és munkát végezni.

A munkagép a munkaeszközök mozgatásával, az erőgép a munkagép működtetésével végez munkát.

3D



140.2. Gőzgép a 19. századból

Hőerőgépek például: a gőzgép, a benzinmotorok, a dízel-motorok, a gázturbinák, a rakétamotorok.

Ezek **kifejlesztése óriási lendületet adott az ipar, a technika, a közlekedés és ezen keresztül a társadalom fejlődésének.**

A DUGATTYÚS GŐZGÉP

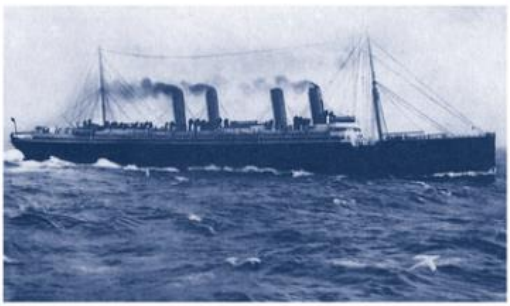
Az alexandriai Hérón már Kr. e. 120 körül készített olyan berendezést, melyet kiáramló gőz forgatott. Találmányát azonban nem hasznosították, mivel akkor még olcsó volt a rabszolga, és nem voltak fejlett munkagépek. A 16. században a termelés fejlődése tette szükségessé a munkagépek és nagy teljesítményű erőgépek megalkotását.

A gőzgépek ipari célokra történő felhasználásával először a francia **Denis Papin** [ejtsd: döni papen]

3D 3D 3D



140.3. Gőzmozdony



140.4. Régen a hajókat is gőzgép hajtotta.

(1647–1712) próbálkozott. Az ő elgondolásait hasznosította és fejlesztette tovább az angol **Newcomen** [ejtsd: nyukámen] 1705-ben. Gépéhez külön kazánban állította elő a gőzt és vezette egy munkahengerbe, melyben a gőz munkát végzett.

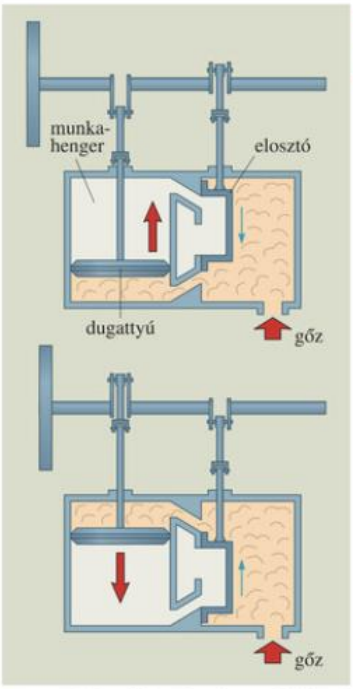
A gőzgép mai formáját **James Watt** angol tudós alakította ki. Találmányát napjainkban is a „gépkorszak" egyik legnagyszerűbb alkotásának tekintik.

Minden gőzgép lényeges része a kazán, ahol a gép működéséhez szükséges gőzt fejlesztik. A tüzelőanyag elégetésével előállított magas hőmérsékletű és nagy nyomású gőz munkavégzésre képes. Az ún. **munkahengerben** jön létre a kölcsönhatás a jól záró dugattyú és a gőz között.

A dugattyú mozgásának iránya azáltal változik, hogy a dugattyú elé, majd mögé egy elosztó segítségével gőzt vezetnek. Így a **dugattyú** „ide-oda" mozgást végez. A dugattyúrúd egy csuklós hajtókaron át hozza létre a célnak megfelelő forgómozgást.

A nagy nyomású, forró gőz miközben munkát végez, kitágul – energiája csökken – lehűl. Ez az ún. „fáradt gőz" a gőzgépekből a szabadba távozik.

A dugattyús gőzgép működése közben jelentősek a mechanikai energia- és hőveszteségek, hatásfoka kb. 10%. Ezért ma már nagyon ritkán használják.



141.1. A Watt-féle gőzgép modelljének metszeti rajza

A GŐZTURBINA

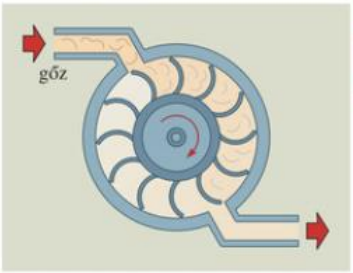
A dugattyús gőzgépeknél a veszteségek nagy része abból adódik, hogy a dugattyú haladó (ide-oda) mozgását forgómozgássá kell alakítani.

Célszerűvé vált egy olyan gép készítése, melynél a gőz közvetlenül forgómozgást hoz létre.

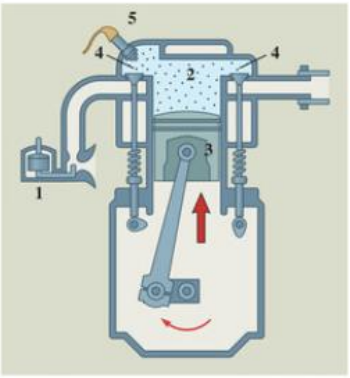
A **gőzturbina** hajtóműve egy ferde helyzetű lapátokkal ellátott kerék. Erre vezetik rá a kazánból a fúvókákon át a nagy sebességgel áramló gőzt. Ez a gőzsugár – a lapáttal való ütközés közben – erőhatásával forgásba hozza a turbinakereket.

A gőzturbina hatásfoka eléri a 30%-ot, teljesítménye pedig több száz megawatt lehet. Ezért alkalmazzák még ma is pl. elektromos generátorok forgórészének meghajtására.

A *turbina* – latin-francia eredetű szó.
A *turbo* – latin szó, jelentése: forgás, csavarodás.



141.2. Az áramló gőz közvetlenül hozza forgásba a turbina kerekét.



142.1. Benzinmotor metszeti rajza. Porlasztó (1); munkahenger (2); dugattyú (3); szelepek (4); gyújtógyertya (5).



142.2. Egy korszerű benzinmotor metszete.

A BENZINMOTOROK

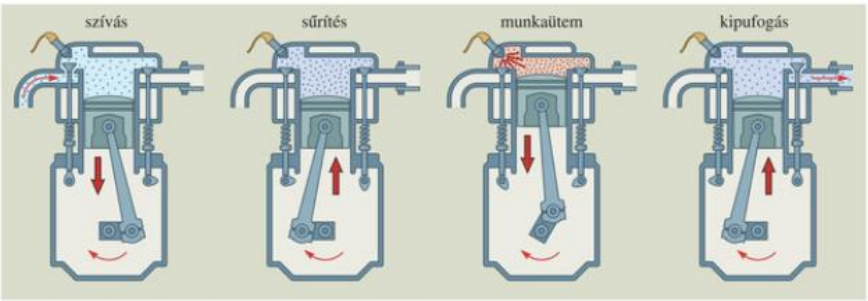
A hőerőgépek között vannak olyanok is, melyeknél az üzemanyagot nem különálló kazánban, hanem a munkahengerben égetik el. Az ilyen típusú hőerőgépeket **belső égésű motoroknak** nevezzük. Ezeknél a berendezéseknél csak légnemű vagy folyékony üzemanyag alkalmazható (gáz, levegővel kevert olaj, benzin stb.). A gépkocsigyártást forradalmasító, első belső égésű motort 1878-ban a német **Nikolaus Otto** készítette. Ezért ezeket a motorokat gyakran Otto-motoroknak is nevezik.

A belső égésű motor főbb részei:

– a porlasztó, illetve a modern motorokban injektor,
– a munkahenger,
– a dugattyú,
– a szelepek,
– a gyújtógyertya.

Az ilyen motor működésében négy jellegzetes szakasz, azaz ütem van:

– **Az első: a szívás üteme.** A dugattyú kifelé mozog, a nyitott szívószelepen keresztül föléje levegővel kevert benzingőz áramlik.
– **A második: a sűrítés üteme.** Ekkor mindkét szelep zárt, a dugattyú befelé mozog, s az üzemanyagot összesűríti.
– **A harmadik: a munka üteme.** Mindkét szelep zárt állása mellett – a gyújtógyertya elektromos szikrával meggyújtja az üzemanyagot, melyből robbanás közben kb. 1500 °C-os nagy nyomású



142.3. A négyütemű benzinmotor működésének jellegzetes szakaszai.

gáz lesz. Ez a gáz kifelé nyomja a dugattyút, amely így munkát képes végezni.

– **A negyedik: a kipufogás üteme.** A dugattyú befelé mozog, és a nyitott kipufogószelepen keresztül az égéstermék a szabadba távozik.

A négy ütem alatt a motor főtengelye két fordulatot tesz meg, s ez a folyamat sorozatosan ismétlődik. A munkaütemen kívüli másik három ütemben a dugattyú a rendszer tehetetlensége miatt mozog tovább.

A motor főtengelyéhez általában több henger csatlakozik. Közülük valamelyik mindig munkaütemben van. Ezáltal lesz a motor járása egyenletes.



143.1. A kombájnokat dízelmotor hajtja.

A DÍZELMOTOROK

A dízelmotorok a szívás ütemében tiszta levegőt szívnak be. A levegőt nagymértékben összesűrítik, aminek következtében az felmelegszik. Ezután gázolajat permeteznek a hengerbe. **A forró levegőben a gázolaj meggyullad, nagynyomású gázzá ég el, mely a dugattyún munkát végez. A dízelmotor üzemeltetése gazdaságos, hatásfoka 30–40%.**



143.2. Gázturbina javítása

A GÁZTURBINÁK

A **gázturbinák** működési elve a gőzturbinákéhoz hasonló. Itt az égéstérben porlasztott üzemanyagot égetnek el. A közben keletkező **nagynyomású gáz a turbinalapátokra áramlik, s forgásba hozza a turbinakereket.**

Mivel ezeknek a turbináknak a súlya viszonylag kicsi, repülőgépekben alkalmazzák. A gázturbinák hatásfoka 15–35%.



143.3. A korszerű repülőgépeknek sugárhajtású motorja van.

A SUGÁRHAJTÁSÚ MOTOROK

Az 1940-es években a gázturbinákból fejlesztették ki a sugárhajtású motorokat. Ezeknél az **égéstérben keletkezett nagynyomású gáz egyik része a turbinát működteti, másik része a motor végén elhelyezett fúvókákon keresztül áramlik ki a szabadba.** A kiáramláskor a gáz a hatás–ellenhatás törvényének megfelelően tolja előre a repülőgépet (sugárhajtás).



143.4. Hordozórakéta



144.1. Egy „többlépcsős” rakéta kilövése.



144.2. Rakétahajtómű.

A RAKÉTAMOTOROK

A **rakéták** abban különböznek a sugárhajtású gépektől, hogy az **üzemanyag elégetéséhez szükséges oxigént is magukkal viszik.** Ezáltal légritka térben is működnek.

Legegyszerűbb típus a folyékony üzemanyagú rakéta. Ezek üzemanyaga kerozin vagy alkohol, az égéshez cseppfolyós oxigént alkalmaznak. A fúvókákon kiáramló gázok sebessége kb. 2000–2500 $\frac{m}{s}$. Egy rakétamotor nem elegendő ahhoz, hogy a rakéta a kozmikus sebességet (8000 $\frac{m}{s}$, illetve 11 000 $\frac{m}{s}$) elérje. Ehhez már többlépcsős rakétára van szükség. Az első „lépcsőt” vagy fokozatot üzemanyagának elégése után lekapcsolják, ezáltal a rakéta tömege jelentősen csökken. Így a második fokozat már kisebb tömegű testet gyorsít tovább.



144.3. Űrrepülőgép kilövése.

ELLENŐRIZD TUDÁSOD!

1. Milyen hőerőgépeket ismersz?
2. Melyek a gőzgép főbb részei?
3. Mekkora a hatásfok a gőzgépek alkalmazásánál?
4. Hogyan működik a gőzturbina?
5. Melyek a négyütemű benzinmotor főbb részei?
6. Sorold fel a négyütemű benzinmotor működési ütemeit!
7. Ismertesd a dízelmotor működési elvét!
8. Hogyan működik a gázturbina?
9. Mit nevezünk sugárhajtásnak?
10. Hogyan működik a rakétamotor?
11. Miért szennyezik a környezetet a hőerőgépek?

GONDOLKOZZ ÉS VÁLASZOLJ!

1. Ha egy gőzgép működéséhez 100 kg szenet tüzelnek el, hány kilogramm szolgálja a hasznos energiaváltozást?
2. Miért bordázott a motorkerékpárok hengerének külső felülete?
3. Mi célt szolgál az autókban alkalmazott hűtővíz?
4. Nézz utána, hogyan működik a gépkocsi porlasztója!
5. Tudakold meg, mi célt szolgál és mit tartalmaz az autók zöldkártyája!
6. Sorolj fel környezetkárosító folyamatokat a hétköznapi életből! Te hogyan tudnád ezek káros hatását csökkenteni?
7. Ismertesd környezetvédő tevékenységedet!
8. Rendezzetek vitát! Kinek a felelőssége a környezetvédelem?
   Egy-egy csoportban képviseljétek az alábbi véleményeket, adjátok elő az érveiteket, majd beszéljétek meg közösen is!

   A környezetvédelem a
   – a tudomány;
   – a kormány;
   – az egyén;
   – az üzleti körök;
   – az egész társadalom felelőssége.
9. Környezetvédők mondják: Az emberi magatartásnak is van „tehetetlenségi törvénye". Szerinted mit jelenthet ez?
10. Nézzetek utána, és készítsetek kiselőadást vagy prezentációt Csonka János és Kármán Tódor életéről és munkásságáról!

A HŐERŐGÉPEK ÉS A KÖRNYEZETVÉDELEM

Az iparban, a mezőgazdaságban vagy a közlekedésben alkalmazott erőgépek többsége külső vagy belső égésű hőerőgép.

Legtöbbször az elektromos áram is különféle tüzelőanyagok (pl. szén, olaj, gáz) elégetésével állítható elő a következők szerint:

Gőzfejlesztő
▼
Gőzturbina
Generátor
▼
Távvezeték-rendszer
▼
Fogyasztó





Mivel az **elégetett tüzelőanyagok nagymértékben szennyezik a környezetet, ezért energiatakarékossággal csökkenthetjük a környezetszennyezést.**

A gőzgépek ma már korszerűtlenek, használatuk nem kívánatos.

A gázgépeknél is **katalizátorok, szűrőberendezések** alkalmazásával igyekeznek a légszennyezést csökkenteni. Olyan erőműveket lenne célszerű létesíteni, amelyek környezetkímélők és jó hatásfokkal működnek. Ilyenek lehetnek a **naperőművek, szélerőművek, hegyvidéki vízi erőművek** vagy az **atomreaktorok.**

Az emberi környezet védelme mindannyiunk feladata!

Fizikai ismereteink alkalmazásával az alábbi három legfontosabb területen szolgálhatjuk a környezetvédelmet:

1. Energia- és anyagátalakítások korszerűsítése.
2. Energia- és anyagtakarékos technikák kidolgozása.
3. Konkrét környezetvédelmi feladatok megoldása: pl. a víz, a talaj, a levegő szennyezettségének mérése, csökkentése.







A levegő szennyezésével kapcsolatos legfontosabb problémák a következők:

– A tüzelőanyagok elégetése során a **légkörben felhalmozódik a szén-dioxid.** Ez a gáz is hozzájárul az ún. „üvegházhatás" fokozódásához, ami a Föld felmelegedését okozza.

– Egyes régi típusú hűtőberendezésekből, klímaberendezésekből, spray-kből a **levegőbe kerülő freongáz elvékonyítja a légkör ózonrétegét,** s emiatt a Napból több káros ultraibolya sugárzás jut a Földre.







– Az erőművekből, az ipari üzemekből, a közlekedő gépkocsikból kén-dioxid, nitrogén-oxidok jutnak a légkörbe. Ezek a gázok önmagukban is mérgező hatásúak, a levegőben levő párával pedig savakat képeznek. Ezekből keletkezik a **savas eső.**

A savas esők számos kárt okoznak. Pusztítják az erdőket és az állóvizek halállományát, rongálják az épületeket, műemlékeket.

– A régi típusú benzinmotorokba – a robbanóerő fokozása, valamint a motorkopás csökkentése végett – ólomvegyületeket adagoltak. Ezekből a magas hőmérsékleten a motorban ólom-oxid lett, amely **a kipufogógázzal a levegőbe jutott.** (Becslések szerint 1 tonna benzin felhasználásakor régen kb. 0,6 kg ólom jutott a levegőbe.) Ezáltal azonban nemcsak a levegő, de a vizek, a talaj, az élelmiszerek is szennyeződnek. Ha az ólom bejut **az élő szervezetekbe, súlyos betegségeket idéz elő.**

Hazánkban 1999. április 1. óta nem forgalmaznak ólmozott benzint. Az **ólommentes benzin** gazdaságos előállítását Oláh György magyar származású Nobel-díjas kémikus munkásságának köszönhetjük.

A levegő, a víz, a talaj szennyezése nem ismer országhatárokat, ezért jövőnk érdekében minden embernek kötelessége tevékenységeit úgy alakítani, hogy környezetét védje, abban minél kevesebb kárt okozzon!

Az alábbi üzenetet 104 Nobel-díjas tudós írta:

„Mi, alulírottak, a világ vezető tudósai, ezennel óva intjük az emberiséget attól, aminek elébe kell néznie. Amennyiben nem akarjuk, hogy megszámlálhatatlan embertömegek életkörülményei nyomorúságossá váljanak, és meg akarjuk akadályozni, hogy globális hazánk, a Föld jóvátehetetlenül megkárosodjék, gyökeresen változtatnunk kell azon, ahogyan jelenleg a Földdel és a Földön kialakult élettel gazdálkodunk."

MIT TEHETÜNK A KÖRNYEZETÜNK VÉDELMÉÉRT?

TAKARÉKOSKODJUNK AZ ENERGIÁVAL!

- Vásároljunk energiatakarékos berendezéseket!
- Hőszigeteléssel csökkentsük a lakásunk hőveszteségét!
- Éjszakára csökkentsük a fűtést!
- Feleslegesen ne hagyjuk nyitva a hűtőszekrény ajtaját!
- Mossunk minél alacsonyabb hőmérsékleten!
- Mosószerből a lehető legkevesebbet használjunk, és ha lehet, foszfátmentes mosóport vásároljunk!
- Gépkocsi használata helyett utazzunk tömegközlekedési eszközön, gyalogoljunk vagy kerékpározzunk!
- Ne fogyasszunk feleslegesen vizet, áramot, gázt!



NE SZEMETELJÜNK!

A szemetelés nemcsak esztétikailag káros. Ha másokat látunk szemetelni, szóljunk rájuk! Szedjük fel az elszórt szemetet, különösen, ha az erdőkben, parkokban, folyóparton vagy tavak mentén található!

Az élelmiszereket tároljuk újrafelhasználható dobozokban, ne fóliában! Használjunk minél kevesebb műanyag bevásárlótáskát, helyettük hagyományos vagy papírtáskákat alkalmazzunk!

Ne igyunk egyszer használatos poharakból, ne vásároljunk ilyeneket!

Gyűjtsük össze az elhasznált elektromos telepeket, elemeket, akkumulátorokat, újságpapír-hulladékot, és vigyük el a gyűjtőhelyekre!

Gyűjtsük szelektíven a szemetet, mert segíti az anyagok újrafelhasználását!

Minél kevesebb vegyszert és más környezetkárosító anyagot használjunk a háztartásban!



ÜLTESSÜNK FÁKAT!

A fák csökkentik az éghajlati felmelegedést, szén-dioxidot fogyasztanak, oxigént fejlesztenek, árnyékot adnak, vizet párologtatnak, szépítik környezetünket.



KERESD A MEGOLDÁST!

Hogyan lehetne kísérlettel meghatározni egy szilárd test anyagának a fajhőjét?

1. Tudjuk, hogy a fajhő megmutatja, hogy 1 kg tömegű anyag 1 °C-os hőmérséklet-változása mekkora energiaváltozással jár.

   Feltevés: Ezt egy konkrét anyagra vonatkozóan legegyszerűbben termikus kölcsönhatás segítségével határozhatjuk meg.

2. Ha ismerjük a test által felvett vagy leadott hőt, a test tömegét és hőmérséklet-változását, akkor a fajhő kiszámolható a

   $$Q = c \cdot m \cdot \Delta T \quad \text{összefüggésből.}$$

   Egy termikus kölcsönhatás során a felvett és leadott hőmennyiségek egyenlők.

   Kísérletünkben határozzuk meg a vas fajhőjét.

   Szükséges eszközök: egy vaskulcs, víz, hőmérő, egy félliteres műanyag- vagy üvegedény, mérleg.

3. A felmelegített vaskulcsot beletesszük a hideg vízbe, és meghatározzuk a víz és vas hőmérséklet-változását.

   Mérjük meg a vaskulcs tömegét: $m_k = 8\ \text{dkg} = 0{,}08\ \text{kg}$.

   Tegyük forrásban levő vízbe a kulcsot, és tartsuk ott körülbelül 5 percig. Eközben a befőttesüvegbe öntsünk 2 dl vizet, és mérjük meg a hőmérsékletét.

   $$V_v = 2\ \text{dl}, \quad m_v = 0{,}2\ \text{kg}, \quad T_v = 20\ °\text{C}, \quad c_v = 4{,}2\ \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot °\text{C}}.$$

   Öntsük le a kulcsról a forró vizet, majd egy fogó segítségével óvatosan helyezzük az üvegben lévő vízbe. Feltételezzük, hogy a kulcs hőmérséklete ekkor $T_k = 100\ °\text{C}$. Tartsuk a hőmérőt a vízben, és figyeljük a hőmérsékletének a változását. Amikor a víz hőmérséklete már nem változik tovább, olvassuk le a vas és víz közös hőmérsékletét: $T_{\text{közös}} = 23\ °\text{C}$.

   A víz által felvett hő:

   $$Q_{\text{fel}} = 4{,}2\ \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot °\text{C}} \cdot 0{,}2\ \text{kg} \cdot (23\ °\text{C} - 20\ °\text{C}) = 2{,}52\ \text{kJ}.$$

   Mivel

   $$Q_{\text{fel}} = Q_{\text{le}}, \quad \text{és} \quad Q_{\text{le}} = c_k \cdot m_k \cdot (T_k - T_{\text{közös}}),$$

   ebből

   $$c_v = \frac{Q_{\text{fel}}}{m_k \cdot (T_k \cdot T_{\text{közös}})_v} = \frac{2{,}52\ \text{kJ}}{0{,}08\ \text{kg} \cdot 77\ °\text{C}} \approx 0{,}4\ \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}.$$



4 Tehát termikus kölcsönhatás segítségével a vas fajhője meghatározható. A kapott eredményt hasonlítsuk össze a táblázatban található fajhővel! Egy kis eltérést tapasztalunk. Ennek egyik oka az, hogy a kulcs nemcsak a vizet, hanem a tartóedényt és a környezetét is melegítette. Másik oka lehet az, hogy a kulcs kezdeti hőmérsékletét nem tudtuk egész pontosan meghatározni.

Gondolkozzunk el azon, hogyan lehetne ezeket a hibaforrásokat kiküszöbölni!

FELADATOK

1. Üres műanyag flakon tetejére húzz egy léggömböt, majd a flakont állítsd meleg vízbe! Figyeld meg, mi történik a léggömbbel! Magyarázd meg a jelenséget!
2. Tegyél egy pohár csapvízbe 3-4 db jégkockát! Hogyan változik meg a víz szintje, miután a jég megolvad benne? Magyarázd meg a tapasztaltakat! Mit tapasztalsz akkor, ha egy vasdarab is belefagyott a jégbe?
3. Tervezz és készíts hőlégballont egyszerű eszközökkel, és magyarázd meg a működését!
4. Keress megoldást arra, hogyan lehetne a napsugárzást épületek fűtésére felhasználni!
5. Nézz utána, hogyan érhető el, hogy a felhőkből biztosan hulljon eső!
6. Nézz utána, mi az üvegházhatás, és mi az oka! Milyen megoldásokkal próbálkoznak a kutatók, hogy visszaszorítsák az üvegházhatás miatti felmelegedést?



7. Figyeld meg és vedd számba a környezetedben alkalmazott különböző fűtési módokat! Hasonlítsd össze ezeket a környezetre kifejtett hatásuk alapján!
8. Milyen népi megfigyeléseket ismersz az időjárásra vonatkozóan? Ismereteid alapján próbálj meg magyarázatot adni rájuk! (Pl. ha csillagos az égbolt, hűvös éjszaka várható.)
9. Keress megoldást arra, hogyan lehetne a jég olvadáshőjét meghatározni!
10. Egy tálba önts két pohár vizet, és keverj bele három teáskanálnyi sót! Helyezz egy kisebb csészét a tál közepére, majd fedd le a tálat egy műanyag fóliával! Rögzítsd a fólia szélét, és helyezz a közepére egy kisebb kavicsot úgy, hogy az lehúzza a fóliát a csésze fölé! Állítsd a tálat néhány órára meleg helyre, majd vedd le a fóliát és figyeld meg a változást! (A csészében lévő víz sótartalmát kóstolással vizsgáld meg!) Adj magyarázatot a tapasztaltakra! Milyen felhasználási lehetőségei vannak az itt lejátszódott folyamatnak?



ÖSSZEFOGLALÁS

A mindennapi életben előforduló hőjelenségeknél a testek és az anyagok állapota sokféle módon változhat. Ezek a változások lehetnek hasznosak, ezért az emberek tudatosan létrehozzák azokat, de lehetnek károsak is, tehát – főként a környezetvédelem szempontjából – nem mindegy, hogyan valósulnak meg a hőjelenségek.

HŐTERJEDÉSI MÓDOK

HŐVEZETÉS



Hővezetéskor az állapotváltozás terjed részecskéről részecskére.

HŐÁRAMLÁS



Hőáramláskor a részecskék mozdulnak el.

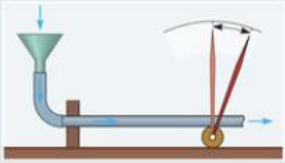
HŐSUGÁRZÁS



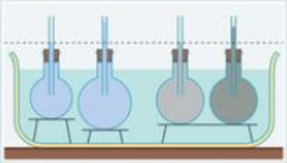
A hősugárzáshoz nem kell közvetítő közeg.

HŐTÁGULÁS

SZILÁRD TESTEK

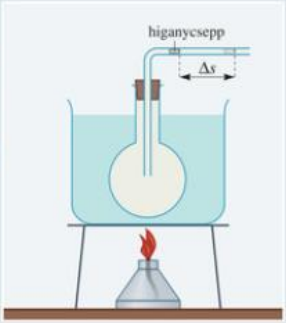


FOLYADÉKOK



A szilárd testek és folyadékok hőtágulása függ a testek kezdeti térfogatától, a hőmérséklet-változástól és az anyagi minőségüktől.

GÁZOK



A gázok hőtágulása függ a kezdeti térfogattól, a hőmérséklet-változástól, de nem függ az anyagi minőségtől.

HALMAZÁLLAPOT-VÁLTOZÁSOK



Halmazállapot-változás közben változik az anyagok belső energiája.

HŐERŐGÉPEK

GŐZTURBINÁK | BENZINMOTOROK | DÍZELMOTOROK | GÁZTURBINÁK






DUGATTYÚS GŐZGÉPEK | RAKÉTAMOTOROK | SUGÁRHAJTÁSÚ MOTOROK





A hőerőgépeknél elégetett tüzelőanyagok szennyezik a környezetünket. A környezetszennyezés energiatakarékossággal és a technika fejlesztésével csökkenthető. Az emberi környezet védelme mindannyiunk feladata.

TÁBLÁZATOK

FONTOS FIZIKAI MENNYISÉGEK

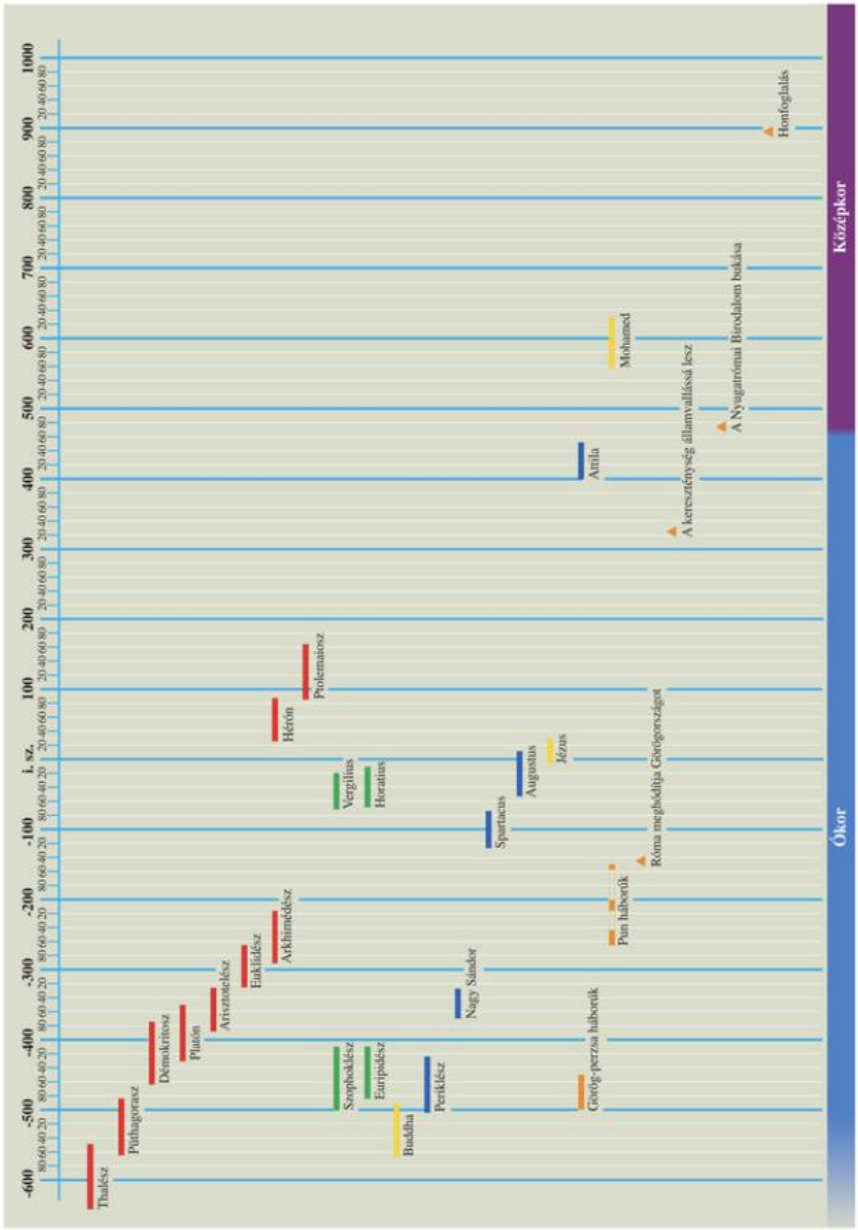
NEVE	JELE	MÉRTÉKEGYSÉGE		MÉRTÉKEGYSÉG JELE
Hosszúság	ℓ	méter	alapmennyiségek	m
Tömeg	m	kilogramm		kg
Idő	t	másodperc (szekundum)		s
Hőmérséklet	T	Celsius-fok		°C
Út	s	méter		m
Sebesség	v	méter per másodperc		$\frac{\text{m}}{\text{s}}$
Gyorsulás	a	méter per másodpercnégyzet		$\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
Terület	A	négyzetméter		m^2
Térfogat	V	köbméter		m^3
Sűrűség	ϱ	kilogramm per köbméter		$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
Erő	F	newton		$\text{N}\left(\text{kg}\cdot\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$
Nyomás	p	pascal		$\text{Pa}\left(\frac{\text{N}}{\text{m}^2}\right)$
Energia Belső energia Munka Hőmennyiség	E E_b W Q	joule		$\text{J}\left(\text{kg}\cdot\frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}\right)$
Fajhő	c	joule per kilogramm · Celsius-fok		$\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{°C}}$
Égéshő Olvadáshő Forráshő	$L_\text{é}$ L_o L_f	joule per kilogramm		$\frac{\text{J}}{\text{kg}}$
Hatásfok	η	—		—
Teljesítmény	P	watt		$\text{W}\left(\frac{\text{J}}{\text{s}}\right)$

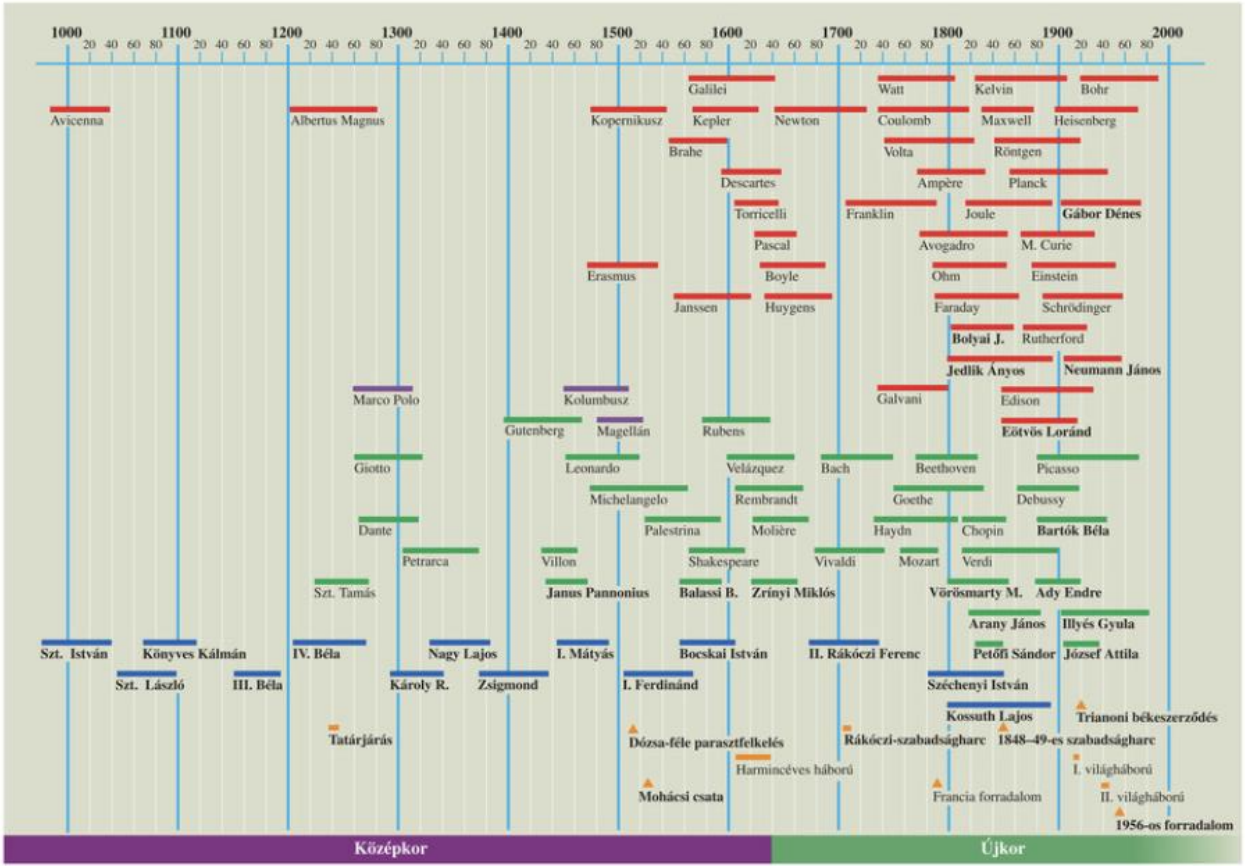
AZ ANYAGOK HŐTANI JELLEMZŐI

AZ ANYAG NEVE	FAJHŐ $\left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}\right)$	OLVADÁSHŐ $\left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}\right)$	FORRÁSHŐ $\left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg}}\right)$	OLVADÁSPONT (°C)	FORRÁSPONT (°C)
Alkohol	2,5	110	900	–114	78
Alumínium	0,9	390	10900	660	2060
Cukor	1,2	60		160	
Ezüst	0,2	100	2180	960	2210
Higany	0,14	10	290	–39	357
Jég	2,1	340	—	0	—
Konyhasó	0,9	520	2850	802	1440
Ólom	0,13	20	880	327	1740
Sárgaréz	0,4	170		kb. 970	kb. 2300
Üveg	0,8			kb. 700	
Vas	0,46	270	6360	1535	2740
Víz	4,2	340	2260	0	100
Vízgőz	1,7	—	—	—	—
Vörösréz	0,4	210	4650	1083	2600
Volfram	0,1	180	4820	3410	5930

NÉHÁNY ANYAG SŰRŰSÉGE (18 °C-ON)

AZ ANYAG NEVE	$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	AZ ANYAG NEVE	$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
Alkohol	0,79	790	Olaj	0,9	900
Alumínium	2,7	2700	Ólom	11,3	11 300
Arany	19,3	19 300	Petróleum	0,8	800
Benzin	0,7	700	Tengervíz	1,03	1030
Ezüst	10,5	10 500	Tölgyfa	0,7	700
Fenyőfa	0,5	500	Üveg	2,6	2600
Higany	13,6	13 600	Vas (acél)	7,8	7800
Jég (0 °C-on)	0,9	900	Víz	1,0	1000
Levegő	0,00129	1,29	Vörösréz	8,9	8900


-600
-500
-400
-300
-200
-100
i. sz.
100
200
300
400
500
600
700
800
900
1000
20 40 60 80
Thalész
Püthagorasz
Démokritosz
Platón
Arisztotelész
Euklidész
Arkhimédész
Héron
Ptolemaiosz
Szophoklész
Euripidész
Buddha
Periklész
Nagy Sándor
Vergilius
Horatius
Spartacus
Augustus
Jézus
Görög-perzsa háborúk
Pun háborúk
Róma meghódítja Görögországot
Attila
Mohamed
A kereszténység államvallássá lesz
A Nyugatrómai Birodalom bukása
Honfoglalás
Ókor
Középkor


1000
1100
1200
1300
1400
1500
1600
1700
1800
1900
2000
Galilei
Watt
Kelvin
Bohr
Avicenna
Albertus Magnus
Kopernikusz
Kepler
Newton
Coulomb
Maxwell
Heisenberg
Brahe
Volta
Röntgen
Descartes
Ampère
Planck
Torricelli
Franklin
Joule
Gábor Dénes
Pascal
Avogadro
M. Curie
Erasmus
Boyle
Ohm
Einstein
Janssen
Huygens
Faraday
Schrödinger
Bolyai J.
Rutherford
Jedlik Ányos
Neumann János
Marco Polo
Kolumbusz
Galvani
Edison
Gutenberg
Magellán
Rubens
Eötvös Loránd
Giotto
Leonardo
Velázquez
Bach
Beethoven
Picasso
Michelangelo
Rembrandt
Goethe
Debussy
Dante
Palestrina
Molière
Haydn
Chopin
Bartók Béla
Petrarca
Villon
Shakespeare
Vivaldi
Mozart
Verdi
Szt. Tamás
Janus Pannonius
Balassi B.
Zrínyi Miklós
Vörösmarty M.
Ady Endre
Arany János
Illyés Gyula
Szt. István
Könyves Kálmán
IV. Béla
Nagy Lajos
I. Mátyás
Bocskai István
II. Rákóczi Ferenc
Petőfi Sándor
József Attila
Szt. László
III. Béla
Károly R.
Zsigmond
I. Ferdinánd
Széchenyi István
Kossuth Lajos
Trianoni békeszerződés
Tatárjárás
Dózsa-féle parasztfelkelés
Rákóczi-szabadságharc
1848–49-es szabadságharc
Harmincéves háború
I. világháború
Mohácsi csata
Francia forradalom
II. világháború
1956-os forradalom
Középkor
Újkor

AZ ÚJ SZAKSZAVAK JEGYZÉKE

anyagi pont: anyagi pontnak tekinthető minden olyan test, amelynek kiterjedése, alakja a megfigyelt jelenség vizsgálata szempontjából figyelmen kívül hagyható

átlagsebesség: a test mozgásának egyik jellemzője, amelyet a megtett út és a megtételéhez szükséges idő hányadosával számolunk ki

barométer: légnyomásmérő eszköz

belső energia: testek változtatóképességének mértéke, mely a test tömegétől, hőmérsékletétől és anyagi minőségétől függ

bimetall: két különböző hőtágulású fém összeerősítésével kapott lemez, amely melegítés hatására elgörbül

csavar: a csavarszáron körbefutó lejtő

csúszási súrlódás: egymáson csúszó testek között fellépő hatás, amely az egymáshoz viszonyított sebességüket csökkenti

diffúzió: különféle anyagi részecskék külső hatás nélküli elkeveredése

egyenletes mozgás: amikor a test egyenlő idők alatt egyenlő utakat tesz meg, bármilyen kicsik vagy nagyok ezek az időtartamok

egyenletesen változó mozgás: a test sebessége egyenlő időközönként ugyanannyival változik, bármekkorák is ezek az egyenlő időközök

egyensúly: az az állapot, amikor a testet érő erőhatások kiegyenlítik egymást

egyoldalú emelő: olyan emelő, melynek tengelye az emelő egyik végén van, így az erők támadáspontja a forgástengely ugyanazon oldalára esik

egyszerű gép: olyan eszköz, melynek segítségével kedvezőbbé tehető az erőhatás nagysága, iránya vagy támadáspontja

ék: két, alapjával összeillesztett lejtő

elektromos állapot: a testek olyan állapota, amikor azokon elektronhiány vagy elektrontöbblet van vagy ha az egyenlő számú, ellentétes töltések eloszlása nem egyenletes

elektromos erő: az elektromos mező által kifejtett erő

elektromos kölcsönhatás: az elektromos mező és a benne levő test kölcsönhatása

elektromos mező: az elektromos állapotban levő test sajátos környezete

elmozdulás: a mozgás kezdő- és végpontja közötti távolság

emelő: egyszerű gép, mely egy tengely körül elfordítható merev test

emelő típusú egyszerű gép: emelők, csigák, csigasor, hengerkerék

energia: az a mennyiség, mely megmutatja, hogy mekkora egy test vagy mező változtatóképessége

erő: az erőhatás nagyságát és irányát megadó mennyiség

erő –ellenerő: két test egymásra hatásakor fellépő két erő

erőhatás: mozgásállapot-változást létrehozó hatás, mely esetenként alakváltozással is jár

erőkar: az erő hatásvonalának a forgástengelytől mért távolsága

fagyás: olyan halmazállapot-változás, melynek során a folyadékból szilárd halmazállapotú anyag lesz

fagyáshő: az a mennyiség, amely megmutatja, hogy 1 kg tömegű, a fagyáspontján lévő szilárd anyag megolvasztása közben mennyi hőt ad le

fagyáspont: az a hőmérséklet, melyen a folyékony anyag normál légköri nyomáson megfagy

fajhő: az a mennyiség, amely megmutatja, hogy 1 kg tömegű anyag hőmérsékletének 1 °C-os változása mennyi hőfelvétele vagy hőleadással jár

forgatónyomaték: az erő és az erőkar szorzatával meghatározható fizikai mennyiség

forrás: olyan halmazállapot-változás, melynek során folyadékból úgy lesz légnemű halmazállapotú anyag, hogy a gőzképződés a folyadék belsejében is végbemegy

forráshő: az a mennyiség, amely megmutatja, hogy 1 kg tömegű, a forráspontján lévő folyadék az elforralás közben mennyi hőt vesz fel

forráspont: az a hőmérséklet, amelyen a folyadék normál légköri nyomáson forrni kezd

gördülési ellenállás: egymáson elgördülő testek közötti, a gördülést befolyásoló hatás

gravitációs erő: a gavitációs mező által kifejtett erő

gravitációs kölcsönhatás: a gravitációs mező és a benne levő test kölcsönhatása

gravitációs mező: a testek olyan sajátos környezete, amely a benne levő bármely más testekre vonzó hatást fejt ki

gyorsulás: a sebességváltozás gyorsaságát jellemző mennyiség

halmazállapot-változások: olvadás, fagyás, párolgás, forrás, lecsapódás

hatás–ellenhatás: két test kölcsönhatásakor fellépő két hatás

hatásfok: folyamatokat gazdaságossági szempontból jellemző arányszám

hatásvonal: a támadásponton átmenő és az erőhatás irányába eső egyenes

hőáramlás: az a folyamat, amely során a folyadék vagy a gáz felmelegedett része felemelkedik, és helyére hidegebb anyag kerül

hőátadás, hőközlés: termikus kölcsönhatás során létrejövő belsőeneriga-növelés

hőmennyiség: a termikus kölcsönhatás közben bekövetkező belsőenergia-változás mértéke

hősugarak: a fényhez hasonló, de nem látható sugarak

hősugárzás: a hőterjedésnek az a módja, melynél a melegedés hősugarak segítségével következik be

hőszigetelő: rossz hővezető képességű anyag

hőtágulás: hőmérséklet-változás közben bekövetkező hossz- vagy térfogatváltozás

hővezetés: az a folyamat, amely során a test melegítése helyén bekövetkező élénkebb részecskemozgás átterjed a távolabbi részecskékre is

joule: a munka és energia mértékegységének a neve

kétoldalú emelő: olyan emelő, melynek tengelye az ellentétes irányba forgató erők támadáspontja között van

korpuszkula: az anyagot felépítő különféle részecskék közös neve

kölcsönhatás: anyagnak anyagra gyakorolt közvetlen hatása, amely mindig kölcsönös

közegellenállás: a közeg által kifejtett hatás, amely a test közeghez viszonyított sebességét csökkenti

közegellenállási erő: a közegellenállás nagyságát megadó mennyiség

lecsapódás: olyan halmazállapot-változás, melynek során a légnemű anyagból folyékony lesz

légnyomás: a levegő súlyából származó nyomás

lejtő: a vízszintessel hegyesszöget bezáró sík felület

lejtő típusú egyszerű gép: lejtő, ék, csavar

mágneses mező: mágnesek sajátos környezete, amely a benne levő mágnesezhető anyagú testekre (pl. vas, kobalt stb.) erőhatást fejt ki

mágneses erő: a mágneses mező által kifejtett erő

mágneses kölcsönhatás: a mágneses mező és a mágnesezhető anyagú testek kölcsönhatása

mágneses pólus: a mágneses mezőnek azon része, ahol a mágneses erőhatás a legerősebb

mechanikai kölcsönhatás: mozgásállapot-változással, alakváltozással járó kölcsönhatás

mozgásállapot-változás: amikor megváltozik egy test sebességének nagysága vagy a mozgásának iránya

mozgási energia: a testek mozgásából adódó változtatóképesség mértéke

munkavégzés: az a folyamat, melynek során egy test erő hatására az erő irányába elmozdul

munka: a munkavégzés során bekövetkező energiaváltozás mértéke

newton: az erő mértékegységének a neve

olvadás: olyan halmazállapot-változás, melynek során a szilárd anyagból folyékony lesz

olvadáshő: az a mennyiség, amely megmutatja, hogy 1 kg tömegű, az olvadáspontján lévő szilárd anyag megolvasztása közben mennyi hőt vesz fel

olvadáspont: az a hőmérséklet, amelyen a szilárd anyag normál légköri nyomáson megolvad

pálya: az a vonal, amelyen a test mozgása közben végighaladhat

párolgás: olyan halmazállapot-változás, melynek során a folyadék légneművé válik; a párolgás a folyadék felszínén megy végbe

pillanatnyi sebesség: az a sebesség, amellyel a test egyenletesen mozogna tovább, ha az adott pillanatban megszűnne a sebességváltozást okozó erőhatás

rugalmas energia: feszített állapotban levő rugalmas testek változatóképességének mértéke

sebesség: a helyváltoztatás gyorsaságát jellemző mennyiség, amely megadja, hogy egységnyi idő alatt mekkora utat tesz meg a test

súlyerő, súly: az az erő, amellyel a nyugalomban levő test nyomja az alátámasztást vagy húzza a felfüggesztést

súlytalanság: az az állapot, amikor egy test nem nyomja az alátámasztást és nem húzza a felfüggesztést; ilyen jöhet létre pl. szabadesés közben

súrlódási erő: a csúszási súrlódás vagy a tapadási súrlódás mértékét megadó mennyiség

súrlódási munka: a súrlódási erő hatására létrejött energiaváltozás mértéke

sűrűség: az a fizikai mennyiség, amely megmutatja, hogy mekkora az egységnyi térfogatú test tömege

szabadesés: olyan mozgás, amelynél csak a gravitációs mező hatása érvényesül, minden más hatás elhanyagolható

szublimáció: olyan halmazállapot-változás, amelynek során a szilárd anyagból légnemű lesz

támadáspont: az a pont, ahol az erőhatás éri a testet

tapadási súrlódás: egymással érintkező és nyugalomban levő testek között fellépő hatás, mely akkor érvényesül, ha azokat el akarjuk mozdítani egymáson

tehetetlenség: a testek azon tulajdonsága, hogy mozgásállapotukat csak külső hatás változtathatja meg

teljesítmény: az a mennyiség, amely megmutatja az időegység alatt bekövetkező energiaváltozás nagyságát

tengely: a merev testek forgó mozgás közben nyugalomban maradó pontjai, amelyek körül a test forog

termikus kölcsönhatás: különböző hőmérsékletű, érintkező testek között létrejövő kölcsönhatás, amely hőmérséklet-változással vagy halmazállapot-változással jár együtt

tömeg: a tehetetlenség mértékét megadó mennyiség

változó mozgás: olyan mozgás, melynek során a test sebességének nagysága, mozgásának iránya vagy egyszerre mindkettő megváltozik

változtatóképesség: testeknek az a tulajdonsága, hogy kölcsönhatás közben különféle változásokat tudnak létrehozni

watt: a teljesítmény mértékegységének a neve